



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

Sonderheft Nr. 240

Dezember 2024

Agrarwissenschaft Forschung — Praxis

Chancen und Risiken des Obst- und Gemüsebaus

Situationsanalyse des Obst- und Gemüsesektors in
Deutschland, auf der Grundlage einer Stellungnahme
für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
(BMEL) von Juni 2023

Dezember 2024

Chancen und Risiken des Obst- und Gemüsebaus in Deutschland

Walter Dirksmeyer, Hildegard Garming, Anastasia Hermann, Anja Kretzschmann, Sabine Ludwig-Ohm, Robert Luer, Anika Muder, Ju-Kwang Yoon

Kurzfassung

Die Rahmenbedingungen für die Erzeugung von Obst und Gemüse in Deutschland haben sich in den letzten fünf Jahren drastisch gewandelt, was den Sektor vor große neue Herausforderungen stellt. Gleichzeitig ändern sich die gesellschaftlichen Präferenzen bei Herkunft und Produktionsweise von Nahrungsmitteln. Darüber hinaus sind Änderungen im Ernährungsverhalten zu beobachten, die zu einer zunehmenden Substitution von Fleisch und tierischen Produkten durch Eiweißpflanzen, Gemüse und Obst führen.

Das Ziel der Analyse ist es, die wirtschaftliche Situation der Betriebe im Obst- und Gemüsebau herauszuarbeiten und die Einflüsse zu identifizieren, die zur aktuellen Lage geführt haben. Die umfassende Problemanalyse in Kapitel 3 wird mittels einer SWOT-Analyse in Kapitel 4 zusammengefasst. Auf dieser Grundlage werden in Kapitel 5 Handlungsempfehlungen für den Sektor und die Politik erarbeitet.

Nachfolgend werden diese Handlungsempfehlungen verkürzt wiedergegeben. Sie zielen teilweise klar in Richtung Politik, teils klar in den Sektor. Viele der vorgeschlagenen Maßnahmen können jedoch von der Politik und/oder durch den Sektor umgesetzt werden. An dieser Stelle soll dem erforderlichen politischen Abstimmungsprozess nicht vorgegriffen werden, da es oftmals gute Argumente für beide Varianten bzw. für ein gemeinschaftliches Vorgehen gibt.

Betrieb und Markt

- Orientierung der Betriebe des Obst- und Gemüsebaus an einem nachhaltigen Geschäftsmodell.
- Förderung der Umstellung von Baumobstanlagen auf resistente und marktgängige Sorten.
- Informationskampagne über die vielfältigen Arbeitsmöglichkeiten im Gartenbau entwickeln.
- Auseinandersetzung der Betriebe mit den Bedürfnissen ihrer Mitarbeitenden.
- (Weiter-)Qualifikation der Beschäftigten für neue Tätigkeitsfelder.

- Umstellung der Heizungssysteme von fossilen auf regenerative Energien in Unterglasbetrieben des Obst- und Gemüsebaus.
- Schutz der Ernte – und damit Risikovorsorge – durch technische Lösungen.
- Förderung von investiven Maßnahmen zur Risikovorsorge für alle Betriebe und nicht nur für Mitglieder von Erzeugerorganisationen.
- Bildung einiger weniger, starker Vermarktungsorganisationen, um mit dem Lebensmitteleinzelhandel (LEH) auf Augenhöhe verhandeln zu können.
- Weiterentwicklung des Konzeptes für das Regionalfenster.
- Nutzung neuer Kommunikationswege zum Marketing des Regionalfensters.
- Herkunftskennzeichnung bei Verarbeitungsprodukten etablieren.
- Bildung von engen Kooperationen in regionalen Wertschöpfungsketten mit partnerschaftlichem Umgang der Akteure.

Klimawandel und Umwelt

- Nachhaltigkeit und Ökosystemleistungen des deutschen Obst- und Gemüsebaus mittels einer Informationskampagne in die Bevölkerung transportieren.
- Dokumentationsvorschriften für die Betriebe harmonisieren, um die Dokumentation digitalisieren zu können.
- Entwicklung neuer Substratausgangsstoffe aus Reststoffen.
- Verbesserung der Datengrundlage zum Ressourcenverbrauch.

Produktionssystem

- Aktualisierung des Aktionsplans Pflanzenschutz im Obst- und Gemüsebau.
- Verbreiterung der Finanzierungs- und Arbeitsbasis für die Bund-Länder Arbeitsgruppe (BLAG)-Lückenindikation.
- Etablierung eines Förderprogramms Wassereffizienz.
- Privilegierter Zugang zu Beregnungswasser; Voraussetzung: Nutzung wassersparender Technologien.

Technologie, Digitalisierung und Forschung

- Stabile 5G-Netzabdeckung („an jeder Milchkanne“).
- Entwicklung von Konzepten und Strategien zur Erhöhung der Cybersicherheit.
- Ausbau der Finanzierung von Forschung und Entwicklung über langfristige institutionell etablierte Finanzstrukturen und Projektförderungen:
 - Folgen und Anpassung an den Klimawandel,
 - nachhaltige Anbausysteme,
 - alternative Pflanzenschutzkonzepte und -maßnahmen,
 - Fruchtfolgeoptimierungen im Gemüsebau,

- Erhöhung der Produktivität im ökologischen Obst- und Gemüsebau, insbesondere Feingemüse und Tafelobst,
- Mechanisierung und Automatisierung und
- Digitalisierung von Produktions- und Managementsystemen.
- Gemeinsame Finanzierung von zwei Universitätsstandorten mit breitem gartenbauwissenschaftlichem Angebot durch den Bund und die beteiligten Länder im Sinne der Entwicklung von zwei gartenbauwissenschaftlichen Leuchttürmen.
- Finanzierung von Stiftungsprofessuren durch den Berufsstand.

Im Kontext der Erzeugung von Obst und Gemüse werden im politischen Raum **Maßnahmen** diskutiert, **die nicht durchgeführt werden sollten**, um potenziell negativen Effekten auf die Entwicklung des Sektors vorzubeugen:

- Politische Interventionen, die einseitig auf eine Erhöhung der Produktion abzielen:
 - zur Erhöhung der Selbstversorgungsgrade,
 - Umstellungshilfen für tierhaltende Betriebe bei Umorientierung zum Obst- oder Gemüsebau,
 - zur Ausweitung des ökologischen Anbaus,
 da diese eher zu Angebotsüberhängen und in der Folge zu einem spürbaren Preisverfall führen und somit die nachhaltige Entwicklung des Sektors gefährden würden.
- Keine Förderung des Umstiegs auf regenerativen Anbau, da allgemein definierte Handlungsleitlinien fehlen und die postulierten Wirkungen wissenschaftlich nicht belegt sind.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Die Rahmenbedingungen für die Erzeugung von Obst und Gemüse in Deutschland haben sich in den letzten fünf Jahren drastisch gewandelt, was den Sektor vor große neue Herausforderungen stellt (ZUKUNFTSKONGRESS GARTENBAU 2022). Dazu zählen:

- der stetige Anstieg des Mindestlohns mit einem Sprung um rund 20 % auf 12,00 Euro je Arbeitskraftstunde zum Oktober 2022 und die nachfolgenden weiteren Anhebungen auf 12,41 Euro Anfang des Jahres 2024 und auf 12,82 Euro Anfang 2025 (MiLoG 2022, 2023),
- der stetige Anstieg der Energiepreise, der durch den russischen Angriffskrieg in der Ukraine in 2022 drastisch verstärkt wurde,
- die Anforderungen zur Änderung der eingesetzten Energieträger hin zu Erneuerbaren aufgrund der politischen Maßnahmen zur Begrenzung des Klimawandels und der Verpflichtung zur Klimaneutralität bis 2045, dabei die Einführung der CO₂-Bepreisung auf Holz als Heizenergieträger in 2024,

- die Problematik der Indikationslücken im Pflanzenschutz und die zunehmende Begrenzung der Pflanzenschutzmittelverfügbarkeit, die insbesondere gartenbauliche Kulturen betrifft und durch fehlende Möglichkeiten des Wirkstoffwechsels die Resistenzentwicklung bei den Schaderregern fördert,
- die sich ändernden gesetzlichen Grundlagen im Bereich der Düngung durch die Novellierungen der Düngeverordnung in 2017 und 2020 sowie die Einführung der Stoffstrombilanzverordnung und
- die Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere im Hinblick auf eine Zunahme von Extremwetterereignissen wie Hagel, Starkregen, starke Hitze und Dürre; vor allem die Dürrejahre häufen sich in der jüngeren Vergangenheit (2018, 2019, 2020 und 2022), woraus Einschränkungen in der Wasserverfügbarkeit resultieren.

Gleichzeitig haben sich die gesellschaftlichen Präferenzen bei Herkunft und Produktionsweise von Nahrungsmitteln und das Ernährungsverhalten geändert. Eine zunehmende Substitution von Fleisch und tierischen Produkten durch Eiweißpflanzen, Gemüse und Obst führt zu einer steigenden Nachfrage und zu neuen Chancen für den Obst- und Gemüsesektor.

Die veränderten gesellschaftlichen Erwartungen finden Ausdruck in verschiedenen Strategien, die seitens der Politik formuliert wurden und direkt mit dem Sektor Obst und Gemüse in Verbindung stehen:

- die Farm to Fork-Strategie der Europäischen Kommission (EU-KOM 2020),
- die für 2023 geplante Ernährungsstrategie der Bundesregierung zur Förderung einer pflanzenbetonten Ernährung und Erhöhung des Anteils regional erzeugter pflanzlicher Lebensmittel in der Ernährung (BMEL 2022B),
- die Bio-Strategie (BMEL 2023A), die in 2023 als Strategie der Bundesregierung mit einem neuen Zielwert für den Anteil des ökologischen Anbaus an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Höhe von 30 % neu verabschiedet wurde,
- die Nationale Wasserstrategie (BMUV 2023), die den künftigen Gestaltungsrahmen für die Nutzung und den Schutz der Wasserressourcen beschreibt und
- die Torfminderungsstrategie des BMEL (BMEL 2022A), die einen Beitrag zum Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung (BMUB 2016) leisten soll.

1.2 Forschungsfragen

Aus dem beschriebenen Hintergrund leiten sich die folgenden Forschungsfragen ab:

- (1) Wie ist die wirtschaftliche Situation im Obst- und im Gemüsebau und welche wichtigen Einflussfaktoren haben dazu geführt?
- (2) Welche Chancen und Risiken bestehen für den Obst- und Gemüsebau in den kommenden zehn Jahren?

- (3) Welche Empfehlungen für den Obst- und Gemüsektor und für politische Aktivitäten zur Unterstützung der Wettbewerbsfähigkeit des Obst- und Gemüsebaus können abgeleitet werden?

Das Ziel der Analyse ist es daher, die wirtschaftliche Situation der Betriebe im Obst- und Gemüsebau herauszuarbeiten und die Einflüsse zu identifizieren, die dazu geführt haben. Stärken und Schwächen beider Sparten werden identifiziert. Darauf aufbauend sollen im Kontext der zu erwartenden Entwicklungen der Rahmenbedingungen die Chancen und Risiken für beide Anbausparten abgeleitet werden.

2 Methodik und Vorgehensweise

2.1 Daten

Grundlage der Analyse sind vielfältige eigene Vorarbeiten des Autorenteam, die im Rahmen der Vorlaufforschung und aktueller Projekte erstellt wurden und darauf aufbauend eine umfassende Literaturrecherche zu den rechtlichen und natürlichen Rahmenbedingungen sowie zu neuen technischen Entwicklungen und Anbaukonzepten. Dabei wurden sowohl nationale und internationale wissenschaftliche Literatur als auch Veröffentlichungen in der praxisorientierten Fachpresse, Projekt- und Versuchsberichte sowie veröffentlichte Mitteilungen verschiedener Akteure von Verbänden, Organisationen, staatlichen Institutionen und von der Wertschöpfungskette für Obst und Gemüse berücksichtigt.

Darüber hinaus wurden spezifische Auswertungen auf der Grundlage von Officialstatistiken des Statistischen Bundesamtes sowie von der Agrarmarktinformationsgesellschaft (AMI) angefertigt.

Für aktuelle Auskünfte und Einschätzungen aus der Praxis wurden telefonische Interviews mit Fachleuten aus der Beratung, der Forschung und dem Berufsstand geführt.

2.2 SWOT-Analyse

Die SWOT-Analyse ist ein vielseitiges Tool, das nicht nur für die strategische Managementplanung von Unternehmen, sondern auch für die Analyse von Organisationen, Industrien, Wirtschaftszweigen und Ländern genutzt werden kann (DIRKSMEYER ET AL. 2017; HELMS UND NIXON 2010). Die SWOT-Analyse, die in den 1950er und 1960er Jahren für die Planung von Unternehmensentwicklungen entwickelt wurde, ist eines der beliebtesten Strategieinstrumente für die langfristige Planung. Sie ist für Entscheidungsträger*innen besonders hilfreich, um in der zunehmend komplexen Unternehmensstruktur und in einer sich schnell verändernden Umgebung für die Zukunft zu planen (PUYT ET AL. 2020).

Bei der SWOT-Analyse wird ein Unternehmen auf der Grundlage seiner Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken bewertet. Diese vier Aspekte werden entweder als interne oder externe Faktoren des

Unternehmens eingestuft. Dabei sind Stärken und Schwächen interne Faktoren, die das Unternehmen, die Organisation oder der Wirtschaftszweig kontrollieren kann, während Chancen und Risiken externe Faktoren sind, die außerhalb von deren Kontrolle liegen (BENZAGHTA ET AL. 2021).

In dieser Studie wurde die SWOT-Analyse auf den Obst und Gemüse erzeugenden Sektor in Deutschland angewandt. Der Fokus lag dabei auf der Ebene der gärtnerischen Betriebe und ihrer Organisationen. Die SWOT-Analyse stellt eine übergreifende, zusammenfassende Interpretation der einzelnen Aspekte der Problemanalyse dar. Dafür wurden zunächst die Stärken und Schwächen des Sektors nach den Kategorien 1) Betrieb und Markt, 2) Klimawandel und Umwelt, 3) Produktionssystem sowie 4) Technologie, Digitalisierung und Forschung differenziert. Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung wurden die in der Problemanalyse dargestellten Veränderungen in den Rahmenbedingungen in Risiken und Chancen gegliedert, um in einem weiteren Analyseschritt Handlungsempfehlungen abzuleiten. Die SWOT-Analyse wurde in zwei Workshops mit dem Autorenteam des Thünen-Instituts erarbeitet.

3 Problemanalyse

3.1 Wichtige Rahmenbedingungen

3.1.1 Förderung

Für den Sektor Obst und Gemüse sind verschiedene Förderungen relevant: die Direktzahlungen (Flächenprämien) und die Förderung der Erzeugerorganisationen für Obst und Gemüse, beides im Rahmen der ersten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union (EU), sowie die Agrarinvestitionsförderungsprogramme und die Investitionsförderung für die Verarbeitung und Vermarktung regionaler Produkte im Rahmen der zweiten Säule. Für Maßnahmen der zweiten Säule gibt der Bund den Rahmen im sogenannten GAK-Rahmenplan (Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz) vor, während die Länder jeweils die konkrete Ausgestaltung der Fördermaßnahmen definieren. Ferner haben die Länder die Möglichkeit, eigene Förderprogramme außerhalb des GAK-Rahmenplanes zu definieren, die jedoch ebenfalls von der EU notifiziert werden müssen. Zusätzliche Mittel der investiven Förderung stehen im Bundesprogramm Energieeffizienz bundesweit zur Verfügung.

3.1.2 Klimawandel und Umweltschutz

3.1.2.1 Auswirkungen des Klimawandels auf den Obst- und Gemüsebau

Schon immer mussten sich die Landwirtschaft und der Gartenbau an das Klima anpassen. Durch den Klimawandel sind die Anforderungen an die Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft allerdings deutlich gestiegen. In verschiedenen Studien wurde ein weltweiter Temperaturanstieg festgestellt

(WERNER ET AL. 2000; IPCC 2023; WMO 2022). In Deutschland betrug der Temperaturanstieg von 1970 bis 2019 ca. 1,8 °C (KASPAR ET AL. 2020). In Folge des Klimawandels kam es zu einer Veränderung des jahreszeitlichen Witterungsverlaufs, verlängerten Vegetationsperioden und höheren Temperatursummen. Eine längere Vegetationsperiode und höhere Temperatursummen in Kombination mit einer höheren CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, die letztendlich für den Klimawandel verantwortlich ist, haben einen positiven Einfluss auf das Pflanzenwachstum und können das Ertragspotenzial erhöhen. Auch ist es möglich, dass durch die veränderten Anbaubedingungen wärmeliebende Kulturen kultiviert werden können, die bisher in unseren Breiten nicht angebaut werden konnten (SCHWARZE ET AL. 2022).

Andere Folgen des Klimawandels, beispielsweise Trockenstress oder Extremwetterereignisse wie Stürme, Starkregen, Hagel, Überschwemmungen oder Dürre sowie das Auftreten neuer Schadorganismen, erhöhen das Produktionsrisiko und können zu großen Produktionsausfällen führen. Allgemein kann gesagt werden, dass die Auswirkungen regional und je nach landwirtschaftlicher Kultur und Fruchtfolge sehr unterschiedlich sein können (SCHWARZE ET AL. 2022; UMWELTBUNDESAMT 2019).

Von 1990 bis 2013 verursachten Wetterrisiken in der deutschen Landwirtschaft jährlich im Durchschnitt Ernteschäden von ca. 510 Mio. Euro (GDV 2016). Hauptursache dieser Schäden waren Trockenheit und Dürre (UMWELTBUNDESAMT 2019).

Durch den Klimawandel kam es in Deutschland in den letzten Jahren zum vermehrten Auftreten von Extremwetterereignissen. Zu den häufigsten Extremwetterereignissen, die Schäden in der Landwirtschaft verursachen, zählt Hagel (GÖMANN ET AL. 2015). Hagel verursacht mechanische Schäden an Blättern und Früchten, sodass die Photosyntheseleistung beeinträchtigt wird und die Vermarktungsfähigkeit der Früchte vermindert ist. Dadurch kommt es zu Ernteausschlägen, teils bis zum Totalausfall. Die mechanischen Schäden können außerdem dazu führen, dass Schadorganismen eindringen und dadurch die Qualität der Produkte zusätzlich negativ beeinflussen bzw. den Erntezeitpunkt verzögern. Eine sinnvolle Reaktion im Obstbau kann die Investition in Hagelschutznetze sein (HANDSCHACK 2013). Im geschützten Anbau können beispielsweise auch Agri-PV-Systeme diese Funktion erfüllen (SCHWARZE ET AL. 2022), wenn der Lichtbedarf der Kulturpflanzen dies zulässt. Agri-PV-Systeme für den Kulturschutz im Apfelanbau werden beispielsweise bereits in Pilot- bzw. Versuchsanlagen in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz erprobt (FRAUNHOFER ISE 2022, 2024).

Eine gute Wasserversorgung ist die Grundlage für Pflanzenwachstum und Ertragsbildung. Geringe bzw. ausbleibende Niederschläge und damit verbundene geringe Bodenwassergehalte können in der Landwirtschaft zu erheblichen Schäden bis zum Totalausfall führen (GDV 2016). In den letzten fünf Jahren war eine Häufung von Dürrejahre in Deutschland zu beobachten (UFZ 2023). Um Schäden durch Trockenstress entgegen zu wirken, nimmt die Bewässerungshäufigkeit in Deutschland bei einigen Kulturen zu. So wurde in einem Vergleich der Perioden 1961 - 1990 und 1991 - 2020 eine

deutliche Zunahme des Bewässerungsbedarfes von Freilandgemüse ermittelt (UFZ 2023; ZINKERNAGEL ET AL. 2022). Zudem wird bei der Sortenwahl verstärkt auf Hitze- und Trockenheitstoleranz geachtet. Durch den Klimawandel kann ebenfalls das Risiko des Auftretens von Starkregenereignissen steigen. Starke Niederschläge können zu Bodenverschlammung und Erosion führen, wodurch es insbesondere im Gemüsebau und bei Erdbeeren zu Pflanzenausfällen kommen kann. Bei mehrtägigem Auftreten von Starkregenereignissen steigt die Gefahr von Hochwasser. Es wird davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeit von Überschwemmungen in Deutschland aufgrund von Starkregenereignissen in den nächsten Jahren zunimmt (UMWELTBUNDESAMT 2019).

Die Landwirtschaft und der Gartenbau sind zum großen Teil an die natürlich vorherrschenden Witterungsverläufe angepasst. Eine durch den Klimawandel ausgelöste Veränderung der jahreszeitlichen Witterungsverläufe beeinflusst auch die jahreszeitliche Entwicklung verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen. So kommt es zu einem früheren Vegetationsbeginn, wodurch das Risiko von Spätfrostschäden steigt (GDV 2016; KRÖLING 2021). Durch Spätfröste können Ertragsausfälle bis zum Totalausfall verursacht werden. Zusätzlich kann es bei Obstbäumen zu einer ungewollten Verstärkung der Alternanz kommen, was sich wiederum auf die Fruchterträge und -qualitäten im Folgejahr auswirkt (BLANKE UND KUNZ 2009; KRÖLING 2021). Zudem sind zusätzliche Pflegearbeiten, wie Ausdünnungsmaßnahmen im Folgejahr, zur Steuerung der Erträge notwendig.

Gut untersucht sind die Spätfrostgefahren beispielsweise im Apfelanbau. Dort kam es durch wärmere Frühjahrstemperaturen im Verlauf der letzten fünfzig Jahre zu signifikant früheren Blühterminen. Im Vergleich zu 1970 blühen Äpfel heute im Durchschnitt rund 20 Tage früher. Durch die frühe Blüte erhöht sich das Risiko von Spätfrostschäden bei verschiedenen Obstsorten. Eine Anpassungsmaßnahme im Obstbau ist ein vermehrter Einsatz der Frostschutzberegnung (UMWELTBUNDESAMT 2019; KRÖLING 2021). Eine zusätzliche Frostschutzberegnung erhöht allerdings die Produktionskosten und ist aufgrund des hohen Bedarfs an Wasser nur bei ausreichender Wasserverfügbarkeit umsetzbar (KRÖLING 2021).

Aufgrund der veränderten Bedingungen durch den Klimawandel kommt es auch zu Veränderungen bei den Schadorganismenpopulationen (VOGLER ET AL. 2023). Die wärmeren Bedingungen und die verlängerte Vegetationsperiode bieten einigen Schadorganismen günstige Ausbreitungsbedingungen. Für andere Schaderreger, die z. B. auf Feuchtigkeit bei der Verbreitung angewiesen sind, sind die veränderten Bedingungen ungünstig, sodass diese, zu denen zahlreiche pilzlicher Erreger zählen, in Zukunft wahrscheinlich weniger häufig auftreten werden. Darüber hinaus wirkt sich der Klimawandel auch auf die Nützlingspopulationen aus. Wie genau sich diese Veränderungen auf die Landwirtschaft und den Gartenbau in Deutschland auswirken, lässt sich zurzeit noch nicht hinreichend beantworten (JUROSZEK UND VON TIEDEMANN 2013; BRASSEUR ET AL. 2016).

Die veränderten Klimabedingungen wirken sich auch auf die Wachstumsbedingungen für Pflanzen aus. Es ist davon auszugehen, dass neue Arten, die vorher in Deutschland nicht vorkamen, in Folge des Klimawandels in Zukunft günstige Verbreitungsbedingungen finden (IPCC 2019; UMWELTBUNDESAMT 2019; JUROSZEK ET AL. 2020). Dies betrifft einerseits nichtkultivierte Pflanzen, die als invasive Arten die Ökosysteme und die Unkrautflora in der Landwirtschaft beeinflussen können. Andererseits könnte sich in Zukunft der Anbau wärmeliebender Kulturen, wie z. B. Aprikosen, Kaki, Süßkartoffeln, Ingwer, Edamame oder Zucker- und Wassermelonen, bei entsprechender Nachfrage ausweiten.

Fazit:

- Der Klimawandel führt in Deutschland zu veränderten Produktionsbedingungen für Obst und Gemüse.
- Eine steigende Häufigkeit von Extremwetterereignissen resultiert in steigendem Produktionsrisiko und zunehmender Bedeutung von Schutzmaßnahmen für die Kulturen und den Boden gegen Hagel, Starkregen, Erosion, Spätfröste und Dürre.
- Im Bereich Pflanzenschutz verändern sich das Schaderregerspektrum und der Befallsdruck.
- Chancen des Klimawandels für die Gemüse- und Obstproduktion liegen in einer verlängerten Vegetationsperiode und im ausgeweiteten Anbau von wärmeliebenden Kulturen.

3.1.2.2 Verringerung des Torfeinsatzes

Die Klimaschutzziele der deutschen Bundesregierung sehen eine Treibhausgasneutralität in Deutschland bis zum Jahr 2045 vor (KSG 2024). Die Nutzung von Torf im Gartenbau wird im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung explizit als Verursacher von Treibhausgasemissionen genannt. Darin heißt es, dass der Torfabbau schrittweise reduziert und perspektivisch eingestellt sowie der Einsatz von Torf als Kultursubstrat deutlich reduziert werden soll (BMU 2016). Im Oktober 2019 wurde mit dem Klimaschutzprogramm 2030 ein detaillierter Arbeitsplan zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050 verabschiedet (BMU 2019). In diesem Zusammenhang wurde das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Jahr 2018 mit der Erstellung einer sogenannten Torfminderungsstrategie beauftragt.

Torfbasierte Kultursubstrate sind ein wichtiger Inputfaktor für die gartenbauliche Produktion. Dies gilt im Bereich der Obst- und Gemüseproduktion insbesondere für den Beerenobstanbau, die Topfkräuterproduktion und die Erzeugung von Gemüsejungpflanzen. Für den hohen Torfanteil von 89 % in Kultursubstraten im Produktionsgartenbau gibt es aus Perspektive der Gartenbaubetriebe gute Gründe. Aus gartenbaulicher Sicht vereint Torf mehr positive physikalische, chemische und biologische Eigenschaften als andere Substratausgangsstoffe (SCHMILEWSKI 2015). Darüber hinaus wird Torf auch zur Bodenverbesserung im Garten- und Landschaftsbau sowie im Freilandanbau von Heidelbeeren eingesetzt.

Im Laufe der letzten Jahre wurden im Zusammenhang mit der BMEL-Torfminderungsstrategie zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit dem Fokus auf Torfreduktion im Produktionsgartenbau finanziert. In diesen Projekten werden insbesondere Fragen:

- zur Eignung von alternativen Substratausgangsstoffen und von fertigen Substraten,
- zu Möglichkeiten und Grenzen der Verringerung der Torfanteile in Kultursubstraten im Kontext verschiedener Einsatzgebiete,
- zur Notwendigkeit der Anpassung von Produktionssystemen,
- zur Verfügbarkeit von Torfersatzstoffen,
- zu den Effekten der Torfeinsatzminderung auf die CO₂-Bilanz und
- zu den Kosten der Reduzierung des Torfeinsatzes in der gartenbaulichen Erzeugung adressiert (BMEL 2023c).

Darüber hinaus wurden für die verschiedenen gartenbaulichen Produktionssparten sogenannte Modell- und Demonstrationsvorhaben (MuD) implementiert, die zum Ziel haben, das Funktionieren von Produktionssystemen, die durch eine Verringerung des Torfeinsatzes gekennzeichnet sind, unter Praxisbedingungen zu demonstrieren und diese Erkenntnisse in die Fachwelt zu transportieren (BLE 2023B, 2023c).

Viele Versuchsergebnisse und auch die Demonstration unter Praxisbedingungen zeigen, dass ein substanzieller Verzicht auf Torf in Kultursubstraten in vielen gärtnerischen Kulturen prinzipiell möglich ist (DEGEN UND KOCH 2020). Allerdings zeigt sich auch, dass es durchaus noch Gründe für die Skepsis gegenüber einer weitreichenden Torfreduktion in der Praxis gibt. Zahlreiche Anbauversuche im torfreduzierten bzw. torffreien Substrat zeigen eine große Variabilität der Ergebnisse im Kulturerfolg zwischen den verschiedenen Substratzusammensetzungen und bei unterschiedlichen Kulturen (RUSSO ET AL. 2011; DEGEN UND KOCH 2015; DRAKE ET AL. 2016; GEIGER 2016; TROST ET AL. 2019).

Probleme bereitet eine starke Verringerung des Torfeinsatzes beispielsweise bei der Produktion von Gemüsejungpflanzen in Erdpresstöpfen. Hier ist aufgrund der Anforderungen an Pressbarkeit, Wasserspeicherkapazität, Formstabilität und Maschinenfähigkeit bei der Produktion und Pflanzung bisher keine starke Torfreduktion im Substrat möglich. Aus diesem Grund wird einerseits das Volumen des Pressballens verringert, um den Torfbedarf zu reduzieren. Andererseits wird zunehmend auf Traysysteme¹ umgestellt, bei denen keine Presstöpfe erzeugt werden müssen. In diesen Systemen wird das Substrat während der Jungpflanzenkultur in den Trays gehalten. Beim Auspflanzen halten die Wurzeln der Jungpflanzen die Wurzelballen zusammen. War die Pflanzung von Jungpflanzen aus Traysystemen zunächst nur für bestimmte Kulturen möglich, so ermöglichen neuere Pflanzmaschinen die Pflanzung nahezu des gesamten Gemüsebausortimentes (KATROSHAN 2023A).

Vor dem Hintergrund der vielen noch laufenden Projekte zu alternativen Substratausgangsstoffen kann noch keine abschließende Aussage über die zu erwartenden Entwicklungen bei der Reduzierung

des Torfeinsatzes im Obst- und Gemüsebau getroffen werden. Ausschlaggebend für den Produktionserfolg ist neben der Qualität der torfgedüngten und torffreien Substrate insbesondere die spezifische Anpassung der Produktionssysteme vor dem Hintergrund der jeweiligen Kombination aus Kultur und Substrat.

Auf Ebene des Handels und des Konsums kann eine steigende Zahlungsbereitschaft für torfgedüngt und torffrei erzeugte gartenbauliche Erzeugnisse die Entwicklung weg von der Torfnutzung positiv beeinflussen.

Fazit:

- Eine Verringerung des Torfeinsatzes in Substraten des Gartenbaus ist ein Beitrag zum Klimaschutz.
- Alternative Substratausgangsstoffe sind bereits verfügbar, erfordern aber Anpassungen in der Kulturführung und erhöhen das Produktionsrisiko.
- Im Gemüsebau ist bei der Jungpflanzenerzeugung eine Umstellung von Torfpresstöpfen hin zu Traysystemen erforderlich, dafür sind Anpassungen in der Pflanztechnik notwendig.
- Vielfältige Forschungsaktivitäten sowie Modell- und Demonstrationsprojekte unterstützen den Sektor bei der Umstellung auf torfgedüngte oder torffreie Kultursubstrate.

3.1.2.3 Humusaufbau

Der Humusgehalt des Bodens bzw. der Gehalt an organischer Substanz ist ein wichtiger Indikator für die Bodenqualität und Bodenfruchtbarkeit und hat daher große Bedeutung für die landwirtschaftliche und gärtnerische Produktion (DREXLER ET AL. 2020; DON ET AL. 2018). Außerdem werden große Mengen von CO₂ in Böden in Form von Humus gespeichert, woraus sich auch eine Relevanz für den Klimaschutz ergibt. Im Humuserhalt und -aufbau in landwirtschaftlichen Böden wird ein großes Potenzial als CO₂-Senke für den Klimaschutz gesehen (PAUSTIAN ET AL. 2019; DON ET AL. 2018). Umgekehrt ist der Verlust von Humus aus landwirtschaftlich genutzten Böden eine potenzielle Quelle von Treibhausgasen. Dabei sind Landnutzungsänderungen, insbesondere die Umwandlung von Grün- in Ackerland, der wichtigste Faktor für steigende Abbauraten von Humus (POULTON ET AL. 2018; DON ET AL. 2018). Auch der Klimawandel führt aufgrund steigender Temperaturen zu einem verstärkten Humusabbau (RIGGERS ET AL. 2021).

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit verstärkter Anstrengungen, um Humus in landwirtschaftlich genutzten Böden zu erhalten und möglichst weiter aufzubauen. Wesentliche Bestimmungsfaktoren für den Humusgehalt sind die Landnutzung (Ackerbau, Grünland, Wald) und die Bodeneigenschaften (organisch, mineralisch, Tonanteil, Wasserhaushalt) (JACOBS ET AL. 2018). Der Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Humusgehalt ist gegenüber den Auswirkungen von Landnutzungsänderungen gering (POULTON ET AL. 2018). Bewirtschaftungsmaßnahmen, die die Zufuhr von organischer Substanz oder den Wasserhaushalt des Bodens betreffen, sind jedoch entscheidend

für Veränderungen im Humusgehalt bei gegebener landwirtschaftlicher Nutzung (JACOBS ET AL. 2018). Inwieweit messbare und langfristige Zunahmen im Humusgehalt als wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz, z. B. in Form von CO₂-Zertifikaten, honoriert werden kann, wird derzeit unter dem Begriff des Carbon Farmings in Wissenschaft und Praxis diskutiert (KÖCHY UND ERBS 2022; DAFA 2023). Nicht abschließend geklärt sind Fragen zur Nachweisbarkeit und Langfristigkeit der CO₂-Speicherung, da Veränderungen im Humusgehalt nur aufwendig und in langen Zeiträumen messbar sind, Verlagerungseffekte zwischen Geberflächen organischen Materials und aufnehmenden Maßnahmenflächen auftreten können und die durch den Klimawandel bereits steigenden Humusabbauraten zunächst kompensiert werden müssen, bevor ein Netto-Humusaufbau stattfinden kann (KÖCHY UND ERBS 2022; DAFA 2023).

Dies ist der Ansatzpunkt für aktuelle Initiativen wie das Humusnetzwerk (THÜNEN-INSTITUT 2023) und die MuD für den Humusaufbau im Bereich der Sonderkulturen Obst-, Gemüse-, Hopfen- und Weinbau (BLE 2022). Diese MuD sollen Maßnahmen zum Humuserhalt und -aufbau im Hinblick auf deren Durchführbarkeit unter Praxisbedingungen in verschiedenen Produktionssystemen, ihre pflanzenbaulichen und ökonomischen Auswirkungen und die betrieblichen Klimabilanzen erproben und evaluieren. Die Bedeutung des Humuserhaltes und -aufbaus liegt dabei gleichermaßen in der Anpassung an den Klimawandel durch eine nachhaltige Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und im Klimaschutz durch die Bindung und Speicherung von CO₂ in landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Böden.

Fazit:

- Der Aufbau und Erhalt von Humus in gartenbaulich genutzten Böden tragen sowohl zum Klimaschutz durch die Bindung von CO₂ als auch zur Anpassung an den Klimawandel durch verbesserte Wasser- und Nährstoffhaltekapazitäten des Bodens bei.
- Durch den Klimawandel kommt es zu einer erhöhten Humusabbaurate.
- Der Hauptfaktor für Veränderungen im Bodenhumusgehalt ist die Landnutzung, der Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen ist gering. Bei gegebener landwirtschaftlicher Nutzung sind die Zufuhr von organischer Substanz und Veränderungen im Wasserhaushalt des Bodens ausschlaggebend für Veränderungen im Humusgehalt.
- Eine Honorierung des Humusaufbaus durch den Handel mit CO₂-Zertifikaten setzt voraus, dass offene Fragen zur Messbarkeit, zum Nettoeffekt und zur Langfristigkeit der CO₂-Bindung geklärt werden.

3.1.3 Pflanzenschutz

Für die Sicherung von Quantität und Qualität der Ernteprodukte im Obst- und Gemüsebau ist der Pflanzenschutz von entscheidender Bedeutung. Dies gilt für alle Phasen des Anbaus, von der Aussaat

bis zur Ernte (VOGLER ET AL. 2023). Dafür ist die Berücksichtigung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes nach EU-Recht und auch national vorgeschrieben (BMEL 2017A).

Um sicherzustellen, dass Pflanzenschutzmaßnahmen den Nachhaltigkeitszielen und den politischen Rahmenbedingungen entsprechen, ist es entscheidend, Innovationen zu priorisieren und zukunftsorientierte Perspektiven einzunehmen (ZUKUNFTSKONGRESS GARTENBAU 2022). Vor dem Hintergrund einer Belastung von Wasser und Boden sowie negativer Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen zielt die Farm to Fork-Strategie der Europäischen Union darauf ab, den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel bis 2030 um 50 % zu reduzieren und sichere Alternativen durch integrierten Pflanzenschutz zu fördern (EU-KOM 2020). Auch der Koalitionsvertrag der Bundesregierung von 2021 betont die Bedeutung der Stärkung von Alternativen zu chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (BUNDESREGIERUNG 2021). Neben den jüngeren politischen Entwicklungen und weiterentwickelten rechtlichen Rahmenbedingungen ist es wichtig, auf neue Herausforderungen wie abiotische und biotische Faktoren zu reagieren, die die Ertragsbildung und Pflanzengesundheit beeinträchtigen. Daher muss der „Aktionsplan Pflanzenschutz im Obst- und Gemüsebau“ (BMEL 2014) überarbeitet und an diese Bedingungen angepasst werden (VOGLER ET AL. 2023).

Neben vorbeugenden Maßnahmen, wie der Nutzung von gesundem Saat- und Pflanzgut, dem Einsatz toleranter oder resistenter Sorten, der Nützlingsförderung, einer angepassten Düngung und dem Schutz vor extremen Wetterereignissen, ist ein regelmäßiges Monitoring der Kulturpflanzen erforderlich. Auf diese Weise lassen sich Schädlinge identifizieren und rechtzeitig geeignete Pflanzenschutzmaßnahmen zur Bekämpfung des Befalls ergreifen. Die Integration von Automatisierungs- und Digitalisierungstechnologien unterstützt die Anwendung von Pflanzenschutzmaßnahmen, indem sie eine genaue Erfassung des Pflanzenzustands und eine verbesserte Befallsüberwachung und darauf aufbauend einen gezielten biologischen oder chemisch-synthetischen Pflanzenschutz ermöglichen. Je besser das Verständnis des Pflanzenzustands und vorhandener Schädlinge ist und je mehr wirksame Pflanzenschutzmöglichkeiten zur Verfügung stehen, desto effektiver können Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt werden. Trotz bereits erzielter Erfolge besteht hier permanent Forschungsbedarf (VOGLER ET AL. 2023).

Eine große und seit Jahren andauernde Herausforderung ist die Zulassungssituation bei chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln im Obst- und Gemüsebau, da für viele Anwendungsgebiete entsprechende Mittel fehlen. Dies gilt generell für alle Sonderkulturen, da es in diesen Fällen für die Pflanzenschutzmittelindustrie oftmals nicht wirtschaftlich ist, spezifische Mittel zu entwickeln oder auch nur die Zulassung wirksamer, bereits zugelassener Pflanzenschutzmittel auf diese Anwendungsgebiete zu erweitern. In diesem Fall wird von Lückenindikationen gesprochen. Selbst wenn es für bestimmte Anwendungsgebiete zugelassene chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel

gibt, besteht in Sonderkulturen nur selten oder nicht ausreichend die Möglichkeit zum Wirkstoffwechsel, der aber zur Prävention der Entstehung von Resistenzen bei Schaderregern gegen diese Wirkstoffe unerlässlich ist (JKI 2023B). Sowohl im Obstbau als auch im Gemüsebau werden seitens der Beratung und des Berufsstandes die Verfügbarkeit und die Anwendungsbeschränkungen von Pflanzenschutzmitteln als eine der zentralen Herausforderungen für den integrierten Anbau genannt (BUECHELE 2023; KOHL 2023; LAFUENTE 2023).

Zur Schließung von Indikationslücken wurden ab 1993 konzertierte Aktivitäten gestartet, bei denen das Julius Kühn-Institut (JKI) eine tragende Rolle spielt. Einrichtungen von Bund und Ländern arbeiten dabei eng zusammen, wobei die im Jahr 2014 aus dem Länderarbeitskreis Lückenindikationen (AK-LÜCK) weiterentwickelte Bund-Länder-Arbeitsgruppe Lückenindikationen (BLAG-LÜCK) samt ihrer auf bestimmte Kulturgruppen ausgerichteten Unterarbeitsgruppen die wesentliche Arbeit übernehmen (JKI 2023A). Das Ziel dabei ist es, die bestehenden rechtlichen Möglichkeiten auszuschöpfen, um Indikationslücken zumindest temporär zu schließen, z. B. durch Ausnahmegenehmigungen. Aufgrund der Vielzahl bestehender Indikationslücken und der Dynamik in diesem Themenkomplex ist die Schließung von Indikationslücken eine Daueraufgabe. Als Folge sind die Erwartungen im Berufsstand an die Schließung von Indikationslücken immer höher als der tatsächliche Fortschritt dabei. So hat der Nationale Aktionsplan Pflanzenschutz das Ziel definiert, im Jahr 2023 in 80 % aller relevanten Anwendungsgebiete mindestens drei Wirkstoffgruppen verfügbar zu haben (BMEL 2017A).

In Zukunft werden aufgrund des Klimawandels neue Schädlinge auftreten. Bereits vorhandene Schädlinge können möglicherweise mehr Generationen als bisher während der Vegetationsperiode entwickeln und somit stärkeren Befallsdruck aufbauen. Dies erfordert die Neu- und Weiterentwicklung biologischer oder chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmaßnahmen. Eine mögliche präventive Maßnahme besteht darin, traditionelle Fruchtfolgen auszudehnen, indem zusätzliche botanische Familien oder ackerbauliche Kulturen in diese Fruchtfolgen integriert werden. Dadurch kann das Auftreten von Schädlingen, die sich auf bestimmte Pflanzenfamilien spezialisiert haben, reduziert werden, was wiederum den Bedarf an kurativen Pflanzenschutzmaßnahmen senkt (VOGLER ET AL. 2023; KOHL 2023).

Fazit:

- Seitens Politik und Gesellschaft steigt der Druck auf den Obst- und Gemüsesektor, den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel weiter zu reduzieren.
- Durch den Klimawandel ergeben sich insbesondere hinsichtlich der tierischen Schaderreger neue Herausforderungen.
- Die Verfügbarkeit von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln ist im Obst- und Gemüsebau aufgrund von Indikationslücken häufig unzureichend, um durch Wirkstoffwechsel

einer Resistenzbildung bei Schaderregern vorzubeugen. Es besteht Bedarf, diese Indikationslücken zu schließen.

- Durch digitale Techniken entstehen neue Möglichkeiten für ein verbessertes Monitoring und einer genaueren Bekämpfung von Schaderregern.
- Es besteht weiterhin großer Bedarf an der Erarbeitung zielgenauer Applikationsstrategien, bestenfalls auf Ebene einzelner Pflanzen, und gleichzeitig an der Entwicklung weiterer biologischer und physikalischer prophylaktischer und kurativer Pflanzenschutzmaßnahmen.

3.1.4 Wasserbedarf, Wasserverfügbarkeit und Bewässerung

In Deutschland wird das Wasserdargebot durch den Klimawandel knapper, gleichzeitig steigt der Bewässerungsbedarf in der Erzeugung von Obst und Gemüse (DIRKSMEYER UND SOURELL 2009; ZINKERNAGEL ET AL. 2022; RIEDEL ET AL. 2021). Durch die Häufung von Dürrejahren in 2018, 2019, 2020 und 2022 (UFZ 2023) und durch die Erfahrung einiger Betriebe, dass trotz vorhandener Wasserentnahmerechte kurzfristige Auflagen zur Begrenzung der Bewässerung erlassen wurden, ist die Unsicherheit für den Obst- und Gemüsektor deutlich angestiegen (KATROSCHE 2023B). Auch wird die Laufzeit von Wasserentnahmerechten in einigen Regionen verkürzt (KOHL 2023). Besonders stark betroffen ist der Gemüse- und der Erdbeeranbau, da hier die Kultur dauern kurz sind und die Wurzeln in der Regel nur im Oberboden wachsen. Im Baumobst- und Strauchbeerenanbau ist der Bewässerungsbedarf in der Regel geringer, allerdings spielt hier die Wasserverfügbarkeit für die Frostschutzberechnung eine zunehmend wichtige Rolle (vgl. Kapitel 3.1.2.1).

Trotz der hohen Bedeutung der Bewässerung für den Gemüse- und Obstbau ist die Datenlage zu bewässerten Flächen, der eingesetzten Technik und den Bewässerungsmengen sehr schlecht. Die aktuellsten Zahlen des Statistischen Bundesamtes stammen aus der Agrarstrukturerhebung des Jahres 2010. Demnach wurde knapp die Hälfte der Freilandgemüseflächen bewässert sowie rund 13 % der Baumobstanlagen, ohne Berücksichtigung der Frostschutzberechnung (eigene Berechnung nach DESTATIS 2014). Zur Verbreitung von wassersparenden Bewässerungsverfahren fehlen die Daten. Es ist davon auszugehen, dass Überkopfbewässerung mit Regnern oder Gießwagen im Gemüsebau die Regel ist. Dabei sind die Verdunstungsverluste allerdings hoch. Wassersparende Verfahren, wie z. B. Tropfbewässerungssysteme, werden vor allem in Dauerkulturen eingesetzt, im Gemüsebau nur in Ausnahmefällen (KOHL 2023; LAFUENTE 2023). Dies ist mit den vergleichsweise hohen Kosten für das Auslegen bzw. Räumen der Tropfschläuche bei kurzen Kultur dauern zu erklären, auch kann die mechanische Unkrautbekämpfung dadurch behindert werden. Allerdings wird die abnehmende Wasserverfügbarkeit in naher Zukunft dazu führen, dass die Nutzung von effizienter Bewässerungstechnik, wie sie oftmals bereits als Standard in südeuropäischen Ländern eingesetzt wird, eine Voraussetzung für den Gemüsebau ist. *„Wasserverfügbarkeit und der Umgang mit*

Wasserressourcen werden in Zukunft bestimmen, wo regional noch Gemüse angebaut werden kann.“ (KATROSCHAN 2023B). Hier wird ein hoher Investitionsbedarf erwartet (LAFUENTE 2023).

Außerdem wird zur Absicherung des Wasserbedarfes während der Anbausaison zunehmend der Bau von Wasserspeicherkapazitäten als erforderlich angesehen (KLOPP 2023). Neben dem Kapitalbedarf können lange Genehmigungsverfahren und mangelnde Akzeptanz in der Bevölkerung Hindernisse für den Bau von Wasserspeicherbecken sein (KATROSCHAN 2023B; KLOPP 2023).

Fazit:

- Der Bewässerungsbedarf steigt durch den Klimawandel an.
- Die Wasserverfügbarkeit für den Gemüse- und Obstbau nimmt durch knapperes Wasserangebot und restriktivere Erteilung von Wasserentnahmerechten ab.
- Die Datenlage zur bewässerten Fläche nach Art der Flächennutzung ist knapp und nicht aktuell.
- Wassersparende Bewässerungstechniken sind prinzipiell verfügbar, jedoch bisher in Deutschland kaum verbreitet. Ebenso fehlen im Obst- und Gemüsebau vielfach Wasserspeicherkapazitäten.
- Es besteht daher ein hoher Investitionsbedarf sowohl im Gemüse- als auch im Obstbau. Drohende Beschränkungen bei Wasserentnahmerechten führen zu Verunsicherung bei Investitionsentscheidungen.

3.1.5 Düngung

Das Ziel des Grundwasserschutzes und die Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie 91/676/EWG bilden die Grundlage für den gesetzlichen Rahmen bei der Düngung. Dieser hat sich in den letzten zehn Jahren deutlich verändert. Aus den Novellierungen der Düngeverordnung in 2017 und 2020 (DÜV 2017, 2020; BMEL 2021B) sowie der Stoffstrombilanzverordnung von 2018 (BMEL 2021B) ergeben sich neue Herausforderungen, insbesondere für den Gemüsebau, in Form von verschärften Begrenzungen der erlaubten Düngermenge sowie zum Teil umfangreichen Dokumentations- und Berichtspflichten.

Kennzeichen des Gemüseanbaus sind ein hoher Bedarf an pflanzenverfügbarem Stickstoff (N) bis zum Erntezeitpunkt, häufig kurze Kultur dauern, oft flachwurzelnde Kulturen und hohe Mengen an Ernterückständen. Hohe Restmengen von mineralisiertem N im Boden nach der Ernte kennzeichnen den Gemüsebau (D'HAENE ET AL. 2018). Das Erreichen einer perfekten Nährstoffversorgung für optimale Erträge hinsichtlich Qualität und Quantität und die gleichzeitige Vermeidung von Stickstoffüberschüssen und -auswaschung ins Grundwasser stellen daher für den Gemüsebau – im Vergleich zu Ackerbaukulturen – eine besondere Herausforderung dar (FELLER ET AL. 2022).

Die in nitratbelasteten („roten“) Gebieten erforderliche Begrenzung der Düngermenge auf nur 80 % des errechneten Bedarfs kann das Ertragsrisiko im Gemüsebau erhöhen. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass Betriebsleitende durch eine derart reduzierte Düngung vor allem Auswirkungen auf die Qualität und damit die Vermarktungsfähigkeit der Gemüsekulturen erwarten, was zu deutlichen

Einbußen im Deckungsbeitrag führen kann (GARMING ET AL. 2023). Managementmaßnahmen zur Erhöhung der N-Effizienz sind praxiserprobt und können das Ertragsrisiko verringern (MEYER ET AL. 2021).

Zusätzliche Dokumentationspflichten ergeben sich für viele Gemüsebetriebe seit 2023 durch die Stoffstrombilanzpflicht (BMEL 2021b), die auch alle viehlosen Betriebe mit mehr als 20 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche betrifft, sowie auch kleinere Betriebe, sofern sie Wirtschaftsdünger von anderen Betrieben aufnehmen. Für diversifizierte Gemüsebetriebe mit vielen Kulturen, häufigen Erntezeitpunkten im satzweisen Anbau und verschiedenen Vermarktungskanälen und Verkaufseinheiten (Stückware, Bundware) kann die Anforderung einer Ermittlung der Nährstoffabfuhr anhand von Verkaufsbelegen mit sehr viel Arbeitszeitaufwand und großer Unsicherheit verbunden sein (OSTERBURG ET AL. 2021). Die gestiegenen Anforderungen an die Düngedokumentation werden daher von vielen Betrieben als hohe Belastung empfunden. Eine Harmonisierung der aus verschiedenen Verordnungen resultierenden Dokumentationsanforderungen, auch über den Bereich Düngung hinaus, sodass digitale Systeme eingesetzt werden können, und die Zusammenfassung von Kontrollterminen, könnte sowohl die Betriebe entlasten als auch den Kontrollaufwand durch staatliche Stellen deutlich reduzieren.

Auch für den Obstbau gelten die Bestimmungen der Düngeverordnung, jedoch sind der Baumobst- und Strauchbeerenanbau von den Aufzeichnungspflichten ausgenommen (DÜV 2020). Der Erdbeerenanbau als ein- bis zweijährige Kultur wird analog zum Gemüsebau behandelt und hat die gleichen Herausforderungen.

Fazit:

- Vor allem der Gemüsebau musste sich in den letzten Jahren an deutliche Veränderungen in den rechtlichen Rahmenbedingungen zur Düngung anpassen.
- Die Regelung zur Reduktion der Stickstoffdüngung um 20 % unter den berechneten Bedarf in „roten Gebieten“ betrifft auch viele Gemüserzeuger und kann zu einem höheren Produktionsrisiko führen.
- Die Anforderungen an die Ermittlung und Dokumentation der Nährstoffabfuhr anhand von Verkaufsbelegen zum Zweck der Erstellung von Stoffstrombilanzen sind für kleine und für diversifizierte Gemüsebetriebe oft mit einem erheblichen Arbeitsaufwand verbunden.

3.1.6 Technischer Fortschritt

Technischer Fortschritt im Gartenbau war bislang gekennzeichnet durch Automatisierung von Steuerungsprozessen im Gewächshaus und Entwicklung von arbeitssparenden Technologien (vgl. SIEGMANN ET AL. UND HILDNER 2020). Dabei haben Mechanisierung und Automatisierung dort stattgefunden, wo sie relativ einfach umsetzbar waren. Dies gilt beispielsweise für die Einmalernte bei Spinat mit dem Vollernter oder bei Möhren mit dem Klemmbandroder oder das automatische

Sortieren, z. B. bei Spargel und Äpfeln, wodurch Handarbeit weitgehend ersetzt wurde. Dagegen gibt es bei der selektiven Ernte bisher wenig Mechanisierung, sodass viel Handarbeit zu erledigen bleibt (GEYER 2023; RATH 2023).

Der Digitalisierung werden disruptive Veränderungen in Industrie und Gesellschaft zugesprochen (ODENBACH ET AL. 2017; WBGU 2019). Entwicklungen in der Robotik, der Sensorik und der künstlichen Intelligenz ermöglichen erhebliche technische Entwicklungssprünge für Produktionssysteme und Wertschöpfungsketten. In den vergangenen Jahren wurde bereits eine Vielzahl an Technologien entwickelt. Praxisreife Roboter bzw. Prototypen für die Ernte von Obst und Gemüse, z. B. für Äpfel (TEVEL AEROBOTICS TECHNOLOGIES 2023; MONASH UNIVERSITY 2021), Erdbeeren (TRAPTIC 2021), Himbeeren und Blumenkohl (FIELDWORK ROBOTICS 2021) sowie Spargel (AI-SOLUTION 2021; AVL 2021) befinden sich bereits in der Anwendung. Auch autonome Feldroboter zur mechanischen Unkrautbekämpfung (FARMDROID 2021; NAÏO-TECHNOLOGIES 2021) oder Pflanzenanalysesysteme für Ernte- oder Ertragsprognosen, z. B. für Äpfel und Tomaten (PIXOFARM GMBH 2023; WUR 2021), sind im Einsatz.

Hinzu kommen aktuelle Forschungsarbeiten zu Monitoring- und Diagnosesystemen. Sensoren sollen beispielsweise in Echtzeit Daten über den Wachstums- und Gesundheitszustand von Pflanzen liefern, um Kulturmaßnahmen (Bewässerung, Düngung und/oder Pflanzenschutzmittelbehandlung) präziser zu terminieren und lokal zu begrenzen, um damit zu einem effektiveren Einsatz von Produktionsmitteln beitragen zu können (BIEGANOWSKI ET AL. 2021; BÖCKMANN ET AL. 2021; BRANDING ET AL. 2021; KRIEGER ET AL. 2023).

Eine breite Umsetzung von Automatisierung und Integration von 4.0-Technologien hat bislang in der Praxis noch nicht stattgefunden. Gründe hierfür sind die hohen Investitionsausgaben, verbunden mit einer – bisher – geringeren Leistungsfähigkeit der Systeme im Vergleich zur menschlichen Arbeitskraft. Das sensorgestützte Erkennen von Früchten und Fruchtgemüse zwischen und in Zweigen und Blättern ist ein komplizierter Prozess, ebenso die Logistik rund um den Ernteprozess. Bislang sind die Maschinen im Vergleich zur Handarbeit zu langsam und zu teuer. Hinzu kommt, dass Früchte und Pflanzen bei der mechanischen Ernte nicht beschädigt werden dürfen, damit keine Ertragseinbußen eintreten (GEYER 2023, RATH 2023). Wenn für den Einsatz von vollmechanischen Erntesystemen gleichzeitig Änderungen bei den Produkten, z. B. Vermarktung von Radies ohne Laub, oder den Produktionsverfahren, z. B. bei Einlegegurken (GEYER 2022), erforderlich sind, erschwert dies deren Implementierung in der Praxis ebenfalls.

Wann vollmechanische Technologien in die gartenbauliche Praxis einziehen werden, ist insbesondere abhängig von der zukünftigen Höhe der Arbeitskosten und der weiteren Verfügbarkeit von Saisonarbeitskräften. Aktuell wird eher ein Nachholbedarf bei der Teilautomatisierung, z. B. bei Pflückarbeiten mit Transportwagen und Hebebühnen, konstatiert (GEYER 2023; RATH 2023).

Es wird erwartet, dass wissensbasierte Systeme bzw. Informationssysteme Einzug in die gärtnerische Praxis erhalten. Mit Monitoring- und Diagnosesystemen werden Daten erfasst, bewertet und in entsprechende Supportsysteme eingebunden. Diese Systeme können die Betriebsführung bei Produktionsentscheidungen zum Pflanzenschutz, zur Bewässerung und Düngung etc. unterstützen (GEYER 2023). Neben dem Monitoring der Daten für die Kulturführung könnte aus den durch diese Systeme zu gewinnenden Daten gleichfalls eine automatisierte Dokumentation von Produktionsabläufen etabliert werden. Dies könnte die Betriebe beispielsweise bei der Erfüllung staatlicher Berichtspflichten unterstützen und dadurch dabei helfen, den administrativen Aufwand zu verringern.

Weitere Einsatzmöglichkeiten solcher wissensbasierten Systeme entlang der Wertschöpfungskette sind denkbar, z. B. zum Austausch von Informationen mit den Handelspartnern, zur Rückverfolgbarkeit von Produkten oder zur Sichtbarmachung von Erzeugenden bei den Konsumierenden.

Für den Einsatz von wissensbasierten und automatisierten Systemen in der Praxis müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, um einen sicheren und zuverlässigen Einsatz der Systeme zu gewährleisten (vgl. MARTENS UND ZSCHEISCHLER 2022; BELLON-MAUREL ET AL. 2022). Hierzu zählen vor allem eine stabile 5G-Mobilfunk-Netzabdeckung, eine Absicherung gegen Betriebsausfälle und die Cybersicherheit. Rechtssicherheit bei Fragen zum Dateneigentum und zur Datenhoheit soll ein EU-Datengesetz (EU Data Act) bieten, das im Dezember 2023 verabschiedet wurde (EUROPÄISCHES PARLAMENT 2023). Für den Einsatz in der Praxis müssen aber auch die im Gartenbau tätigen Menschen qualifiziert werden, damit sie die Technik nutzen können.

Ein bislang wenig beachteter Aspekt der Digitalisierung ist dessen ökologischer Fußabdruck. Neue Geräte und die umfangreiche Datenverarbeitung erhöhen den Ressourcenverbrauch, z. B. bei Edelmetallen und Seltenen Erden sowie die technologischen Abfälle (BELLON-MAUREL ET AL. 2022). Außerdem bedarf deren Nutzung Energie.

Fazit:

- Die Entwicklung der Arbeitskosten und die weitere Verfügbarkeit von Saisonarbeitskräften werden zukünftige Automatisierungsprozesse und damit die Umsetzung von 4.0-Technologien in die gärtnerische Praxis bestimmen.
- Die Digitalisierung wird zunächst eher durch wissensbasierte Systeme, die Kulturführungs- und Managemententscheidungen verbessern helfen, in den Gartenbau einziehen.

3.1.7 Neue Entwicklungen

3.1.7.1 Agrarsysteme der Zukunft

Die heutigen Agrarsysteme müssen sich einigen Herausforderungen stellen, um nachhaltig und zukunftsfähig wirtschaften zu können. Eine der zentralen Aufgaben dabei ist es, die Weltbevölkerung

zu ernähren. Mit den Sustainable Development Goals haben die VEREINTEN NATIONEN (2015) das Ziel gesetzt, Hunger und Mangelernährung bis 2030 vollständig zu beenden. Das prognostizierte Wachstum der Weltbevölkerung von rund 7,7 Milliarden Menschen im Jahr 2019 auf 9,7 Milliarden Menschen in 2050 (UNITED NATIONS 2019) stellt die Erreichung dieses Ziels vor zusätzliche Schwierigkeiten. Der Klimawandel und die damit verbundenen Extremwetterereignisse (vgl. Kapitel 3.1.2) führen zu erheblichen Ertragsunsicherheiten und einem erhöhten Risiko für die Produzierenden (GÖMANN ET AL. 2015). Auch die Verknappung wichtiger Ressourcen, wie z. B. Wasser und Land, stellt die landwirtschaftliche Produktion vor zusätzliche Herausforderungen und macht ressourcenschonende Ansätze notwendig. Mit dem Megatrend Urbanisierung verschwimmen zusehends die räumlichen und infrastrukturellen Grenzen zwischen Stadtzentren und periurbanem Raum (FELDMANN UND VOGLER 2023A). Die heutigen Agrarsysteme werden, bei gleichzeitiger Verknappung der zur Verfügung stehenden Ressourcen, nicht in der Lage sein, die wachsende und immer mehr in Metropolen lebende Bevölkerung in der bisher gewohnten Weise zu ernähren (SCHWARZE ET AL. 2022). Aus diesem Grunde werden neue und innovative Ansätze in der Lebensmittelproduktion erforderlich.

Mit dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ins Leben gerufenen Förderprogramm „Agrarsysteme der Zukunft“ werden innovative Ansätze für die nachhaltige Gestaltung der Agrarproduktion erforscht und erprobt (BMBF 2022). Das Programm hat zum Ziel, eine faire, verlässliche und verantwortungsvolle Agrarwirtschaft von Land bis Stadt zu schaffen, die Mensch und Umwelt in den Mittelpunkt stellt (BMBF 2023), um globalen Herausforderungen wie Klimawandel, Bevölkerungswachstum und Urbanisierung gewachsen zu sein.

Zu diesem Zweck werden acht inter- und transdisziplinäre Forschungskonsortien, die innovative Ansätze für die Agrarwirtschaft erforschen und erproben, vom BMBF gefördert (2023). Diese acht Konsortien sind:

- CUBES Circle – Future Food Production,
- DAKIS – Digitales Wissens- und Informationssystem für die Landwirtschaft,
- Fahrerkabine 4.0 – Die Entwicklung der Fahrerkabine der Zukunft,
- food4future – Nahrung der Zukunft,
- GreenGrass – Innovatives Grünlandmanagement,
- NOcsPS – Agrarwirtschaft 4.0 ohne chemisch-synthetischen Pflanzenschutz,
- RUN – Nährstoffgemeinschaften für eine zukunftsfähige Landwirtschaft und
- SUSKULT – Die Agrarwirtschaft in die Stadt bringen.

Um den Herausforderungen der zukünftigen Agrarsysteme gerecht zu werden, werden neue Anbaumethoden und -technologien an Bedeutung gewinnen. Digitalen Technologien wird dabei eine wichtige Rolle zugeschrieben (vgl. Kapitel 3.1.6). Technologien wie Drohnen, Roboter und autonome Traktoren können dazu beitragen, die Effizienz und Produktivität in der Landwirtschaft zu steigern.

Auch Precision Farming Technologien spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Agrarsystemen der Zukunft. Durch den Einsatz von Sensoren und Datenanalyse können beispielsweise Wasser, Dünge- und Pflanzenschutzmittel entsprechend des Bedarfs der Pflanze angewendet werden. Landwirte können auf diese Weise ihre Anbaumethoden optimieren und die Ressourcennutzung verbessern.

Darüber hinaus versuchen weitere innovative Anbausysteme mit knappen Ressourcen zu wirtschaften. So werden beim Vertical Farming (s. Kapitel 3.1.7.3) die Pflanzen in vertikaler Richtung bzw. in vertikal übereinander angeordneten Ebenen angebaut, sodass die Systeme nur einen geringen Flächenanspruch haben. Beim Aquaponic (s. Kapitel 3.1.7.4) befinden sich Pflanzen und Fische in einem gemeinsamen System. Allgemein werden verschiedene Formen der ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft bei der Produktion von Nahrungsmitteln untersucht. Diese Produktion in Agrarsystemen der Zukunft findet oftmals im urbanen oder periurbanen Raum oder in räumlicher Nähe zum urbanen Raum und in Verbindung mit einem hohem Technologisierungsgrad in Gewächshäusern statt (BMBF 2023).

Die landwirtschaftliche Produktion bei geringerem Ressourcenverbrauch zu steigern, ist auch Ziel des Förderprogramms EIP-Agri: Europäische Innovationspartnerschaft für Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit. EIP-Agri wird über den Europäischen Landwirtschaftsfonds zur Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) finanziert. Durch einen kontinuierlichen Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis soll eine neue Innovationskultur für die Agrarbranche entstehen (GÖBEL UND KETELHODT 2022).

Fazit:

- Unter dem Begriff der Agrarsysteme der Zukunft werden neue Produktionskonzepte für eine besonders nachhaltige und ressourcenschonende Produktion auf der Grundlage technischer Innovationen entwickelt.

3.1.7.2 Urbaner Gartenbau

„Die urbane Landwirtschaft umfasst alle Produktionssysteme und -verfahren der Landwirtschaft im weitesten Sinn, die auf Flächen, in Gewässern oder auf, an oder in Gebäuden in der Stadt oder ihrem nahen Umfeld für die kommerzielle oder nichtkommerzielle Erzeugung von Leistungen im stadtreionalen, d. h. stadtnahem ruralen, peri-urbanen und intra-urbanen Raum genutzt werden.“ (FELDMANN ET AL. 2023A).

Nach dieser Definition ist ein sehr breites Spektrum an Produktionssystemen der Obst- und Gemüseerzeugung unter dem Begriff urbaner Gartenbau zusammengefasst. Diese teilen FELDMANN ET AL. (2023B) entsprechend der Hauptakteure und der Hauptintention in drei Kategorien ein, die gewinnorientierten Betriebe, nicht-gewinnorientierte Aktivitäten privater Akteure sowie gemeinwohlorientierte Aktivitäten kommunaler Akteure. Dabei sind die so zusammengefassten

Formen des urbanen Anbaus von Obst und Gemüse jeweils sehr heterogen. In ihrem Beitrag zum urbanen Gartenbau stellen FELDMANN UND VOGLER (2023) die Chancen heraus, die sich aus den Besonderheiten der urbanen Strukturen für die Entwicklung und Erprobung innovativer Anbautechnologien, Vermarktungsformen und Geschäftsmodelle ergeben. Die Bevölkerungsdichte, die verschiedensten Bedürfnisse der Stadtbewohner*innen, das knappe Raumangebot und die kurzen Wege sind dabei wesentliche Faktoren für die Entwicklung innovativer Ansätze des urbanen Gartenbaus. Ein wesentliches Kennzeichen des urbanen Gartenbaus ist die Multifunktionalität, die über die regionale Erzeugung von Obst und Gemüse über ökologische Funktionen, Erholung und Freizeit, soziale und gemeinschaftsstiftende Aktionen hin zu Bildungsarbeit ein breites Feld von Zielen abdeckt (FELDMANN ET AL. 2023B).

Beispiele für technologische Innovationen, die aus dem Bereich des urbanen Gartenbaus kommen, aber nicht darauf beschränkt sind, sind das Vertical Farming und die Aquaponik, die in den folgenden Abschnitten im Detail diskutiert werden.

Im Gegensatz zur allgemeinen Landwirtschaft gibt es keinen in sich kohärenten rechtlichen Rahmen für die urbane Landwirtschaft und damit auch nicht für den urbanen Gartenbau. Dasselbe gilt für die Förderung, sodass, wenn überhaupt, im Rahmen des urbanen Gartenbaus auf die Wirtschafts-, die Start-up- oder die landwirtschaftliche Förderung zugegriffen wird (DIRKSMEYER UND ISAAK 2023).

FELDMANN UND VOGLER (2023B) weisen auch auf den potenziellen Beitrag urbaner Erzeugung für die Ernährungssicherheit und den Selbstversorgungsgrad von Städten hin. Dieser Aspekt wird in Kapitel 3.3 im Kontext von Produktion und Nachfrage von Obst und Gemüse in Deutschland untersucht.

Fazit:

- Es gibt sehr viele verschiedene Facetten des urbanen Gartenbaus, sodass es abgesehen von der regionalen Zuordnung, schwierig ist, allgemeingültige Aussagen dazu zu treffen.
- Der urbane Gartenbau ist multifunktional und geht oftmals über den produktiven Aspekt hinaus.

3.1.7.3 Vertical Farming

Vertical Farming (VF) existiert in vielen verschiedenen Formen und es gibt bisher keine einheitliche Definition (VAN DELDEN ET AL. 2021). Allgemein lässt sich jedoch sagen, dass VF eine Form der Landwirtschaft darstellt, bei der Pflanzen vertikal im geschützten Indoor-Bereich (OH UND LU 2023) meist unter kontrollierten Bedingungen (BUNGE ET AL. 2022) angebaut werden. Durch den damit verbundenen geringen Flächenanspruch eignet sich VF besonders für den urbanen Raum. Beim VF kommen häufig bodenlose Methoden, d. h. Hydroponik, Aeroponik oder Aquaponik, oder auch substratbasierte Systeme mit Tropfbewässerung zum Einsatz. Durch die effiziente Nutzung von Wasser und Land (BUNGE ET AL. 2022) könnten die Systeme bei wachsender Weltbevölkerung und stetig

steigendem Urbanisierungsgrad zunehmend an Bedeutung für die Ernährungssicherheit gewinnen (BENKE UND TOMKINS 2017). Derzeit werden in VF-Systemen hauptsächlich Obst, Gemüse und Kräuter angebaut (VAN DELDEN ET AL. 2021). Da es sich bei dem Einsatz vieler VF-Systeme bisher noch um Pilotprojekte handelt, gibt es bisher kaum verlässliche Zahlen. Daten zu Anbauumfang und Bedeutung einzelner Kulturen konnten nicht ausfindig gemacht werden. OH UND LU (2023) liefern allerdings einen Literaturüberblick zum State-of-the-Art des VF: von 2017 bis 2022 gab es Veröffentlichungen zu VF-Projekten mit Spinat, Salat, Pak Choi, Indischem Senf, verschiedenen Gemüsearten, Honigkraut und weiteren Pflanzen.

Neben der effizienteren Nutzung von Land und Wasser gegenüber herkömmlichen Systemen (BUNGE ET AL. 2022), liegt ein großer Vorteil der VF-Systeme darin, dass die Pflanzen aufgrund von optimalen Umgebungsbedingungen hohe und stabile Erträge bei einer hervorragenden Produktqualität liefern können (BENKE UND TOMKINS 2017; BUNGE ET AL. 2022). Außerdem ermöglichen VF-Systeme eine ganzjährige Versorgung mit Nahrungsmitteln, bei gleichzeitig kurzen Transportwegen (BENKE UND TOMKINS 2017). Darüber hinaus können in den meisten Fällen Pflanzenschutzmittel eingespart werden (BENKE UND TOMKINS 2017), da die Pflanzen überwiegend in geschlossenen Räumen angebaut werden. Auch der Bedarf an Wasser ist geringer als bei konventionellen Systemen (BUNGE ET AL. 2022), da eine verminderte Evaporation stattfindet und graues Wasser recycelt werden kann (BENKE UND TOMKINS 2017).

Dennoch benötigen VF-Systeme deutlich mehr Energie als der Freiland- oder Gewächshausanbau (BUNGE ET AL. 2022). Gerade vor dem Hintergrund weiterhin hoher Energiepreise (JANNSEN UND SONNENBERG 2022; EWI 2022A), könnte die starke Abhängigkeit von Energie den Einsatz dieser Systeme in größerer Anzahl oder auf größerer Fläche limitieren. Insgesamt hängen die Umwelteffekte von VF stark von der Art des verwendeten Systems ab. Vor allem das Substrat und die verwendete Energiequelle spielen eine entscheidende Rolle (BUNGE ET AL. 2022). Selbst bei einem Verzicht auf fossile Energieträger werden die Energiekosten mindestens kurz- und mittelfristig einer stärkeren Verbreitung von VF enge Grenzen aufsetzen.

Weitere Forschung wird daher an dieser Stelle benötigt, um VF energieeffizienter betreiben zu können. Da die Systeme sich bisher am Anfang ihrer Entwicklung befinden, stehen dem Einsatz auf größerer Ebene auch noch weitere Herausforderungen gegenüber. Diese umfassen z. B. hohe Anschaffungskosten (z. B. OH UND LU 2023; VAN DELDEN ET AL. 2021; SIREGAR ET AL. 2022), ein bisweilen tiefgreifender Mangel an Wissen und Beratung (OH UND LU 2023) sowie eine eher geringe gesellschaftliche Akzeptanz der Produkte (VAN DELDEN ET AL. 2021).

Fazit:

- Mit VF werden Anbausysteme bezeichnet, bei denen die Produktion in geschlossenen Räumen, vertikal angeordnet bzw. oft in mehreren Etagen übereinander stattfindet.

- In Bezug auf Grundfläche, Wasser, Nährstoffe und Pflanzenschutz werden VF-Systeme als potenziell sehr effizient angesehen.
- Der Energieverbrauch von VF-Systemen wird durch den Bedarf an Wärme, Beleuchtung und hohem Technisierungsgrad als sehr hoch eingeschätzt.
- Bisher befindet sich VF noch in der Erforschung und Entwicklung, d. h. Informationen liegen überwiegend aus Pilotprojekten vor.

3.1.7.4 Aquaponik

Da über die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten lebt und diese Zahl weiter ansteigt, wird es zunehmend wichtiger, nachhaltige Wege zur Ernährung der städtischen Bevölkerung zu finden. Aquaponik ist eine Form der Landwirtschaft, bei der Aquakultur (Fischzucht) und Hydroponik (bodenloser Pflanzenbau) in einem geschlossenen Kreislaufsystem kombiniert werden (BAGANZ ET AL. 2020). Im Kontext der urbanen Landwirtschaft hat Aquaponik den Vorteil, näher am Markt zu sein und marginale Flächen in städtischen Gebieten nutzen zu können (RODGERS ET AL. 2022). Das geschlossene Kreislaufsystem der Aquaponik reduziert auch Abfallprodukte und minimiert den Einsatz von Energie und anderen Ressourcen (ALEKSIĆ UND ŠUŠTERŠIČ 2020).

Die meisten Aquaponiksysteme sind gekoppelte Systeme, bei denen das Wasser ständig zwischen Fischen und Pflanzen im Kreis fließt (RODGERS ET AL. 2022). Dadurch können jedoch suboptimale Bedingungen für Fische und Pflanzen entstehen, da ihre jeweiligen Ernährungs- und Umgebungsanforderungen unterschiedlich sind (OSMAN ET AL. 2021). In den letzten Jahren haben entkoppelte Aquaponiksysteme, bei denen Fisch- und Pflanzensysteme getrennt sind, als Lösung für dieses Problem an Aufmerksamkeit gewonnen. Entkoppelte Aquaponiksysteme umfassen einen Bioreaktor, der das Abwasser aus der Aquakultur in eine Nährlösung für die Pflanzen umwandelt, anstatt das Wasser direkt zu den Pflanzen fließen zu lassen. Die Nährlösung vom Bioreaktor wird bei Bedarf mit zusätzlichen Nährstoffen und einer pH-Anpassung für die Pflanzenaufnahme optimiert (GODDEK ET AL. 2019).

Trotz einiger Vorteile und Potenziale haben Aquaponiksysteme einige technische, wirtschaftliche und soziale Herausforderungen zu bewältigen (BAGANZ ET AL. 2022; RODGERS ET AL. 2022; GODDEK ET AL. 2019). Im Vergleich zu unabhängiger Aquakultur oder Hydroponik ist die Produktion in Aquaponiksystemen aufgrund von Kompromissen zwischen den Fisch- und Pflanzenkomponenten häufig kostenintensiver (BAGANZ ET AL. 2020). Die Investitionskosten sind aufgrund der Komplexität des Systems hoch (ALEKSIĆ UND ŠUŠTERŠIČ 2020). Die geltenden regulatorischen und rechtlichen Rahmbedingungen sind nicht für diese Systeme konzipiert und führen zu Verwirrung und übermäßiger Bürokratie (GODDEK ET AL. 2019). Darüber hinaus kennen auf Ebene der Konsumierenden nur wenige die Aquaponik, sodass oftmals keine zusätzliche Zahlungsbereitschaft für Produkte aus diesen Systemen generiert werden kann (MILIČIĆ ET AL. 2017).

Die Produktionskosten in Aquaponiksystemen könnten durch Skaleneffekte gesenkt werden, indem größere Anlagen etabliert werden. Ohne den Einstieg kapitalkräftiger Investoren kann eine solche Skalierung bei den in diesem Bereich weit verbreiteten Start-ups nur durch staatliche Förderung erreicht werden. Ferner kann die Entwicklung eines spezifischen regulatorischen und gesetzlichen Rahmens die Verbreiterung der Technologie erleichtern, da dies den Einstieg von Investoren begünstigen dürfte. Schließlich ist eine gezielte Marketingstrategie erforderlich, um das Bewusstsein der Verbrauchenden für Aquaponikprodukte zu steigern. Dabei sollten insbesondere die Regionalität der Produkte und die Nachhaltigkeit der Produktion hervorgehoben werden.

Fazit:

- Aquaponik ist ein Spezialfall eines geschlossenen Kreislaufsystems, in dem substratfreier Pflanzenbau und Fischhaltung kombiniert werden.
- Vorteile liegen in der kombinierten Nutzung von Ressourcen, Nachteile sind die hohe Komplexität der Systeme, hohe Investitionskosten und regulatorische Hürden bzw. Unsicherheiten.
- Chancen ergeben sich für die Vermarktung durch die Kommunikation der Regionalität der Produkte und die Nachhaltigkeit der Produktion in geschlossenen Kreislaufsystemen.

3.1.7.5 Regenerativer Anbau

Der Begriff der regenerativen Landwirtschaft hat in den letzten Jahren ein stetig steigendes Interesse erfahren (GILLER ET AL. 2021). Dieses Interesse ist begründet in einer Wahrnehmung von zunehmenden Krisen der Landwirtschaft und der Suche nach Lösungsvorschlägen für die in der Farm to Fork-Strategie geforderte Transformation der Landwirtschaft zu einem nachhaltigen Ernährungssystem (EU-KOM 2020; EASAC 2022). Bei der regenerativen Landwirtschaft handelt es sich nicht um eine gesetzlich definierte Wirtschaftsweise, wie es beim ökologischen Landbau der Fall ist, sondern um eine große Bandbreite verschiedener Konzepte und Ansätze, die als gemeinsame Grundlage eine Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit zum Hauptziel haben (SCHREEFEL ET AL. 2020) und darüber hinaus den Schutz der Biodiversität in den Blick nehmen (EASAC 2022; GILLER ET AL. 2021). Dazu werden Maßnahmenbündel vorgeschlagen, die nicht in direktem Zusammenhang mit dem ökologischen Anbau nach EU-Ökoverordnung stehen, sondern größtenteils ganz allgemein zur guten fachlichen landwirtschaftlichen Praxis zählen, wie z. B. die möglichst kontinuierliche Bodenbedeckung durch den Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten oder Mulchauflagen, weitgehender Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung, Beseitigung von Bodenverdichtung durch Tiefenlockerung oder die Reduktion des Einsatzes von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern auf das unbedingt notwendige Maß (GILLER ET AL. 2021). Manchmal werden auch die Anlage von Hecken und Landschaftsstrukturen oder von Agroforstsystemen als Elemente der regenerativen Landwirtschaft hervorgehoben (EASAC 2022). Ein etwas spezifischerer Ansatz ist die Nutzung von

flüssigen Kompostauszügen oder kommerziellen Produkten, die mittels darin enthaltener Mikroorganismen das Bodenleben positiv beeinflussen sollen (NÄSER 2020).

In Deutschland wird der regenerative Anbau durch verschiedene Akteure weiterentwickelt und in der Praxis verbreitet (LIVE2GIVE 2023; GRUENEBRUECKE; HUMUSFARMING 2023; NÄSER 2020; DIE ZUKUNFTSBAUERN 2023). Diese Akteure bieten Beratung und Seminare für eine sehr breite Zielgruppe an, die von sehr großen konventionellen Ackerbauunternehmen bis hin zu Kleinstbetrieben im Gemüsebau mit Market Gardening Konzepten (MARKETGARDEN 2022) reicht. Zahlen zur Umsetzung in der Praxis liegen bisher nicht vor, da weder die Zielsetzung der Förderung der Bodenfruchtbarkeit und des Humusaufbaus, noch die dazu vorgeschlagenen Maßnahmen auf den regenerativen Anbau beschränkt sind, sondern auch in den Kontexten des integrierten und des ökologischen Anbaus als Bestandteil der guten fachlichen Praxis angewandt werden. Die Frage nach einem möglichen Beitrag des Konzeptes der regenerativen Landwirtschaft zu einem nachhaltigeren Obst- und Gemüsebau ist vor diesem Hintergrund kritisch zu betrachten.

Die Wirksamkeit von Präparaten mit Mikroorganismen zur Bodenverbesserung und Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen ist nicht belegt (MAYER UND BIERI 2010; WICHURA, 2023). Die Bedeutung, die diesen Mitteln im Kontext von Beratung und Schulungen zum regenerativen Anbau beigemessen wird, ist daher kritisch zu sehen (KOHL 2023, WICHURA, 2023). Im Unterschied dazu sind Maßnahmen zum Humusaufbau und für die Bodenpflege in der Regel mit konkreteren positiven Effekten auf die Bodenfruchtbarkeit verbunden (siehe auch Kapitel 3.1.2.3). In diesem Kontext sind innovative Ansätze zu finden, die aus der gemüsebaulichen Praxis entwickelt werden. Je nach betrieblichen Begebenheiten und Flächenverfügbarkeit können beispielsweise Mulchsysteme für den Gemüsebau relevant sein, bei denen der Boden zwischen den Gemüsepflanzen mit pflanzlichem Mulchmaterial bedeckt wird, um positive Effekte auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt, die Unkrautunterdrückung und die Bodenstruktur zu erzielen (JUNGE ET AL. 2019; LIVE2GIVE 2023). Aus der Praxis gibt es dazu Innovationen, wie z. B. eine speziell entwickelte Pflanzmaschine, mit der Jungpflanzen in die Mulchschicht gepflanzt werden, wodurch der Arbeitsaufwand für die Mulchabbringung deutlich verringert wird (LIVE2GIVE 2023). Eine besondere Herausforderung bei der Nutzung von pflanzlichen Mulchauflagen ist die Einhaltung der Düngeverordnung aufgrund der im Mulchmaterial enthaltenen Stickstoffmengen und die Synchronisation der Stickstoffmineralisierung mit dem Bedarf der Kulturpflanzen, um Auswaschungsrisiken zu vermeiden (JUNGE ET AL. 2019; LIVE2GIVE 2023). Des Weiteren sind der Flächenanspruch und die damit verbundenen Opportunitätskosten für die Produktion von Mulch ein wichtiger begrenzender Faktor für die großflächige Umsetzung solcher Systeme (LIEBER UND JÄCKEL 2022).

Als besondere Betriebsform werden oft auch Kleinstgemüsebetriebe mit Direktvermarktung im urbanen oder periurbanen Raum (siehe Kapitel 3.1.7.2) als Market Gardening Konzepte, Tinyfarms

oder der biointensive Anbau (BLE 2023A; MARKETGARDEN 2022; TINY FARMS ACADEMY 2023) mit dem Begriff regenerative Landwirtschaft in Verbindung gebracht.

Fazit:

- Unter dem Begriff regenerativer Anbau finden sich verschiedene Konzepte und Maßnahmen, die als Gemeinsamkeit die Bodenfruchtbarkeit und den Humusaufbau in den Fokus nehmen. Ein Großteil der empfohlenen Maßnahmen gehört zur allgemeinen guten fachlichen Praxis in Landwirtschaft und Gartenbau.
- Im Bereich des regenerativen Anbaus finden sich zum Teil innovative und weiterführende Konzepte zum bodenschonenden Anbau und zur Klimaanpassung, wie z. B. Mulchsysteme im Gemüsebau.
- Andererseits sind in sich geschlossene Beratungskonzepte, die einen großen Fokus auf die Anwendung von Präparaten mit nicht belegter Wirkung legen, als kritisch zu beurteilen.
- Eine klare Definition des regenerativen Anbaus existiert bisher nicht, daher kann diese Produktionsausrichtung auf verschiedenen Betrieben sehr unterschiedlich umgesetzt werden.
- Es besteht die Gefahr, dass der Ansatz zum Greenwashing genutzt und dass er auf Verbraucherseite nicht verstanden wird. Dies könnte zulasten der Nachfrage nach Produkten aus dem ökologischen Anbau führen, wenn sich die Nachfrage nach Produkten zum regenerativen Anbau verschiebt.

3.1.8 Beratung

Die Beratung für Obst und Gemüse erzeugende Betriebe wird auf Ebene der Bundesländer organisiert. Dabei sind sowohl die Organisationsstrukturen als auch die Finanzierungsmodelle sehr unterschiedlich ausgestaltet. Auch die Beratungsschwerpunkte sind in den Bundesländern unterschiedlich gelegt. Aufgrund der starken Heterogenität der Strukturen in der Beratung konnte im Rahmen dieser Studie keine Bestandsaufnahme durchgeführt werden. Angesichts fehlender aktueller Studien wäre dafür eine breite Befragung in allen Bundesländern erforderlich. Grundsätzlich ist aber festzustellen, dass öffentlich finanzierte Beratungskapazitäten tendenziell schwinden. In vielen Bundesländern muss ehemals öffentlich finanzierte Beratung teilweise oder komplett durch die Betriebe finanziert werden.

3.1.9 Öffentlich finanzierte Forschung

Mit Hilfe der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft e. V. (FLACHOWSKY 2023; RÖHLEN-SCHMITTGEN 2023) wurde versucht, einen Überblick über die aktuelle Landschaft der öffentlich finanzierten Forschung und wissenschaftlichen Ausbildung im Bereich des Obst- und Gemüsebaus zu erarbeiten (Anhänge 3 und 4). Da Kapazitäten in diesem Bereich aufgrund von politischen Vorgaben und Eintritt in den Ruhestand von Stelleninhabenden einer ständigen Veränderung unterliegen, ist eine aktuelle Situationsbeschreibung nicht ohne eine vorherige Recherche zu erstellen. Dafür wurde

auf eine Internetrecherche zurückgegriffen (FLACHOWSKY 2023; RÖHLEN-SCHMITTGEN 2023). Erfahrungsgemäß sind strukturelle Angaben im Internet jedoch nicht immer aktuell. Etwaige Kenntnisse über bald bevorstehende Änderungen des erfassten Status quo wurden mit in die Analyse aufgenommen. Aus den genannten Gründen könnte die beschriebene Situation jedoch von der tatsächlichen geringfügig abweichen.

Die Analyse des Status quo der öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen im Obst- und Gemüsebau zeigt, dass es auf universitärer Ebene noch jeweils eine Professur gibt, die sich ausschließlich mit dem Obst- bzw. Gemüsebau beschäftigt (FLACHOWSKY 2023; RÖHLEN-SCHMITTGEN 2023). Beide Professuren befinden sich an der Leibniz Universität Hannover, bei der bekannt ist, dass sie seit Jahren keine freiwerdenden Professuren im Gartenbau nachbesetzt. Die Professur im Gemüsebau wird im Lauf des Jahres 2023 vakant, da der Lehrstuhlinhaber in den Ruhestand gehen wird. An der Universität Bonn besteht ferner eine Professur, die sich schwerpunktmäßig mit dem Obst- aber auch mit dem Gemüsebau beschäftigt. Weitere universitäre Professuren behandeln gelegentlich Forschungsthemen aus dem Obst- und Gemüsebau, haben jedoch keinen ausgeprägten Schwerpunkt in diesem Bereich.

Auf Ebene der Hochschulen sieht die Situation nur wenig besser aus. Im Obstbau gibt es drei Professuren, wovon jedoch eine durch Eintritt in den Ruhestand bald vakant wird, im Gemüsebau nur eine. In beiden Bereichen gibt es einige wenige Professuren, die sich temporär mit dem Obst- und Gemüsebau beschäftigen (FLACHOWSKY 2023; RÖHLEN-SCHMITTGEN 2023). Die Forschungsintensität an Hochschulen ist aufgrund des hohen Lehrdeputats in der Regel erheblich geringer als an Universitäten. Daher ist unklar, ob und in welcher Tiefe sich die Hochschulprofessuren neben der Lehre auch in der Forschung mit dem Obst- und Gemüsebau auseinandersetzen.

Die Bestandsaufnahme an den Universitäten und Hochschulen zeigt, dass es insbesondere im Vergleich zur Jahrtausendwende kaum noch spezialisierte Professuren für den Obst- und Gemüsebau gibt. Ein deutlicher Stellenabbau war zu verzeichnen. Das hat erhebliche Folgen für die Forschungsintensität in diesem Bereich. Es zeigt sich zudem, dass vor dem Hintergrund von kaum noch vorhandenen Ausbildungsmöglichkeiten seit vielen Jahren nur noch wenige Absolvierende beider Fachrichtungen jährlich die Einrichtungen verlassen. Der daraus resultierende Mangel hat erhebliche Folgen in verschiedenen Bereichen:

- 1) Professuren können nicht oder nur nach einem langwierigen Suchprozess besetzt werden. Aufgrund dieser Probleme wird die Denomination von Lehrstühlen teilweise verändert.
- 2) Wissenschaftlicher Nachwuchs fehlt an Universitäten, Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen, so dass Stellen oft nur verzögert und nach wiederholten Ausschreibungen sowie zum Teil mit Personen aus angrenzenden Fachbereichen besetzt werden können.

- 3) Freiwerdende Stellen von Lehrenden an Berufs- und Fachschulen können nur noch selten nachbesetzt werden.
- 4) Fachkräfte für die Beratung fehlen.
- 5) Es herrscht Mangel an Führungskräften in obst- und gemüsebaulichen Wertschöpfungsketten.
- 6) Fachlich ausgebildetes Personal für die öffentliche Verwaltung fehlt.

Neben den Universitäten und Hochschulen wird an Landesforschungseinrichtungen und Bundesinstituten öffentlich finanzierte Forschung im Obst- und Gemüsebau betrieben (FLACHOWSKY 2023; RÖHLEN-SCHMITTGEN 2023). Diese Einrichtungen sind mal mehr, mal weniger stark auf den Obst- und/oder Gemüsebau oder Teilbereiche davon, z. B. Pflanzenschutz, Technik oder Betriebswirtschaft ausgerichtet. Diese Institute leiden derzeit schon erheblich unter dem zu beobachtenden Mangel an wissenschaftlichem Nachwuchs.

In allen genannten Forschungseinrichtungen haben drittmittelfinanzierte Forschungsprojekte eine erhebliche Bedeutung. In der Regel wird über diese Schiene ein Großteil der Forschungsaktivitäten finanziert, da die personelle Grundausstattung der Einrichtungen in der Vergangenheit oftmals erheblich ausgedünnt wurde.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) veröffentlichte im Jahr 2005 eine Denkschrift zu den Perspektiven der agrarwissenschaftlichen Forschung (DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT 2005). Darin wurde die Bedeutung der Agrar- und Gartenbauwissenschaften für die aktuellen gesellschaftlichen Herausforderungen betont. Vor dem Hintergrund der immer stärker spürbaren Bedrohungen durch den Klimawandel, die zunehmenden Herausforderungen der globalen Ernährung und des sich vollziehenden Wandels des Ernährungssystems in Deutschland und Europa, hat sich an dieser Einschätzung nichts geändert. Außerdem wurde in der Denkschrift der systemare Charakter der Agrarwissenschaften und verwandter Wissenschaften wie dem Gartenbau hervorgehoben. Zur Lösung von Problemen sei interdisziplinäre Zusammenarbeit über Fachgrenzen hinweg erforderlich. Der Wissenschaftsrat kritisierte den unkoordinierten Abbau der Gartenbauwissenschaften, da dadurch alle Standorte litten (WISSENSCHAFTSRAT 2006). Der Wissenschaftsrat empfahl im Jahr 2006, die Gartenbauwissenschaft an zwei Standorten zu konzentrieren. Aufgrund der damals dort noch bestehenden Kapazitäten, wurden dafür Hannover und München vorgeschlagen. Mittlerweile sind die Kapazitäten an beiden Standorten erheblich gesunken. Dennoch gibt es weiterhin erheblichen Bedarf an zwei fachlich breit aufgestellten Standorten für die universitären Gartenbauwissenschaften in Deutschland, um den oben beschriebenen nationalen, aber auch internationalen Herausforderungen zu begegnen. Davon würden auch der Obst- und der Gemüsebau erheblich profitieren.

Fazit:

- Auf Ebene der Universitäten und Hochschulen gibt es nur noch wenige spezialisierte Professuren für den Obst- und den Gemüsebau. Auf absehbare Zeit fällt auch hiervon ein Großteil weg.
- Der daraus resultierende Mangel an Absolvierenden von Hochschulen und Universitäten führt zu einem erheblichen Mangel an gut ausgebildetem Nachwuchs. Dies betrifft insbesondere:
 - Nachbesetzungen von Professuren an Hochschulen und Universitäten,
 - temporäre und dauerhafte wissenschaftliche Stellen,
 - Lehrende an Fach- und Berufsschulen,
 - die Beratung,
 - Führungskräfte für obst- und gemüsebauliche Wertschöpfungsketten und
 - Fachpersonal für die öffentliche Verwaltung.
- Dieser Mangel ist schon weit verbreitet und schränkt den Handlungsspielraum der jeweiligen Institutionen und Firmen stark ein.
- Es besteht Bedarf an zwei breit aufgestellten universitären Standorten für die Gartenbauwissenschaft mit dem Obst- und dem Gemüsebau als integrale Bestandteile.

3.2 Wettbewerbsfähigkeit

3.2.1 Anbaustrukturen und Strukturwandel

Um die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Gartenbaus zu bewerten, sollten zuerst die vorherrschenden Anbaustrukturen sowie deren Entwicklungen betrachtet werden. Dazu existieren bereits Steckbriefe für den Gemüsebau (GARMING 2024A), für den Obstbau (GARMING 2024B) sowie speziell für den Apfelanbau (GARMING 2024C) und den Erdbeeranbau (GARMING 2024D), welche die Strukturentwicklungen aktuell und umfassend beschreiben.

Die Erzeugung von Obst und Gemüse findet zum Teil stark konzentriert in regionalen Produktionsclustern statt. Die bedeutendsten Landkreise für den Gemüsebau sind Potsdam-Mittelmark, Dithmarschen, Cloppenburg, Germersheim sowie der Rhein-Pfalz-Kreis. In diesen Landkreisen wird jeweils auf über 3.000 Hektar Gemüse angebaut (GARMING 2024A). Regionale Cluster für den Apfelanbau finden sich in der Region Altes Land/Niederelbe mit 28 % der deutschen Apfelanbaufläche, am Bodensee (36 %) und in Sachsen (7 %) (MUDER ET AL. 2022). Die bedeutendsten Landkreise für den Apfelanbau mit jeweils über 1.000 Hektar Apfelanbaufläche sind – mit abnehmender Anbaufläche – Stade, der Bodenseekreis, Hamburg, der Rhein-Sieg-Kreis, Ravensburg sowie die Sächsische Schweiz-Osterzgebirge (GARMING 2023). Auch in anderen europäischen Ländern findet die Apfelproduktion vorwiegend in regionalen Produktionsclustern statt (MUDER ET AL. 2022).

Laut DESTATIS (2024A) wurde im Jahr 2023 in Deutschland auf rund 122.800 Hektar Gemüse angebaut, davon etwa 1 % im geschützten Anbau. Die Gemüseanbauflächen haben außerdem von 2012 bis 2023 um rund 6 % zugenommen. Die Produktionsmengen unterliegen zwar jährlichen Schwankungen, zeigen insgesamt allerdings ebenfalls einen steigenden Trend (GARMING 2024A). Im Vergleich dazu ist die Anbaufläche für Äpfel, die mit 77 % der Obstanbaufläche bedeutendste in Deutschland (AMI 2022), in den letzten Jahren auf einem relativ konstanten Niveau von rund 34.000 Hektar geblieben (GARMING 2023). In Bezug auf die Produktionsmenge ist eine hohe Volatilität erkennbar, was vor allem auf Extremwetterereignisse wie Hagel und Spätfröste sowie die Alternanz der Bäume zurückzuführen ist. In Polen und Italien, die für Deutschland als Netto-Apfelimporteure wichtige Handelspartner darstellen, befinden sich die Apfelanbauflächen ebenfalls auf einem relativ konstanten Niveau (MUDER ET AL. 2022). Im Hinblick auf die angebauten Gemüsearten sind über einen Zeitraum von zehn Jahren deutliche Verschiebungen zu beobachten. Dies zeigt der Vergleich der Anteile der in Deutschland in den Jahren 2013 und 2023 angebauten Gemüsesorten. So gab es eine deutliche Zunahme beim Anbau von Möhren, Speisezwiebeln, Fruchtgemüse sowie Wurzel- und Knollengemüse, während der Anteil von Kohl-, Blatt- und Stängelgemüse an der Gesamterzeugung rückläufig war. Die bedeutendsten Gemüsearten mit Erntemengen von rund 797.000 Tonnen und 666.000 Tonnen waren im Jahr 2023 Möhren und Speisezwiebeln (GARMING 2024A). Auch im Obstbau ändern sich die Marktnachfrage und der Anbau. Ein sinkender Pro-Kopf-Verbrauch bei Äpfeln und ein steigender Pro-Kopf-Verbrauch bei Beerenobst zeigen, dass die Beliebtheit von Beerenobst bei den Konsumierenden zugenommen hat (GAIN 2020). Dies spiegelte sich auch im Anbau von Beerenobst wider. Die Gesamtfläche des Strauchbeerenanbaus hat sich von 2012 bis 2023 um 36 % erhöht und zwar von 6.839 Hektar auf 9.288 Hektar (eigene Berechnung nach DESTATIS 2024C). Allerdings fand das stärkste Wachstum zwischen 2012 und 2017 statt, seitdem hat die Strauchbeerenanbaufläche nur noch geringfügig zugenommen (DESTATIS 2024C). Dabei gab es Veränderungen in den Flächenanteilen der Strauchbeerenarten. Der Flächenanteil von Heidelbeeren an den Strauchbeeren hat sich seit 2012 von 27 % auf 40 % erhöht, während bei Schwarzen Johannisbeeren die Entwicklung gegenläufig war, von 24 % auf 14 % Flächenanteil (eigene Berechnungen nach DESTATIS 2024C). Die Erdbeere, hinsichtlich Anbaufläche und Erntemenge wichtigste Beerenart Deutschlands, folgte nicht dem steigenden Trend, der beim Strauchbeerenanbau zu beobachten war: Die Erdbeeranbaufläche betrug im Jahr 2023 rund 14.010 Hektar. Dies entspricht einem Rückgang der Erdbeeranbaufläche von rund 26 % zwischen 2012 und 2023 (eigene Berechnungen nach DESTATIS (versch. Jahrgänge)) (Abbildung 1).

Insbesondere beim Beerenanbau konnte in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme des geschützten Anbaus verzeichnet werden. So verfünffachte sich die Anbaufläche von Erdbeeren unter hohen begehbaren Schutzabdeckungen zwischen 2012 und 2023 und erreichte damit einen Flächenanteil von rund 14 % (eigene Berechnung nach DESTATIS 2013; DESTATIS 2024A). Da die

Flächenerträge von Erdbeeren unter Schutz im Durchschnitt doppelt so hoch sind wie im Freiland, lag ihr Anteil an der Gesamterdbeerernte in 2023 bei 30 %. Bei den Strauchbeeren stieg der Anteil des geschützten Anbaus von rund 1,5 % der Anbaufläche in 2012 auf 6 % in 2023 (DESTATIS 2024c). Den größten Anteil daran haben Himbeeren, deren Fläche unter Schutz von nur 9 % in 2012 auf 50 % der gesamten Himbeeraanbaufläche in 2023 anstieg. Für Baumobst ist die Anbaufläche unter Schutznetzen statistisch nicht erfasst, allerdings kann auch hier insbesondere in der Kirschenerzeugung von einem spürbaren Anstieg in den letzten Jahren ausgegangen werden. Durch den Wunsch der Produzierenden, höhere und vor allem stabilere Erträge sowie bessere Fruchtqualitäten zu erzielen und sich vor Ertragsausfällen zu schützen, wird dem Schutz der Kulturen in Zukunft eine noch größere Bedeutung zukommen. Der Hauptgrund dafür sind zunehmende Extremwetterereignisse, was auf den Klimawandel zurückzuführen ist. Der Gemüsebau findet derzeit überwiegend im Freiland statt, nur 1 % der Anbaufläche, also rund 1.300 Hektar sind geschützt (GARMING 2024A).

Im gesamten Gartenbau ist ein kontinuierlicher Strukturwandel zu beobachten, wobei die Anzahl der Betriebe stetig abnimmt, die durchschnittliche Anbaufläche pro Betrieb jedoch ansteigt. Die Entwicklung zwischen den Jahren 2017 und 2022 ist exemplarisch für den Gemüsebau und für den Apfelanbau in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt. Dabei ist eine ähnliche Verteilung der Anbauflächen auf die Betriebsgrößenklassen zu beobachten, mit 60 % der Anbaufläche in der größten Betriebsgrößenklasse und nur einem geringen Anteil in den Betrieben mit unter fünf Hektar Anbaufläche. Allerdings herrschen im Gemüseanbau größere Strukturen vor als im Obstbau: rund 80 % der Gemüseanbaufläche ist in Betrieben mit über 20 Hektar zu finden (Abbildung 2), beim Apfelanbau sind es 60 % (Abbildung 3). Die Veränderung über den Zeitraum von fünf Jahren hin zu steigenden Betriebsgrößen ist für den Apfelanbau stärker als im Gemüsebau. Der Trend zu wachsenden Betriebsgrößen konnte im Apfelanbau auch in anderen europäischen Ländern beobachtet werden (MUDER ET AL. 2022). Grundsätzlich ist für andere Obstarten von ähnlichen Anbaustrukturen auszugehen (GARMING ET AL. 2018).

Insgesamt unterscheiden sich die mittleren Betriebsgrößen des Obst- und Gemüsebaus in den einzelnen Bundesländern erheblich. So liegen die größten Betriebsstrukturen des Gemüsebaus in Rheinland-Pfalz (durchschnittlich 50 Hektar pro Betrieb), im mittleren Bereich sind Niedersachsen (durchschnittlich 26 Hektar) sowie Nordrhein-Westfalen (durchschnittlich 22 Hektar) einzuordnen, während in Baden-Württemberg und Hamburg (durchschnittlich 11 Hektar) die im Mittel kleinsten Betriebe zu finden sind (GARMING 2024A).

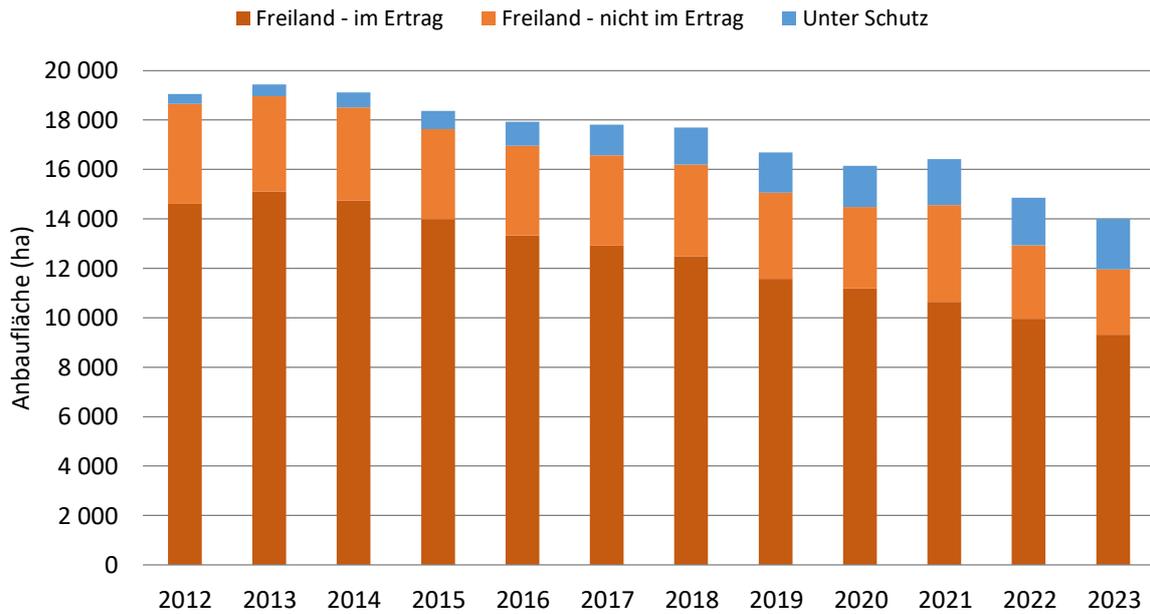


Abb. 1: Entwicklung der Anbauflächen von Erdbeeren im Freiland und unter Schutz, 2012 – 2023

Quelle: DESTATIS, versch. Jahrgänge.

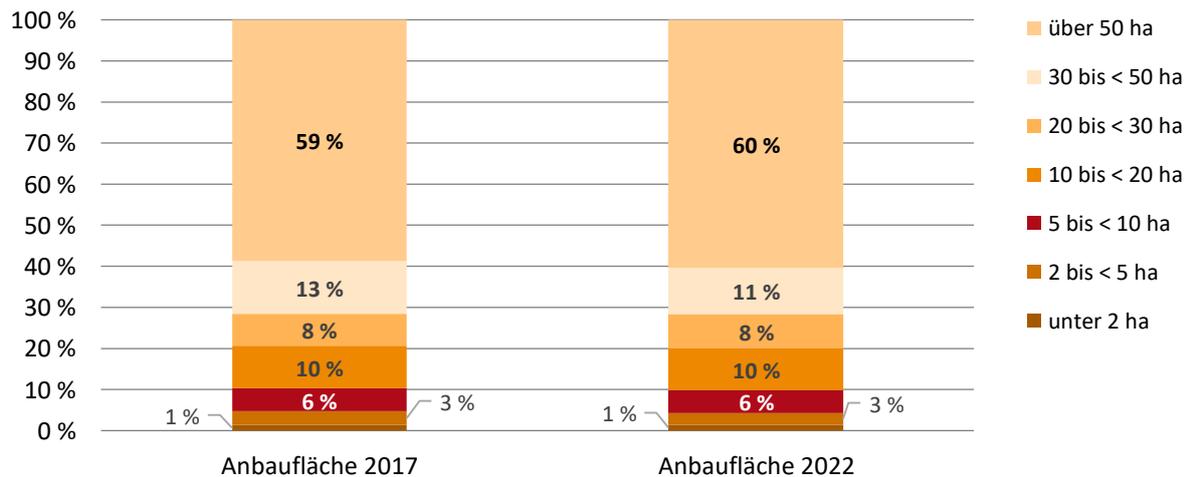


Abb. 2: Vergleich der Gemüseanbauflächen 2017 und 2022, nach Größenklasse der Anbaufläche in den Betrieben

Quelle: Eigene Berechnung nach DESTATIS 2023A; DESTATIS 2018A.

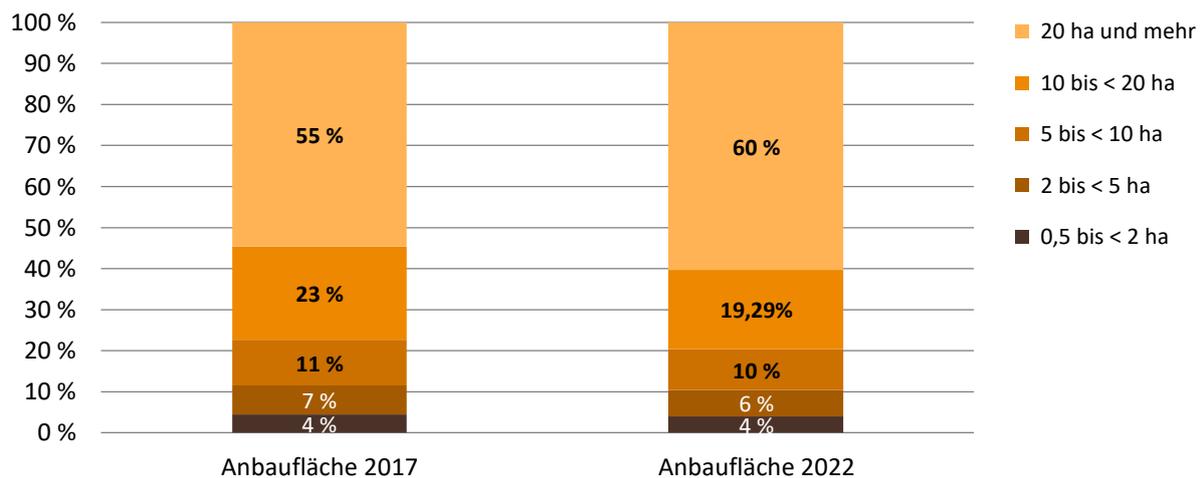


Abb. 3: Vergleich der Apfelanbauflächen 2017 und 2022, nach Größenklasse der Anbaufläche in den Betrieben

Quelle: Eigene Berechnung nach DESTATIS 2018B; DESTATIS 2023D.

Fazit:

- Sowohl im Obst- als auch im Gemüsebau haben sich regionale Anbaucluster entwickelt, in denen die Betriebe von Agglomerationsvorteilen im vor- und nachgelagerten Teil der Wertschöpfungskette profitieren.
- Die Anbauflächen im Gemüsebau haben im Zeitraum zwischen 2012 und 2021 deutlich zugenommen, in 2022 und 2023 war ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Die flächenstärksten Gemüsekulturen sind Möhren, Spargel, Speisezwiebeln und Kopfkohl.
- Die Anteile der Gemüsearten haben sich verschoben: die Anbauflächen von Wurzel- und Knollengemüse haben deutlich zugenommen, während der Anbau von Kohlgemüse zurückgegangen ist. Bei den Salaten ist der Anbau von Kopf- und Eissalaten zugunsten von Blattsalaten zurückgegangen.
- Die Anbauflächen im Baumobstanbau sind seit 2012 relativ konstant geblieben. Die mit großem Abstand wichtigste Baumobstkultur bleibt der Apfel.
- Die Anbauflächen für Erdbeeren im Freiland sind zwischen 2013 und 2023 deutlich zurückgegangen.
- Der Strauchbeerenobstanbau hat seit 2012 erheblich zugenommen, seit 2017 jedoch mit geringeren Zuwachsraten. Die flächenstärkste Strauchbeerenobstart ist die Heidelbeere.
- Beim Obst hat der geschützte Anbau stark zugenommen. Am deutlichsten war die Zunahme bei den Erdbeeren, wo 14 % der Gesamtanbaufläche und 30 % der Erzeugung aus geschütztem Anbau stammen. Auch im Strauchbeerenanbau, besonders bei Himbeeren, wurde der geschützte Anbau stark ausgeweitet. Gründe dafür sind die höhere Arbeitsproduktivität sowie der Schutz der empfindlichen Früchte vor Witterungseinflüssen und damit eine verlässlichere Marktbelieferung mit höherer Produktqualität.

- Die Betriebsgrößen unterscheiden sich je nach Anbauregion zum Teil deutlich, allerdings findet der Strukturwandel in allen Regionen statt, mit der Entwicklungsrichtung hin zu einer abnehmenden Zahl an Obst- und Gemüsebetrieben mit stets zunehmender Betriebsgröße.

3.2.2 Ökologischer Obst- und Gemüsebau

Der ökologische Landbau ist seit 1991 ein EU-weit geregelter gesetzlicher Standard für die Landwirtschaft, zunächst entsprechend der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates, die seitdem ergänzt und novelliert wurde (EU-Bio-Basisverordnung VO (EU) 2018/848). In der Zukunftsstrategie ökologischer Landbau des BMEL wird angestrebt, den Anteil des Ökolandbaus an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche auf 20 % auszuweiten (BMEL 2017b). Seitdem wurde in der Farm to Fork-Strategie von 2020 auf europäischer Ebene ein ehrgeizigeres Ziel von 25 % Ökoanteil formuliert, sowie im Koalitionsvertrag der Bundesregierung von 2021 die nationale Zielmarke von 30 % festgelegt. Diese Zielsetzung ist in den erwarteten positiven Umweltwirkungen des Ökolandbaus hinsichtlich der Reduzierung der Nitratüberschüsse, des Verzichts auf den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel, der Förderung von Biodiversität, dem Bodenschutz und dem vermehrten Aufbau von Humus begründet (BMEL 2017b).

In den vergangenen zehn Jahren hat der ökologische Anbau von Obst und Gemüse kontinuierlich zugenommen. Die Anbaufläche im ökologischen Gemüsebau ist zwischen den Jahren 2012 und 2023 von 10.500 Hektar auf 18.400 Hektar gestiegen (Abbildung 4). Das entspricht einer Zunahme um 75 % und einem Anteil des Ökogemüsebaus von 15 % an der Gesamtgemüsefläche (DESTATIS 2018A, 2023A, 2024A). Dieser Anteil liegt deutlich höher als im Ackerbau mit nur rund 6,5 %.

Es sind deutliche Unterschiede in der Bedeutung des ökologischen Anbaus bei den verschiedenen Gemüsekulturen zu beobachten. Besonders hohe Flächenanteile finden sich z. B. bei Möhren mit 22 % und Rote Bete mit 50 %, bei Fruchtgemüsen wie Speisekürbissen (40 %) und Zucchini (38 %) sowie bei Frischerbsen (27 %) (DESTATIS 2024A). Bei Blatt- und Stängelgemüse sowie bei Kohlgemüse liegt der Ökoanteil an der Gesamtgemüsefläche bei 10 % (DESTATIS 2024A).

Auch im Obstbau hat der ökologische Anbau in den letzten Jahren deutlich zugenommen und liegt weit über den Anteilen im Gemüse- und im Ackerbau. Im Jahr 2022 wurden rund 10.100 Hektar Baumobst, also 20 % der Baumobstflächen, ökologisch bewirtschaftet (DESTATIS 2022). Das ist eine Zunahme von 30 % gegenüber 2017, als der ökologische Anbau erstmals in der Baumobsterhebung ausgewiesen wurde. Besonders hoch ist der Ökoanteil beim Kernobst mit 24 % und bei den Nüssen mit über 50 % der Anbauflächen. Dabei fällt die hohe Bedeutung des Ökoanbaus bei der Erzeugung von Verarbeitungsware auf. 62 % der Flächen für Mostäpfel werden ökologisch bewirtschaftet, jedoch nur 16 % der Tafelapfelanbaufläche. Auch bei den Birnen ist dieser Unterschied deutlich: 28 % der Birnenflächen für die Verarbeitung aber nur 19 % der Flächen für Tafelbirnen werden ökologisch bewirtschaftet. Beim Mostobst sind die Anforderungen an die äußere Qualität und somit an den

Pflanzenschutz geringer, was für den ökologischen Anbau einen Vorteil darstellt. Auch stellt sich häufig die Vermarktungssituation für ökologisches Mostobst besser dar, auch wenn Hohertragsjahre im Streuobstanbau zu einer höheren Preisvolatilität führen können, so dass die Rentabilität im Anbau für die Verarbeitung tendenziell zurückgeht (ROLKER 2023). Diese ist jedoch für konventionelles Mostobst tendenziell größer, da zusätzlich ein größerer Anteil an aussortierter Ware aus dem Tafelobstanbau in die Verarbeitung gelangt.

Rund 30 % der Strauchbeerenflächen (2.849 Hektar) wurden im Jahr 2023 ökologisch bewirtschaftet. Dabei ist die Dynamik etwas anders als im Baumobst, da größere Zuwachsraten im Zeitraum von 2012 bis 2017 zu beobachten waren. Seit 2017 ist die ökologische Strauchbeerenfläche ähnlich wie die Strauchbeerenfläche insgesamt relativ konstant geblieben, sodass auch der Ökoanteil sich nicht verändert hat. Wie auch beim Baumobst und dem Gemüsebau sind insbesondere die extensiveren Produktionssysteme bzw. der Beerenobstanbau für die Verarbeitung für den Ökoanbau attraktiv: Besonders hohe Anteile sind bei Holunderbeeren (78 %), Schwarzen Johannisbeeren (25 %), Sanddorn (94 %) und Aroniabeeren (86 %) zu verzeichnen. Bei den vorwiegend als Tafelobst vermarkteten Himbeeren, Heidelbeeren oder Roten Johannisbeeren liegt der Ökoanteil hingegen nur zwischen 9 % und 11 % (DESTATIS 2023c). Ein Sonderfall sind die Erdbeeren, da die für Erdbeeren typischen Pflanzenschutzprobleme im ökologischen Anbau nur sehr schwer zu kontrollieren sind. Daher liegt der Ökoanteil hier bei nur 2 % der gesamten Erdbeeranbaufläche (DESTATIS 2023A).

Insgesamt zeigt der Überblick eine sehr dynamische Entwicklung des ökologischen Obst- und Gemüsebaus und deutlich höhere Flächenanteile als im Durchschnitt der landwirtschaftlichen Flächennutzung. Allerdings ist der relativ höhere Ökoanteil gerade bei den Kulturen mit einem weniger intensiven Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auch ein Hinweis darauf, dass es weiterhin große pflanzenbauliche Herausforderungen für den Anbau von ökologischem Feingemüse und Tafelobst gibt.

Auch die Nachfrage nach ökologischem Obst und Gemüse ist deutlich angestiegen. Zwischen 2017 und 2022 nahm die Absatzmenge von Ökofrischobst um 19 % und der Wert der abgesetzten Ware sogar um 35 % zu. Im Bereich Gemüse waren die Zuwächse noch höher: im gleichen Zeitraum ist die Absatzmenge von Ökofrischgemüse um 47 % gestiegen, der Wert jedoch nur um 32 %. Darin enthalten sind auch die Importe von Obst und Gemüse. Bezogen auf den Wert der Gesamtnachfrage in 2022 lag der Ökoanteil beim Frischobst bei 9,3 % und beim Frischgemüse bei 13,7 %. Die Mengenanteile lagen mit 7,2 % (Obst) und 9,9 % (Gemüse) entsprechend niedriger (AMI 2024d). Zum Jahr 2023 sind dagegen nur sehr geringfügige Änderungen zu beobachten (Abbildung 5). Die Unterschiede in den Ökoflächenanteilen im Anbau zwischen Obst- und Gemüsearten lassen sich auch in der Nachfrage beobachten. Die Kulturen mit einem besonders hohen Ökoanteil in Bezug auf die Anbaufläche weisen auch einen hohen Mengenanteil in der Nachfrage auf, z. B. Möhren und Zucchini. Entsprechend

werden Kulturen mit geringem Anteil im ökologischen Anbau in Deutschland wie Eissalat oder Zwiebeln auch weniger aus ökologischer Herkunft nachgefragt (Abbildung 5). Auch beim ökologisch erzeugten Obst liegen die Anteile in Nachfrage und Anbau auf einem ähnlichen Niveau. Das verdeutlicht die Präferenz der Konsumierenden für ökologische Produkte aus heimischer Erzeugung.



Abb. 4: Entwicklung der Anbauflächen im ökologischen Gemüseanbau, 2013 bis 2023

Quelle: DESTATIS, versch. Jahrgänge.

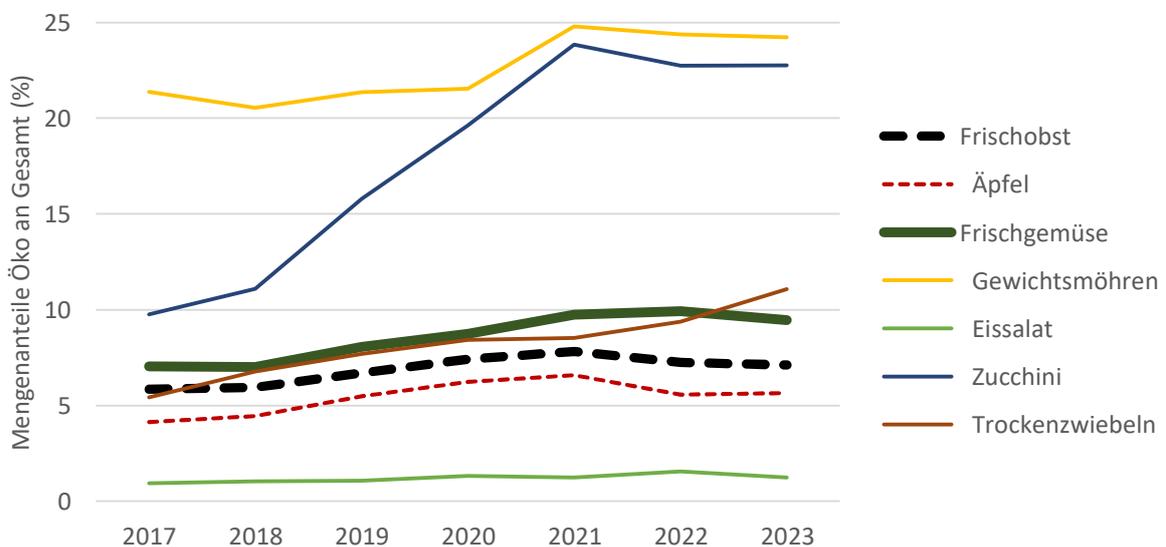


Abb. 5: Entwicklung der Nachfrage privater Haushalte nach Obst und Gemüse aus ökologischem Anbau von 2017 bis 2023, Mengenanteile für ausgewählte Produkte

Quelle: AMI 2024d.

Fazit:

- Der Anteil des ökologischen Anbaus an der Erzeugung von Obst und Gemüse ist während der letzten zehn Jahre kontinuierlich angestiegen und erreicht mit 14 % der Gemüseanbauflächen,

20 % der Baumobstflächen und 30 % der Strauchbeerenflächen deutlich höhere Anteile als in anderen landwirtschaftlichen Sparten, beispielsweise im Ackerbau.

- Im Jahr 2022 ist die ökologische Gemüsefläche parallel zur Gesamtgemüsefläche leicht zurückgegangen, nahm in 2023 jedoch wieder zu.
- Auf Produktebene liegen die Schwerpunkte im ökologischen Anbau eher auf extensiven Kulturen mit vergleichsweise geringeren Ansprüchen an die Nährstoffversorgung und den Pflanzenschutz, sodass die Anteile der ökologischen Produktion besonders hoch sind bei Wurzelgemüsen (Möhren, Rote Bete), Kürbissen und Zucchini sowie im Obstanbau für die Verarbeitungsindustrie, z. B. Mostäpfel, Schwarze Johannisbeeren, Aroniabeeren, Holunder oder Sanddorn. Bei Feingemüse und Tafelobst mit sehr hohen Anforderungen an die äußere Qualität liegt der Ökoanteil deutlich niedriger.
- Die Nachfrage nach ökologischem Obst und Gemüse ist in den letzten zehn Jahren ebenfalls stark gestiegen. Die Anteile am Wert der Gesamtnachfrage liegen bei 13,7 % (Gemüse) und 9,3 % (Obst).
- Auch in Bezug auf die Nachfrage von ökologisch erzeugtem Obst und Gemüse war in 2022 ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Dieses Niveau blieb in 2023 stabil.
- Auf Produktebene entspricht die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Obst- und Gemüsearten in etwa den Anteilen an der Gesamtproduktion und ist besonders hoch für Möhren, Rote Bete und Zucchini.

3.2.3 Nachfrage und Absatz von Obst und Gemüse

Die Nachfrage nach Obst und Gemüse hat sich in den letzten zehn Jahren deutlich gewandelt. Einerseits ist ein Anstieg des Gemüseverzehrs insgesamt zu beobachten, während die Gesamtobstnachfrage etwa auf konstantem Niveau verharrt (AMI 2024b, 2024c). Andererseits wandeln sich die Präferenzen für verschiedene Obst- und Gemüseprodukte, sodass es zu einer Ausweitung der Vielfalt sowie zu Verschiebungen im Sortiment kam.

Im Nachfolgenden wird die Entwicklung der Nachfrage für Obst und Gemüsearten vor allem auf der Grundlage der jährlichen Marktbilanzen Obst und Gemüse der Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI) dargestellt, ergänzt durch Expertenaussagen.

Als Grundlage zur Beschreibung der Absatzstrukturen von Obst und Gemüse soll die von der AMI im Auftrag des BMEL erstellte Warenstromanalyse für frisches Obst und Gemüse dienen (AMI 2022). Bedeutsame Absatzkanäle für Obst und Gemüse sind hiernach:

- die indirekte Vermarktung über nach EU-Verordnung anerkannte Erzeugerorganisationen für Obst und Gemüse und andere ähnlich aufgestellte und agierende aber nicht von der EU als Erzeugerorganisationen anerkannte Bündler;

- die indirekte regionale Vermarktung über Großmärkte an lokale Weiterverkäufer, z. B. Fachgeschäfte, Gastronomie;
- die regionale Direktvermarktung an Endverbraucher*innen, z. B. ab Hof, auf dem Wochenmarkt oder Lieferung ins Haus;
- die Lieferung an die Verarbeitungsindustrie, zumeist im Vertragsanbau und
- die sogenannte Selbstvermarktung. Hierzu zählen gemäß AMI-Definition größere Einzelunternehmen und Zusammenschlüsse, davon spezialisierte Vermarkter (Versandhändler oder Möhrenpacker), die Obst und Gemüse von der Erzeugerebene direkt und ohne weitere Zwischenhändler an den Lebensmitteleinzelhandel (LEH) absetzen (AMI 2022).

Nachfolgend werden die Nachfrage und die Absatzstrukturen zunächst für Gemüse und dann für Obst analysiert. Dabei zeigt sich, dass die Nachfrage nach Obst und Gemüse gewissen Änderungen unterliegt. Eine Rolle spielt auch der Wandel der gesellschaftlichen Erwartungen an eine immer mehr an Nachhaltigkeitszielen ausgerichtete Ernährung und dadurch an eine nachhaltige Erzeugung von Lebensmitteln. Dies spiegelt sich auch in politischen Zielsetzungen wider, z. B. in der Ernährungsstrategie (AMI 2024c; BMEL 2022b), die eine stärker pflanzenbasierte Ernährung fördern soll, und ist kohärent mit Empfehlungen für eine Ernährung, die auch auf globaler Ebene mit den Nachhaltigkeitszielen vereinbar ist (vgl. EAT Lancet Kommission, WILLETT ET AL. 2019).

3.2.3.1 Nachfrage und Absatzstrukturen Gemüse

Der Pro-Kopf-Verzehr von Gemüse ist von 98,2 Kilogramm pro Jahr und Person in 2012 auf 103,3 Kilogramm pro Jahr und Person in 2022, also um rund 5 % gestiegen. In den Jahren 2020 und 2021 wurde noch deutlich mehr Gemüse verzehrt, dies ist wahrscheinlich mit einem Sondereffekt der Corona-Pandemie zu erklären (Tabelle 1). Die am meisten nachgefragten Gemüse sind Tomaten mit rund 30 Kilogramm pro Jahr und Person, gefolgt von Wurzelgemüse (Möhren, Karotten, Rote Bete) mit 10,6 Kilogramm pro Jahr und Person sowie Speisezwiebeln mit 8,6 Kilogramm pro Jahr und Person in 2022. Trotz des bereits hohen Niveaus der Nachfrage waren auch die Zuwächse bei diesen Gemüsearten in den vergangenen zehn Jahren besonders hoch, bei den Wurzelgemüsen um 15 %, bei Tomaten um 18 % gegenüber 2012. Ein Nachfragerückgang ist bei den Kohlgemüsen zu beobachten. Besonders stark betroffen sind Blumenkohl und Brokkoli, die im Betrachtungszeitraum 13 % der Nachfrage verloren haben, sowie Wirsing, Chinakohl und Kohlrabi sowie Weiß- und Rotkohl mit einem Rückgang um über 20 %. Auch der Salatverbrauch ist zurückgegangen. Dies betrifft vor allem Kopf- und Eissalat (minus 33 %), während die Nachfrage nach anderen Salaten, wie z. B. Blattsalate, Romanaherzen, Rucola oder Feldsalat um rund 6 % zurückging. Weitere Gemüsesorten mit deutlich gestiegener Nachfrage sind Spinat (plus 11 %) und Bohnen (plus 12 %). Bei Letzteren führen neue Verpackungsmöglichkeiten zu einem verstärkten Zuwachs in der Vermarktung als Frischware (BEHR 2023). Insgesamt wächst die Nachfrage nach Experteneinschätzungen besonders für Gemüsearten, die

ohne viel Zubereitungszeit möglichst roh verzehrt werden können, wie Snackgemüse (Cocktailtomaten, Minigurken, kleine Paprika oder Möhren) (BEHR 2023).

Weitere Trends in der Nachfrage sind Nachhaltigkeit und Regionalität. Allerdings ist die Datenlage hierzu dünn. Die Nachfrage nach ökologisch erzeugtem Gemüse in 2022 bei 13,7 % der Gemüsenachfrage wird oft als Indikator für die Nachhaltigkeitspräferenz interpretiert (vgl. Kapitel 3.2.2). Dies ist allerdings ungenau, da sich Nachhaltigkeitssysteme und Zertifizierungen nicht nur auf den Ökoanbau beschränken. Auch werden seitens der Konsumierenden Nachhaltigkeit und regionale Herkunft teilweise vermischt oder gleichgesetzt. Allerdings gibt es keine belastbaren Zahlen zur spezifischen Nachfrage nach diesen Produkten.

Die AMI-Warenstromanalyse zeigt, dass im Jahr 2021 nach Abzug von Ernteverlusten 3,8 Millionen Tonnen Frischgemüse aus deutscher Erzeugung auf dem Markt verfügbar waren. Diese Menge ist rund 10 % höher als der Wert, der in der vorangegangenen Warenstromanalyse für die Jahre 2016 und 2017 ermittelt wurde. Die Hälfte dieser Erntemenge entfällt auf vier Kulturen: Möhren und Karotten (mit einem Anteil von 21,4 % an der Erntemenge), Speisezwiebeln (14,2 %), Weißkohl (10,4 %) sowie Einlegegurken (4,0 %) (AMI 2022).

Von dieser Erntemenge gingen 30,2 % in die Verarbeitung. Der Anteil der anerkannten Erzeugerorganisationen an der Gesamtgemüsemenge liegt bei nur 20,0 %. Demgegenüber wird rund die Hälfte der Gemüsemenge (49 %) durch Selbstvermarkter² abgesetzt (Tabelle 2). Der Direktabsatz ist mit 2,1 % ein Nischenmarkt. In die Verarbeitung gehen vor allem Einlegegurken, Buschbohnen, Speisezwiebeln, Möhren und Weißkohl. Der Anteil der Erzeugerorganisationen an der verfügbaren Ernte ist besonders hoch bei Salatgurken (77 %) und Tomaten (69 %). Dies hängt mit der Förderung der Erzeugerorganisationen zusammen, da Investitionen in die Produktionskapazitäten im Gewächshaus im Rahmen operationeller Programme gefördert wurden (DIRKSMEYER UND GARMING 2020). Der Direktabsatz spielt insbesondere für Spargel eine große Rolle, knapp 20 % der verfügbaren Spargelernte wird so vermarktet (AMI 2022).

Beim Blick auf die Verkaufserlöse ergibt sich ein etwas anderes Bild (Tabelle 3). Trotz des hohen Mengenanteils der Verarbeitungsware wurden nur rund 5 % der Verkaufserlöse durch Belieferung der Verarbeitungsindustrie erzielt. 22,4 % der Verkaufserlöse auf dem Frischmarkt wurden von anerkannten Erzeugerorganisationen, 11,2 % von direktabsetzenden Betrieben und 60,9 % von Selbstvermarktern eingenommen (AMI 2022).

Tabelle 1: Pro-Kopf-Verbrauch von Gemüse nach Arten (in kg pro Jahr), 2012 bis 2022 und jeweilige Veränderung über diesen Zeitraum (in %)

Gemüseart	Pro-Kopf-Verbrauch (kg/Jahr)											2022:2012 Veränderung
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Weißkohl und Rotkohl	4,9	4,1	5,0	4,1	4,8	5,2	3,5	4,7	4,7	4,6	3,8	-23 %
Wirsing, Chinakohl, Kohlrabi	2,6	2,4	2,4	2,6	2,6	2,5	2,3	2,4	2,5	2,5	2,0	-23 %
Blumen- und Grünkohl, Broccoli	2,3	2,1	2,1	2,0	1,9	2,1	1,9	1,9	2,0	1,6	2,0	-13 %
Rosenkohl	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	-14 %
Möhren, Karotten, Rote Bete	9,2	9,1	9,3	8,9	10,2	10,7	9,7	11,4	11,6	12,8	10,6	15 %
Sellerie	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	-13 %
Porree	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	1,3	1,0	1,2	1,3	1,3	1,1	-16 %
Spinat	1,4	1,2	1,4	1,3	1,4	1,5	1,3	1,5	1,7	1,8	1,5	11 %
Spargel	1,5	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,5	1,6	1,4	-9 %
Erbsen	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,2	1,1	1,2	0 %
Bohnen	2,0	2,0	1,9	2,2	2,0	2,2	1,9	2,2	2,2	2,4	2,3	12 %
Kopfsalat, Eissalat	3,5	2,8	2,7	2,7	2,5	2,5	2,3	2,5	2,4	2,4	2,3	-33 %
anderer Salat	3,4	3,5	3,1	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4	3,3	3,3	3,1	-6 %
Speisezwiebeln	8,1	7,8	8,7	7,9	8,8	8,7	8,1	9,2	9,0	10,0	8,6	6 %
Tomaten	25,3	26,0	26,3	27,7	27,3	27,9	27,7	28,2	31,5	30,5	29,9	18 %
Gurken insgesamt	6,5	6,4	6,9	6,6	6,3	6,5	6,7	7,0	7,5	7,7	6,9	5 %
Champignons	1,9	1,9	1,8	1,8	1,9	2,0	1,9	1,9	2,0	1,9	1,9	0 %
Sonstiges Gemüse	21,7	21,8	21,6	22,2	23,0	23,4	23,3	24,2	24,1	24,1	23,4	8 %
Gemüse - insgesamt *)	98,3	96,7	98,6	98,5	101,4	104,3	99,5	105,6	110,0	111,2	103,3	5 %

Anmerkungen: Nahrungsverbrauch frisch und verarbeitet, einschließlich Futter und nicht verwerteter Mengen.

*) Teilweise geht der ausgewiesene Anstieg des Marktverbrauchs auf eine wieder bessere Erfassung des Außenhandels zurück.

Quellen: Eigene Darstellung nach AMI 2017A, 2024B; BMEL 2023D.

Tabelle 2: Verfügbare Gemüseernte und Anteile der Absatzkanäle in Deutschland auf Erzeugerebene im Jahr 2021 für ausgewählte Gemüsearten (in % der jeweils verfügbaren Ernte)

	Verfügbare Ernte	Absatz über EO, Frischware	Absatz über EO, Verarbeitung	Selbstvermark- tung Frischware	Selbstver- marktung Verarbeitung	Direktabsatz
	1 000 t	%	%	%	%	%
Insgesamt	3 809	18,6	1,4	49,1	28,8	2,1
Blumenkohl	77	54,8		42,3		3,0
Weißkohl	396	10,2		56,6	32,8	0,4
Eissalat	118	54,9		44,9		0,2
Kopfsalat	40	20,5		76,8		2,7
Spargel	107	16,5		63,9		19,6
Knollensellerie	74	15,6		57,3	25,7	1,4
Möhren/Karotten	815	10,0		48,9	40,0	1,1
Radies	72	24,7		72,9		2,4
Einlegegurken	154	0,0	32,2	0,6	66,6	0,6
Buschbohnen	45	23,1	4,9	0,4	70,7	0,9
Speisezwiebeln	542	17,0		54,2	27,7	1,1
Salatgurken	60	76,6		18,0		5,4
Tomaten	89	68,6		24,2		7,2
Sonstiges Gemüse	985	10,7	0,3	53,9	33,1	2

Quelle: AMI 2022.

Tabelle 3: Verkaufserlöse der Gemüseerzeuger für Gemüsearten und Anteile der Absatzwege im Jahr 2021 (in % des jeweiligen Umsatzes)

Produkt	Umsatz auf Erzeugerstufe	EO Frischware	EO Verarbeitung	Selbstvermarktung Frischware	Selbstvermarktung Verarbeitung	Direkt- absatz
	Mio €	%	%	%	%	%
Gemüse gesamt	3 430	22,4	0,6	60,9	4,9	11,2
Blumenkohl	46,1	48,1		41,3		10,6
Weißkohl	70,5	11,8		72,7	12,5	2,9
Eissalat	84,1	52,0		47,3		0,7
Kopfsalat	50,8	17,4		72,5		10,1
Spargel	655	13,0		56,0		30,9
Knollensellerie	30,9	16,8		68,6	8,0	6,6
Möhren/Karotten	202,4	12,4		67,1	12,1	8,4
Radies	80,1	21,4		70,2		8,3
Einlegegurken	99,7	19,1	19,1	0,8	58,7	2,2
Buschbohnen	25,9	61,0	1,9	1,1	28,9	7,2
Speisezwiebeln	100,8	18,1		64,2	9,7	8,1
Champignons	173,7	46,1		45,9	3,4	4,6
Salatgurken	41,3	62,6		16,3		21,1
Tomaten	177,8	62,3		24,4		13,3
Sonstiges Gemüse	1 548	15,5		75,7	3,4	5,4

Quelle: AMI 2022.

3.2.3.2 Nachfrage und Absatzstrukturen Obst

Der Pro-Kopf-Verzehr von Obst lag in 2022 bei 92,5 Kilogramm pro Jahr. Das ist ein deutlicher Rückgang im Vergleich zum langjährig relativ stabilen Niveau mit leichten Schwankungen zwischen 99 und 105 Kilogramm pro Jahr und Person im Zeitraum von 2012 bis 2021 (AMI 2024c, 2017b) (Tabelle 4). Im Jahr 2022 kam es zu einem Anstieg der Inflation und insbesondere einem Preisanstieg bei Lebensmitteln und Energie, worin ein Grund für den gesunkenen Obstverzehr liegen könnte. Außerdem sind Veränderungen in der Nachfrage einzelner Obstarten zu beobachten, die auf veränderte Präferenzen hinweisen. Äpfel bleiben das mit Abstand am meisten nachgefragte Obst, mit 20 Kilogramm pro Jahr und Person in 2022, obwohl der Verzehr seit 2012 deutlich zurückging (minus 22 %). An zweiter Stelle der Obstnachfragemenge stehen Bananen und Zitrusfrüchte mit jeweils rund 11 Kilogramm pro Jahr und Person in 2022. Während die Bananennachfrage damit etwa konstant blieb, ging die Menge der Zitrusfrüchte um 12 % zurück. Zwar auf deutlich geringerem Niveau, aber mit deutlichen Zuwächsen wird das Beerenobst nachgefragt. Der Strauchbeerenverzehr stieg von 3,7 auf 4,5 Kilogramm pro Jahr und Person, also um 21 % an. Auch der Erdbeerverzehr stieg leicht an (plus 9 %). Dies zeigt den längerfristigen Trend zu schnell verzehrbarem „Snackobst“ (BEHR 2023). Der Beerenobstanbau in Deutschland ist im gleichen Zeitraum auch deutlich gewachsen (vgl. Kapitel 3.2.1). Parallel sind auch die Importe deutlich angestiegen, die zu einer deutlichen Verlängerung der Angebotssaison für Beeren führen. Ermöglicht wird dies auch durch technische Weiterentwicklungen für die Lagerung und Verpackung, sodass Importe von der Südhalbkugel (z. B. Heidelbeeren aus Peru oder Chile) auch auf dem Seeweg und somit zu vergleichsweise geringen Kosten möglich sind.

Der Überblick über die Obstnachfrage in Tabelle 4 zeigt, dass ein wesentlicher Anteil auf Obstarten entfällt, die nicht in Deutschland angebaut werden. In der Position „sonstiges Frischobst“ sind auch Südfrüchte mit weiter steigender Nachfrage wie z. B. Avocados, Mangos, Guaven und Kaki-Früchte enthalten (GARMING 2024b). Bei der Obstnachfrage spielt die regionale Herkunft eine geringere Rolle als beim Gemüse (BEHR 2023). Das erklärt sich nicht nur aus der großen Beliebtheit der Südfrüchte, sondern auch aus der starken Konzentration des deutschen Anbaus auf traditionelle Obstbaucuster (vgl. Kapitel 3.2.1). Der Anteil von Ökoobst an der gesamten Frischobstnachfrage beträgt rund 9 % (vgl. Kapitel 3.2.2).

Im Jahr 2021 waren nach Abzug von Ernteverlusten 1,251 Millionen Tonnen Frischobst aus deutscher Erzeugung auf dem Markt verfügbar (Tabelle 5). Diese Menge ist seit Jahren etwa konstant. Mehr als drei Viertel der Erntemenge entfällt auf Äpfel (mit einem Anteil von 77,1 % der Erntemenge). Es folgen Erdbeeren (9,9 %), Pflaumen und Zwetschgen (3,7 %), Birnen (2,9 %) und Süßkirschen (2,1 %) (AMI 2022).

Von dieser Erntemenge gingen 22,9 % in die Verarbeitung, darunter 98 % der Sauerkirschen, die somit nahezu komplett für diesen Zweck angebaut werden. Etwa ein Viertel der Kernobsternte wird in die

verarbeitenden Betriebe geliefert, wodurch auch die Früchte verwertet werden können, die keine Frischmarktqualität erreichen. Der Anteil der Erzeugerorganisationen lag beim Obst mit 40,8 % der Erntemenge etwa doppelt so hoch wie beim Gemüse. Dabei lag der Schwerpunkt auf den Äpfeln. 5,6 % der verfügbaren Menge gingen in den Direktabsatz und 38,4 % wurde durch Selbstvermarkter an andere Wiederverkäufer, insbesondere den LEH, abgesetzt. Die wichtigsten Obstarten im Direktabsatz waren Erdbeeren (rund 15 %) und Birnen (rund 14 %). Im Vergleich zu den Erzeugerorganisationen ist der Anteil der Selbstvermarktung an der verfügbaren Menge bei Heidelbeeren mit rund 60 %, Erdbeeren mit 58 % und Süßkirschen mit 52 % besonders hoch (Tabelle 5) (AMI 2022).

Bei den Verkaufserlösen ergeben sich folgende Anteile: 5,4 % der Verkaufserlöse wurden durch Vermarktung an die Verarbeitungsindustrie eingenommen. 28,2 % der Verkaufserlöse wurden von anerkannten Erzeugerorganisationen auf dem Frischmarkt, 20,7 % von direktabsetzenden Betrieben und 45,7 % von Selbstvermarktern erzielt (Tabelle 6) (AMI 2022). Der Schwerpunkt höherpreisiger Produkte wie Erdbeeren, Süßkirschen und Heidelbeeren in der Selbstvermarktung führt hier zu höheren Erlösanteilen im Vergleich zu den Anteilen an der verfügbaren Menge.

Tabelle 4: Pro-Kopf-Verbrauch von Obst nach Arten in den Jahren 2012 bis 2022 (kg/Jahr) und Veränderung von 2022 zu 2012 (%)

Obstart	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022:2012
	Pro-Kopf-Verbrauch (kg/Jahr)											Veränderung
Äpfel	25,6	25,5	20,7	19,2	18,0	21,3	25,5	21,9	24,5	22,4	20,0	-22 %
Birnen	2,3	2,6	2,9	2,8	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6	2,5	7 %
Kirschen	2,2	2,4	2,3	2,2	2,4	2,2	2,7	2,4	2,3	2,2	1,7	-21 %
Pflaumen, Zwetschen	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	-3 %
Aprikosen	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	-27 %
Pfirsiche	3,7	3,9	3,7	3,9	3,7	3,9	3,4	3,7	3,0	2,8	2,7	-27 %
Erdbeeren	3,6	3,5	3,5	3,7	3,4	3,5	3,6	3,8	3,8	3,7	3,9	9 %
Strauchbeeren	3,7	4,1	4,2	4,4	4,4	5,0	5,0	5,2	4,9	5,2	4,5	21 %
Tafeltrauben	5,4	5,5	5,3	5,5	5,4	5,3	4,9	5,1	5,2	5,0	5,1	-5 %
Bananen	11,2	12,0	11,7	11,6	12,0	12,4	11,6	11,9	11,6	12,3	11,0	-2 %
Sonstiges Frischobst	9,6	9,6	10,0	10,7	11,2	11,5	13,3	12,4	11,7	11,2	11,7	22 %
Frischobst inkl. Erzeugnisse*	69,3	71,2	66,3	65,7	65,1	69,5	74,4	70,8	71,3	68,8	64,9	-6 %
Apfelsinen	6,4	4,9	5,1	5,3	5,0	5,0	5,0	5,4	5,5	4,9	4,7	-27 %
Clementinen u. a.	4,1	4,2	4,4	4,3	4,3	4,1	4,1	3,7	4,6	4,1	3,6	-12 %
Zitronen	1,6	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,5	2,8	2,3	2,3	44 %
Pampelmusen, sonst. Zitrusfrüchte	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0 %
Zitrusfrüchte insgesamt	12,7	11,5	11,9	12,2	12,0	11,5	11,7	12,3	13,5	12,0	11,2	-12 %
Zitruserzeugnisse	23,3	21,2	23,7	24,3	22,2	21,1	20,4	19,6	20,8	19,2	16,4	-30 %
Zitrusfrüchte inkl. Erzeugnisse*	36,0	32,7	35,6	36,5	34,2	32,6	32,1	31,9	34,3	31,2	27,6	-23 %
Insgesamt	105,3	103,9	101,9	102,2	99,3	102,1	106,5	102,6	105,5	100,0	92,5	-12 %

Anmerkungen: *einschließlich Verarbeitungserzeugnissen in Frischäquivalenten. Periode April/März, Zitrusfrüchte Juli/Juni

Quellen: Eigene Darstellung nach AMI 2017B, 2024C; BMEL 2023E.

Tabelle 5: Verfügbare Ernte und Anteile der Absatzkanäle in der Obstvermarktung in Deutschland auf Erzeugerebene im Jahr 2021 (in % der jeweils verfügbaren Ernte)

Produkt	Verfügbare Ernte	EO Frischware	EO Verarbeitung	Selbstvermarktung Frischware	Selbstvermarktung Verarbeitung	Direktabsatz
	1 000 t	%	%	%	%	%
Äpfel	965,0	35,7	9,3	36,4	14,4	4,1
Birnen	35,8	23,2	1,7	36,1	25,2	13,7
Süßkirschen	25,9	16,7	9,4	52,2	16,3	5,3
Sauerkirschen	10,5	0,5	28,4	3,3	67,8	0,0
Pflaumen/Zwetschen	45,6	30,7	1,4	44,9	16,8	6,2
Erdbeeren	124,1	23,2	0,4	57,8	3,2	15,4
Heidelbeeren	14,8	21,8	3,2	60,7	9,6	4,7
sonst. Obst	29,3	32,6	0,8	15,7	43,9	6,9
Gesamt	1 251,0	33,0	7,8	38,4	15,1	5,6

Quelle: AMI 2022.

Tabelle 6: Umsatz auf Erzeugerstufe und Anteile der Absatzkanäle an den Verkaufserlösen der Obsterzeuger im Jahr 2021 (in % des jeweiligen Umsatzes)

Produkt	Umsatz auf Erzeugerstufe	Anerkannte EO Frischware	EO Verarbeitung	Selbstvermarktung Frischware	Selbstvermarktung Verarbeitung	Direktabsatz
	Mio. €	%	%	%	%	%
Äpfel	520,2	37,1	2,3	41,6	3,6	15,4
Birnen	31,9	19,5	0,6	33,4	9,2	37,3
Süßkirschen	58,4	17,0	2,8	58,6	4,8	16,8
Sauerkirschen	8,1	1,5	26,0	10,3	62,2	0,0
Pflaumen/Zwetschen	41,5	29,7	0,4	47,8	4,2	17,9
Erdbeeren	422,4	18,2	0,1	50,0	1,3	30,4
Heidelbeeren	83,5	21,5	1,1	66,2	3,1	8,1
sonst. Obst	70,4	45,5	0,2	23,9	14,6	15,8
Obst gesamt	1 236,3	28,2	1,4	45,7	4,0	20,7

Quelle: AMI 2022.

Fazit:

- Der Pro-Kopf-Verbrauch von Gemüse ist in den letzten zehn Jahren deutlich angestiegen, während der Obstverzehr in etwa konstant blieb, im Jahr 2023 jedoch deutlich geringer als in den Vorjahren ausfiel.
- Tomaten sind mit großem Abstand das am meisten nachgefragte Gemüse, es folgen Wurzelgemüse und Zwiebeln. Der Verbrauch dieser Gemüsearten hat im Lauf der letzten zehn Jahre noch zugenommen. Ein Rückgang in der Nachfrage ist bei Kohlarten, insbesondere Blumenkohl und Brokkoli, zu verzeichnen. Demgegenüber hat der Verbrauch von Spinat, Bohnen und Gurken zugenommen.
- Die am meisten nachgefragten Obstarten sind Äpfel, Bananen und Zitrusfrüchte. Die Nachfrage nach exotischen Früchten wie Avocado und Mango sowie nach Beeren hat deutlich zugenommen.
- Sowohl beim Obst als auch beim Gemüse nimmt die Nachfrage nach Produkten zu, die unverarbeitet und einfach zu verzehren sind, z. B. Cockailtomaten, Snackpaprika und -möhren oder Beerenfrüchte.
- Neue Verpackungs-, Lager- und Transporttechnologien ermöglichen ein zeitlich ausgedehntes Angebot an zuvor schnell verderblichen Obst- und Gemüsearten, da importierte Frischware dadurch auch außerhalb der deutschen Erntesaison verfügbar ist.
- Im Gemüsebau ist die Selbstvermarktung die wichtigste Absatzform mit etwa der Hälfte der Gemüsemengen und einem Anteil von gut 60 % an den Verkaufserlösen.
- Die Förderung von Investitionen in den Ausbau von Kapazitäten im Unterglasgemüsebau im Rahmen der Förderung von Erzeugerorganisationen führt zu einem hohen Vermarktungsanteil der Erzeugerorganisationen bei Tomaten und Salatgurken.

- Beim Absatz von Obst liegen die Selbstvermarktung und der Absatz über anerkannte Erzeugerorganisationen bei etwa gleichgroßen Mengenanteilen von ca. 40 %. Der Anteil an den Verkaufserlösen fällt demgegenüber mit 45,7 % bei der Selbstvermarktung deutlich höher aus als bei den Erzeugerorganisationen mit 28,2 %, was in höherpreisigen Produkten (Beerenobst und Süßkirschen versus Äpfel) begründet ist.
- Der Direktabsatz kommt trotz geringer Mengenanteile (2,1 % bei Gemüse und 5,6 % bei Obst) auf deutlich höhere Anteile an den Verkaufserlösen: 11,2 % bei Gemüse und 20,7 % bei Obst. Dabei hat der Direktabsatz im Obstbau eine höhere Bedeutung als im Gemüsebau.
- Die Belieferung der Verarbeitungsindustrie mit Obst und Gemüse hat nur einen geringen wertmäßigen Anteil von jeweils etwa 5 % der Verkaufserlöse. Die mengenmäßigen Anteile sind hingegen erheblich höher und belaufen sich auf 22,9 % im Obstbau und 30,2 % im Gemüsebau. Während einige Kulturen direkt für die Verarbeitung angebaut werden (z. B. Einlegegurken, Buschbohnen und Spinat für die Frosterei, Weißkohl für die Verarbeitung zu Sauerkraut, Sauerkirschen und Beeren für Säfte), dient dieser Absatzkanal in anderen Fällen zum Teil auch als nachrangige Verwertungsmöglichkeit für nicht für den Frischmarkt geeignete Ware (z. B. bei Kernobst oder Möhren).

3.2.4 Absatz von regionalen Produkten

Regionale Produkte zeichnen sich durch kurze Transportwege und guten Geschmack aus, denn sie können zum optimalen Zeitpunkt geerntet werden. Darüber hinaus stärken sie die lokalen Erzeugerbetriebe. Daher werden regionale Produkte von den Konsumierenden zunehmend nachgefragt.

Mit diesem Trend hat sich gleichzeitig eine Vielzahl an regionalen Herkunftskennzeichnungen entwickelt. Da der Begriff „regional“ nicht allgemein definiert ist, gibt es keine verbindlichen Kriterien dafür, was ein regionales Produkt auszeichnet. Deshalb initiierte das BMEL im Jahr 2014 das Regionalfenster, ein freiwilliges privates Zertifikat für eine zuverlässige und transparente Kennzeichnung regionaler Produkte.

Das Regionalfenster informiert bei Obst und Gemüse über die Herkunftsregion und den Ort, wo das Produkt abgepackt wurde. Dabei kann die im Regionalfenster angegebene Region von den Zertifikatsnutzenden eigenständig definiert werden, sie sollte aber nachvollziehbar abgegrenzt sein, z. B. durch politisch-administrative Grenzen (Landkreise, Bundesländer) oder durch einen Kilometerradius um einen zu definierenden Ort. Während diese Grenzen von den Nutzenden des Zertifikats eigenständig definiert werden dürfen, gewährleistet die Regionalfensterorganisation bei der Definition von Naturräumen eine einheitliche Abgrenzung, z. B. Deutsche Bodenseeregion oder Spreewald (REGIONALFENSTER 2022).

Regionale Produkte werden von allen Akteuren der Wertschöpfungskette als Absatzinstrument eingesetzt. Daher sollen Regionalmarken und -siegel mit entsprechendem Bezug zur jeweiligen Absatzstufe erläutert werden:

- **Regionalmarken und -siegel des LEH**

Im LEH in Deutschland gibt es sowohl unternehmensinterne Regionalmarken und -siegel, als auch die Nutzung des Regionalfensterlabels (vgl. Tabelle 7). Während Rewe mit „Rewe regional“ eine bundeseinheitliche Regionalmarke etabliert hat, gibt es in den verschiedenen Edeka-Regionalgesellschaften auch unterschiedliche Regionalmarken.

- **Regionalmarke für Mitglieder von Erzeugerorganisationen**

Die Bundesvereinigung der Erzeugerorganisationen Obst und Gemüse e. V. (BVEO) hat im Jahr 2020 für ihre Mitglieder das Verkaufslogo „Geerntet in Deutschland“ eingeführt, um heimisches Obst und Gemüse von Ware aus dem Ausland abzugrenzen (BVEO 2020).

- **Regionalmarken für Großmarktbeschicker**

Im Zierpflanzenbau haben die deutschen Blumengroßmärkte die gemeinsame Regionalmarke „Ich bin von HIER!“ kreiert. Zierpflanzen, die in einem Radius von 100 Kilometern rund um einen Blumengroßmarkt erzeugt wurden, können entsprechend hervorgehoben werden (VDB 2023). Der Obstgroßmarkt Mittelbaden startete in dieser Saison mit der Eigenmarke „Schwarzwaldobst“, um neue und weitere Vertriebswege zu erschließen (OGM 2023). Dies ist bisher allerdings eine Einzelinitiative im Bereich Obst.

Tabelle 7: Regionalmarken für Obst und Gemüse der größten Lebensmittelhändler in Deutschland

Lebensmittelhändler	Marke/Zertifizierung/Siegel zur Kennzeichnung von regionaler Ware
Aldi-Gruppe	
Aldi Nord	EINFACH REGIONAL ¹
Aldi Süd	Bestes aus der Region ^{1,2}
Edeka	
Regionalgesellschaft Hessenring	Heimatliebe
Regionalgesellschaft Minden-Hannover	Heimatliebe
Regionalgesellschaft Nord	Unsere Heimat – echt & gut
Regionalgesellschaft Nordbayern-Sachsen-Thüringen	Wir & Jetzt – für unsere Region
Regionalgesellschaft Rhein-Ruhr	meinLand
Regionalgesellschaft Südbayern	EDEKA mein Bayern
Regionalgesellschaft Südwest	Unsere Heimat – echt & gut
Schwarz-Gruppe	
Kaufland	Qualität aus Deutschland-Siegel ³
Lidl	Regionalfenster-Zertifizierung
Rewe Group	
Rewe	Rewe regional ¹
Penny	Regionalfenster-Zertifizierung

¹ zusätzlich nach den Kriterien des Regionalfensters zertifiziert.

² Löst die drei bekannten Regionalmarken „Unser Bayern“, „Unser Franken“ und „EINFACH REGIONAL“ ab.

³ Freiwillige private Herkunftskennzeichnung.

Quellen: Eigene Darstellung nach Aldi Nord 2023; Aldi Süd 2023b; Edeka 2021, 2023a, 2023b, 2023c; Edeka Rhein-Ruhr 2023; Edeka Südbayern 2023; Edeka Südwest 2023; Kaufland 2023; Lidl 2023; Penny 2023; Rewe 2023.

Darüber hinaus wurden für den regionalen Obstanbau Clubsorten mit entsprechenden Produktions- und Vermarktungskonzepten eingeführt. Seit Anfang der 2000er Jahre bietet die Deutsches Obst-Sorten Konsortium GmbH ihren Mitgliedern, acht über Deutschland verteilte Erzeugerorganisationen, exklusive Clubapfelsorten, z. B. 'Rockit', 'Kissabel', 'SweeTango' und 'Fräulein', an. Die Bedeutung von Clubsorten in der Vermarktung von Äpfeln ist seitdem stark angestiegen (BEHR 2023).

Direktvermarktende Betriebe können im Netzwerk „Exklusive Hofsorten“ den Clubapfel 'SnapDragon' anbauen (EXKLUSIVE HOF SORTEN 2023). Darüber hinaus etabliert auch der LEH eigene Clubsorten, um regionale Erzeuger an sich zu binden. Edeka lässt den Clubapfel 'Magic Star' bzw. die Biovariante 'Natyra' produzieren (THIELKING 2022; ALDI SÜD 2023B). Aldi Süd nahm (ALDI SÜD 2023A) im Herbst 2023 mit 'Aldiamo' eine eigene Apfelsorte, angebaut im Alten Land, ins Sortiment. Auch im Bereich Beerenobst gewinnen lizenzierte Sorten zur ausschließlichen Vermarktung bestimmter Unternehmen des LEH an Bedeutung (BEHR 2023).

Fazit:

- Da die Selbstvermarktung und der Absatz über Erzeugerorganisationen gegenüber der Direktvermarktung eine herausragende Bedeutung haben, kommt diesen Absatzkanälen auch bei der Vermarktung regionaler Produkte eine bedeutsame Rolle zu.
- Obst- und Gemüsegroßmärkte als lokale Handelsplattformen für die regionale Versorgung von Fachgeschäften, Gastronomie und Wochenmarktbesuchenden könnten mit einer einheitlichen Kennzeichnung von regionalen Produkten deren Sichtbarkeit (und auch ihre eigene) weiter erhöhen. Hier sollten die Erfahrungen der Blumengroßmärkte berücksichtigt werden.
- Da der saisonale Selbstversorgungsgrad bei den meisten Freiland(gemüse)kulturen in der Nähe von 100 % liegt (AMI 2022) und beim Absatz an den LEH während des Übergangs von südländischer auf deutsche Ware ein hoher Wettbewerb herrscht, könnte der Absatzanteil einheimischer Erzeugung in diesen Zeiträumen durch regionale Präferenzen gesteigert werden (vgl. Kapitel 3.3).
- Eine zusätzliche Stärkung der regionalen Erzeugung könnte durch eine regionale Verarbeitung von Produkten mit entsprechender Herkunftskennzeichnung, z. B. gefrostetes Obst und Gemüse aus regionalem Anbau erfolgen.
- Im LEH existiert eine Vielzahl an Regionalmarken und -siegeln, um die regionale Erzeugung sichtbar zu machen. Die neuesten Entwicklungen hin zu eigenen Clubsorten im LEH können einen weiteren Schub für die regionale Erzeugung bringen, für die erzeugenden Betriebe aber auch die Gefahr einer starken Abhängigkeit von nur einem Großkunden in sich bergen.
- Mit der Vielzahl an regionalen Marken, Siegeln und Clubsorten besteht die prinzipielle Gefahr, dass diese Vielfalt die Konsumierenden überfordert und das regionale Produkt dadurch an Aufmerksamkeit verliert.

3.2.5 Produktivität

Nach Angaben der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) hat sich die Produktivität der deutschen Landwirte im Laufe der Jahre deutlich erhöht. Im Jahr 2019 konnte ein deutscher Landwirt genug Nahrungsmittel produzieren, um 137 Menschen zu ernähren (BLE 2021). Das sind doppelt so viele wie 1990 und mehr als achtmal so viele wie 1960. Dementsprechend haben sich die Betriebsstrukturen in der Landwirtschaft verändert.

Auch im Obst- und Gemüsebau hat sich die Produktivität über die Zeit stark erhöht, was sich in den Betriebsstrukturen widerspiegelt. Von 2010 bis 2020 gab es im Gartenbau einen Rückgang der Anzahl der Betriebe im Gemüsebau um 17 % bzw. von 14.334 auf 11.862 Betriebe und im Obstbau um 32 % bzw. von 16.954 auf 11.571 Betriebe (DESTATIS 2023B). Dennoch ist die Zahl der Arbeitskräfte im Gartenbau nach der letzten aktualisierten Agrarstrukturerhebung 2016 mit 121.200 AKE

(Arbeitskrafteinheiten) seit 2005 relativ stabil geblieben und nur leicht um 0,8 % zurückgegangen (ISAAK UND HÜBNER 2019). Trotz des Rückgangs der Zahl der Betriebe ist die Gemüseanbaufläche im genannten Zeitraum sogar um 11,9 % bzw. von 121.460 auf 135.890 Hektar und die Erntemenge um 17,6 % bzw. von 3,4 auf 4,0 Millionen Tonnen gestiegen, während die Obstanbaufläche um 13,0 % bzw. von 52.720 auf 59.560 Hektar und die Erntemenge um 20 % bzw. von 1,0 auf 1,2 Millionen Tonnen gestiegen ist (EUROSTAT 2024).

Neben der Entwicklung der Flächen und Erntemengen, ist die Produktivität ein wichtiger Indikator für die Leistungsfähigkeit des Sektors. Dazu wird der Quotient aus Output und Faktoreinsatz, vor allem Arbeit und Fläche, untersucht. Um den geschützten und den Freilandanbau besser vergleichbar zu machen, wird die Flächenproduktivität anhand von Einheitsquadratmetern (EQM)³ gemessen. Als Outputindikator wird hier der bereinigte Betriebsertrag verwendet. Dabei werden die Vorleistungen, wie z. B. der Zukauf von Roh- und Halbfertigwaren, vom Betriebseinkommen abgezogen, was eine genauere Beurteilung der Arbeits- und Flächenproduktivität ermöglicht, da dadurch vom Betriebsertrag nur der Anteil berücksichtigt wird, der auf die innerbetriebliche Leistungserstellung zurückzuführen ist (ZENTRUM FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT IM GARTENBAU E. V. 2023).

Der Gemüsesektor verzeichnete zwischen den Jahren 2009 und 2022 einen deutlichen Anstieg der Arbeitsproduktivität um 64 % bzw. von 51.435 Euro pro Arbeitskraft (AK) auf 84.513 Euro/AK. Die Flächenproduktivität hat in demselben Zeitraum um 54 % bzw. von 2,91 Euro/EQM auf 4,49 Euro/EQM zugenommen (Abbildung 6). Im gleichen Zeitraum hat sich die Arbeitsproduktivität im Obstsektor langsamer entwickelt, mit einer Zunahme um 41 % bzw. von 48.897 Euro/AK auf 68.844 Euro/AK. Der Zuwachs der Flächenproduktivität im Obstbau lag mit 54 % in der gleichen Größenordnung wie im Gemüsebau, allerdings auf einem deutlich niedrigeren absoluten Niveau von 1,17 Euro/EQM in 2009/2010 und 1,8 Euro/EQM in 2021/2022 (Abbildung 6).

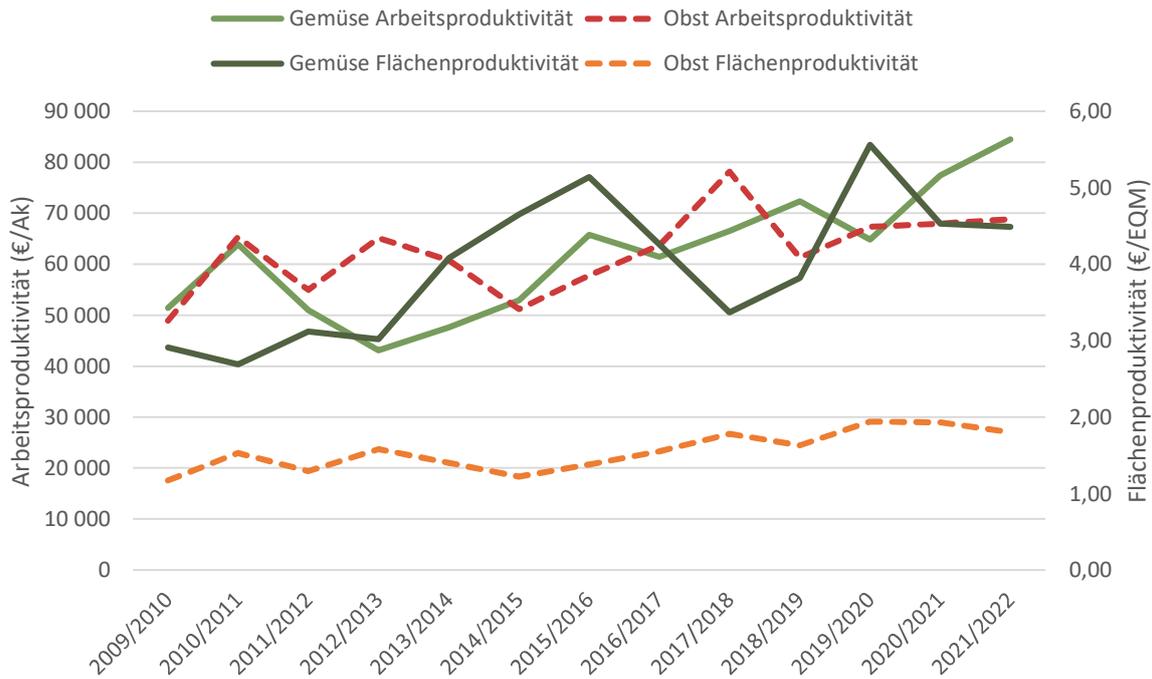


Abb. 6: Entwicklung der Arbeits- und Flächenproduktivitäten im Obst- und Gemüsebau im Zeitraum von 2009/2010 bis 2021/2022

Quelle: Eigene Darstellung nach ZENTRUM FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT IM GARTENBAU E.V.

Mit Blick auf den Produktionswert verzeichnete der Gemüsesektor in Deutschland einen Anstieg um 152 % von 2,3 Milliarden Euro im Jahr 2012 auf 5,8 Milliarden Euro im Jahr 2023, während der Obstsektor einen zwar geringeren aber ebenfalls deutlichen Anstieg um 33 % verzeichnete, was zu einem Produktionswert von 1,0 Milliarden Euro im Jahr 2023 führte (Abbildung 7). Diese Produktivitätssteigerung kann verschiedenen Faktoren zugeschrieben werden, darunter technologische Fortschritte in der gartenbaulichen Praxis, die oft das Ziel der Einsparung von Arbeitskräften bzw. der Erhöhung der Arbeitsproduktivität haben (vgl. Kapitel 3.1.6). Als Indiz dafür kann herangezogen werden, dass sowohl im Obst- als auch im Gemüsebau ein Anstieg der Investitionen in die Mechanisierung, gemessen als Anlagevermögen für Maschinen und Fuhrpark je Arbeitskraft, zu beobachten ist. Außerdem ist zu beobachten, dass die Anbauflächen von stark mechanisierbaren Kulturen wie Zwiebeln und Möhren gewachsen sind, während der Anbauumfang arbeitsintensiver Kulturen, wie z. B. Salate und verschiedene Kohlgemüse, zurückgegangen ist. Durch fortlaufende Prozessoptimierungen und weitere Investitionen in Maschinen und Fuhrparks kann die Produktivität im Gemüse- und Obstbau weiter verbessert werden.

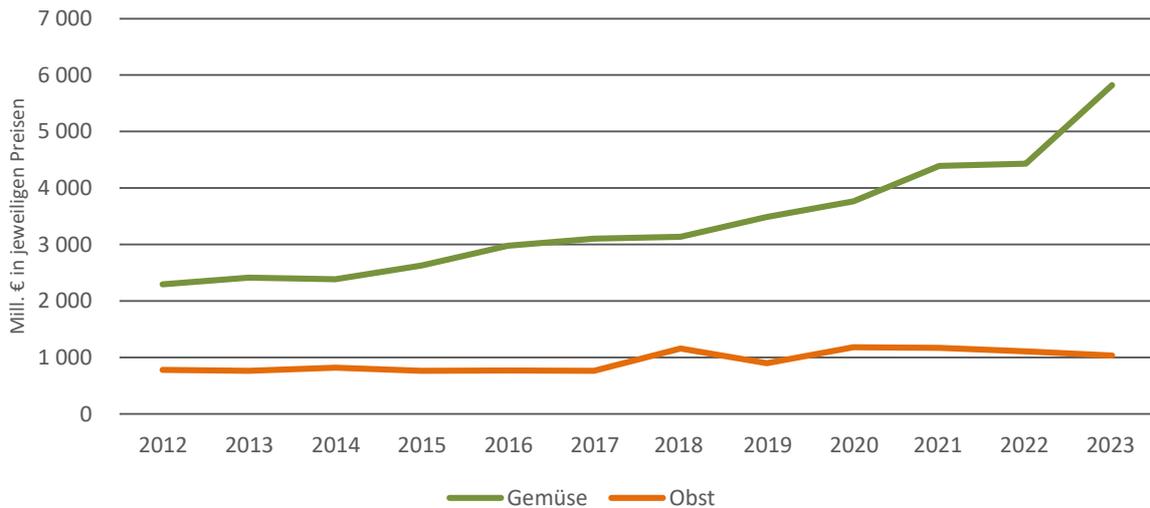


Abb. 7: Produktionswert in jeweiligen Preisen des Obst- und Gemüsebaus im Zeitraum von 2012 bis 2023

Quelle: Eigene Darstellung nach BMEL 2023b.

Darüber hinaus werden den Betrieben durch Produktinnovationen und -variationen neue Möglichkeiten zur Anpassung an veränderte Produktionsbedingungen eröffnet. Neue, höherpreisige Kulturen, wie z. B. eine Verschiebung von Kopf- und Eissalaten hin zu Blattsalaten und Babyleafs oder im Obstbau zu Beerenobst im geschützten Anbau, führen zu einer Erhöhung des Produktionswertes und zu steigenden Produktivitäten. Ein weiterer Faktor für wachsende Produktionswerte könnte auch sein, dass Betriebe zunehmend in Nachernteprozesse und Marktaufbereitung investieren, beispielsweise Waschen, Sortieren, Lagern oder auch Verpacken und somit die Wertschöpfung für diese Dienstleistungen auf den Betrieben halten.

Fazit:

- Die Flächen- und Arbeitsproduktivität hat sowohl im Gemüse- als auch im Obstbau in den letzten dreizehn Jahren weiter zugenommen. Dabei war der Anstieg im Gemüsebau deutlich stärker als im Obstbau.
- Auch die Produktionswerte haben sowohl im Gemüse- als auch im Obstbau zugenommen, im Gemüsebau sogar deutlich.
- Technischer Fortschritt ist ein wichtiger Faktor für die Erhöhung der Arbeitsproduktivität, ein Indikator dafür ist die Zunahme des Anlagevermögens je Arbeitskraft.
- Ein weiterer Grund für die Entwicklung der Arbeits- und Flächenproduktivität ist eine Verschiebung der Produktpalette hin zu weniger arbeitsintensiven Kulturen sowie auch zu höherpreisigen Obst- und Gemüsearten auf der anderen Seite.
- Darüber hinaus kann sich eine zunehmende Beteiligung der erzeugenden Betriebe an der Marktaufbereitung und Lagerung positiv auf die Produktionswerte und Produktivitäten auswirken.

3.2.6 Rentabilität

Die Rentabilität ist ein wichtiges Kriterium, um die Wettbewerbsfähigkeit auf Betriebsebene bewerten zu können. Ein Betrieb ist nur rentabel, wenn er langfristig seine Vollkosten decken kann. Für den Obst- und Gemüsesektor in Deutschland sind dazu verschiedene Datenquellen verfügbar, die aufgrund unterschiedlicher Datenerhebungs- und Analysemethoden zwar nicht direkt vergleichbar sind, insgesamt jedoch einen Überblick ermöglichen.

Im agri benchmark Netzwerk, koordiniert durch das Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, werden ökonomische Analysen für ausgewählte typische Betriebe und Produktionssysteme durchgeführt, die durch die Anwendung von einheitlichen Datenerhebungs- und -analysemethoden demgegenüber auch zwischen verschiedenen Regionen oder Ländern vergleichbar sind (CHIBANDA ET AL. 2020). Derzeit beschäftigt sich das Netzwerk im Bereich der Sonderkulturen hauptsächlich mit den Kosten und Erlösen im Apfelanbau. Für Gemüsekulturen liegen keine aktuellen Analysen vor.

In einer Studie im agri benchmark Horticulture Netzwerk zu einem typischen Apfelbetrieb wurde ermittelt, dass die durchschnittlichen Produktionskosten für Äpfel in der Anbausaison 2021/22 bei rund 60 Cent pro Kilogramm lagen (MUDER ET AL. 2023). Dabei wurde von einem mittleren Betrieb mit 25 Hektar Apfelanlagen, Erträgen im Vollertrag, je nach Sorte, zwischen 35 Tonnen pro Hektar und 60 Tonnen pro Hektar sowie eigener Lagerung und Vorsortierung ausgegangen. Bei einer diversifizierten Vermarktung über Großhandel und Direktvermarktung lagen die Erlöse im Durchschnitt jedoch nur bei 54 Cent pro Kilogramm. Somit konnte der Gesamtbetrieb zwar seine Cash-Kosten und Abschreibungen decken, Opportunitätskosten, z. B. für Eigenland und Familienarbeit, konnten allerdings nicht vollständig gedeckt werden (MUDER ET AL. 2023). Ähnliche Ergebnisse zu den Produktionskosten für Äpfel mit 61 Cent pro Kilogramm Äpfel wurden für das Jahr 2022 auch für das Alte Land ermittelt (GÖRGENS 2023). Für die Bodenseeregion kann ebenfalls von ähnlichen Kostenstrukturen ausgegangen werden.

Auf der Erlösseite ist im Apfelanbau eine sehr große Schwankungsbreite zwischen den Jahren zu verzeichnen, die nicht nur von der Höhe der Gesamternte in Deutschland bestimmt wird, sondern auch stark von der geernteten Apfelmenge in Europa abhängt. Abbildung 8 zeigt, dass bereits die Saison 2021/2022 ab Oktober 2021 von relativ niedrigen Preisen geprägt war, die dann im Verlauf von 2022 bis zum April 2023 weiter sanken, sodass die durchschnittlichen Apfelpreise für die Ernte von 2022, die bis ca. Juni 2023 vermarktet wurde, fast durchgängig deutlich unter den Produktionskosten lagen. Dies führte zu einer sehr angespannten Liquiditätssituation im Obstbau (HILBERS 2023; KLOPP 2023). Ab dem Frühsommer 2023 erholten sich die Apfelpreise dann deutlich, auch aufgrund der vergleichsweise geringeren Gesamterntemenge in Deutschland, die rund 12 % geringer als im Vorjahr war.

Auch für die erdbeererzeugenden Betriebe ist die aktuelle Situation schwierig. Die Durchschnittserlöse der Erzeugermärkte für Erdbeeren schwankten zwischen 2019 und 2022 zwischen 2,32 Euro pro

Kilogramm und 3,18 Euro pro Kilogramm (AMI 2024c). In 2023 stiegen die Preise für Erdbeeren im Freiland zeitweise auf über 4 Euro pro Kilogramm, für Ware aus dem geschützten Anbau sogar auf über 5 Euro pro Kilogramm. Am Thünen-Institut im Kontext der Verringerung des Torfeinsatzes durchgeführte Analysen zeigen, dass die variablen Produktionskosten, inklusive der Kosten der Arbeit⁴, für den geschützten Anbau von Erdbeeren als Dammkultur (Juniträger) im Jahr 2023 bei 4,59 Euro pro Kilogramm lagen. Bei der Erzeugung auf Stellagen mit remontierenden Sorten wurden hierfür Kosten in Höhe von 3,20 Euro pro Kilogramm identifiziert (YOON ET AL. 2024A, 2024B). Der Erdbeeranbau ist durch den hohen Arbeitszeitaufwand besonders stark von Steigerungen der Lohnkosten betroffen, sodass die Erdbeeranbauflächen in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen sind (DESTATIS 2023A).

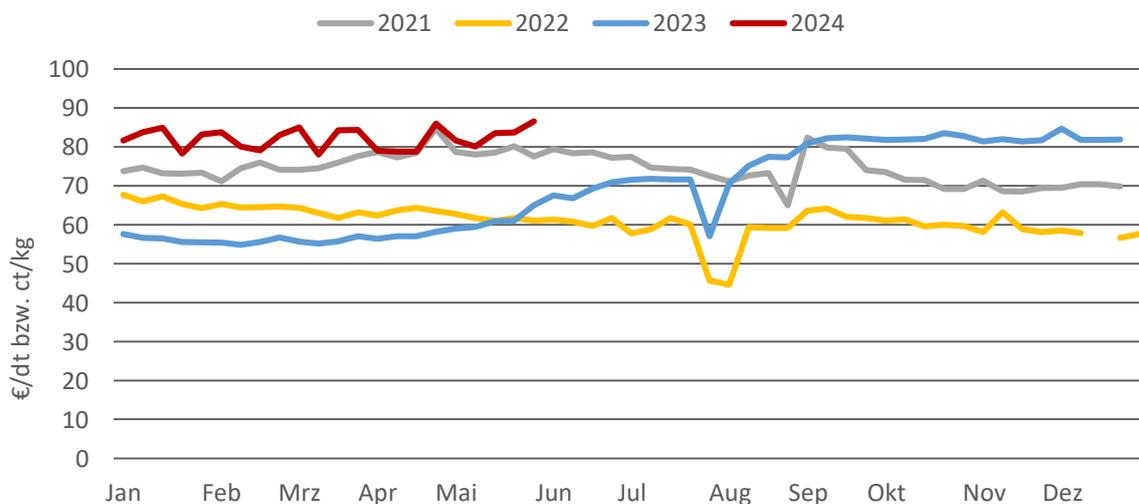


Abb. 8: Abgabepreise der Erzeugermärkte für Tafeläpfel in Deutschland, ohne MwSt., Tafeläpfel, gewogene wöchentliche Preismittel (€/dt)

Quelle: AMI 2024A.

Ähnlich wie das agri benchmark Netzwerk kommt auch das Zentrum für Betriebswirtschaft e. V. (ZBG) zu dem Ergebnis, dass sich die Situation für Obstbauern in den letzten Jahren überwiegend schwierig gestaltet hat. Für die Analyse wird der Wertschöpfungskoeffizient (WSK) als Indikator herangezogen, der das Betriebseinkommen zu den zu entlohnenden Produktionsfaktoren, z. B. Fremdarbeitskräfte, Familienarbeitskräfte oder Kapital ins Verhältnis setzt. Im betrachteten Zeitraum von 2012 bis 2021 lag der WSK für den Durchschnitt aller am Betriebsvergleich teilnehmenden Obstbaubetriebe lediglich in zwei Jahren über eins, was bedeutet, dass der Durchschnitt der Betriebe nur in diesen beiden Jahren rentabel gewirtschaftet hat. In den acht anderen Jahren konnten die Obstbetriebe im Mittel der Stichprobe nicht alle Aufwendungen (inkl. Opportunitätskosten) mit dem Betriebseinkommen decken (Abbildung 9). In sieben von zehn Jahren konnten weniger als 40 % der Obstbetriebe in der Stichprobe rentabel wirtschaften, also einen WSK über eins erzielen. Im Gegensatz dazu scheint die Situation für den Gemüsebau etwas weniger angespannt zu sein, da für die meisten Jahre im Mittel der

Gemüsebaubetriebe ein WSK von über eins errechnet wurde. Dies bedeutet, dass der Durchschnitt der teilnehmenden Gemüsebaubetriebe in acht der letzten zehn Jahre rentabel produzieren konnte. Lediglich für die Jahre 2012 bzw. 2012/2013 und 2017 bzw. 2017/2018 lag der WSK im Mittel der Betriebe unter eins (Abbildung 10).

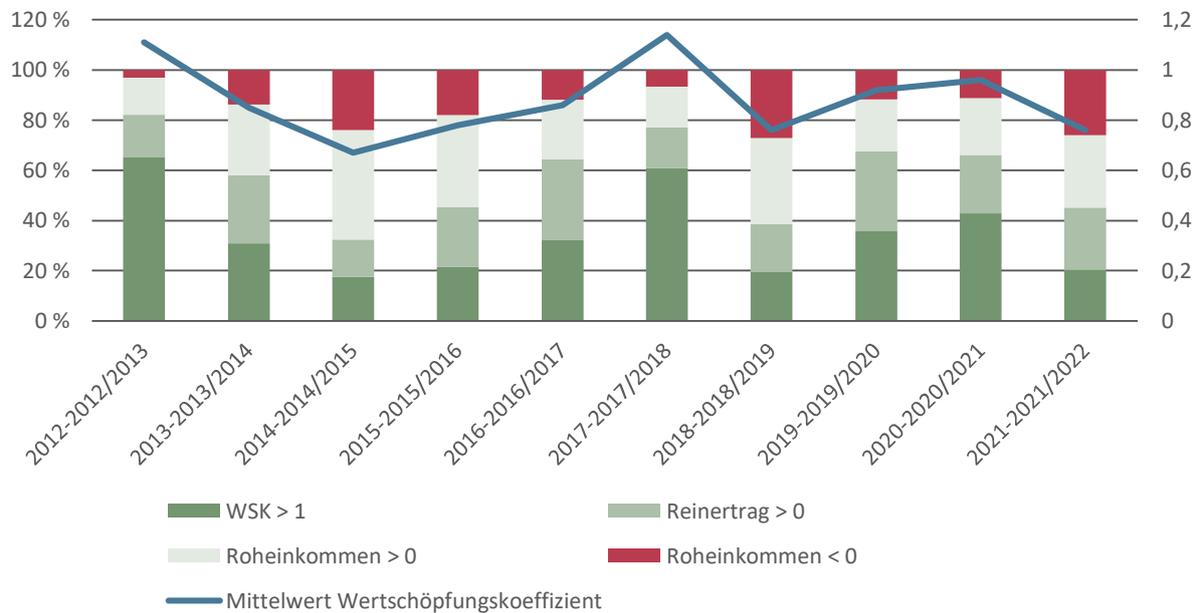


Abb. 9: Ausgewählte Kennzahlen zur Rentabilität von Obstbauunternehmen in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung nach ZBG (versch. Jahrgänge).

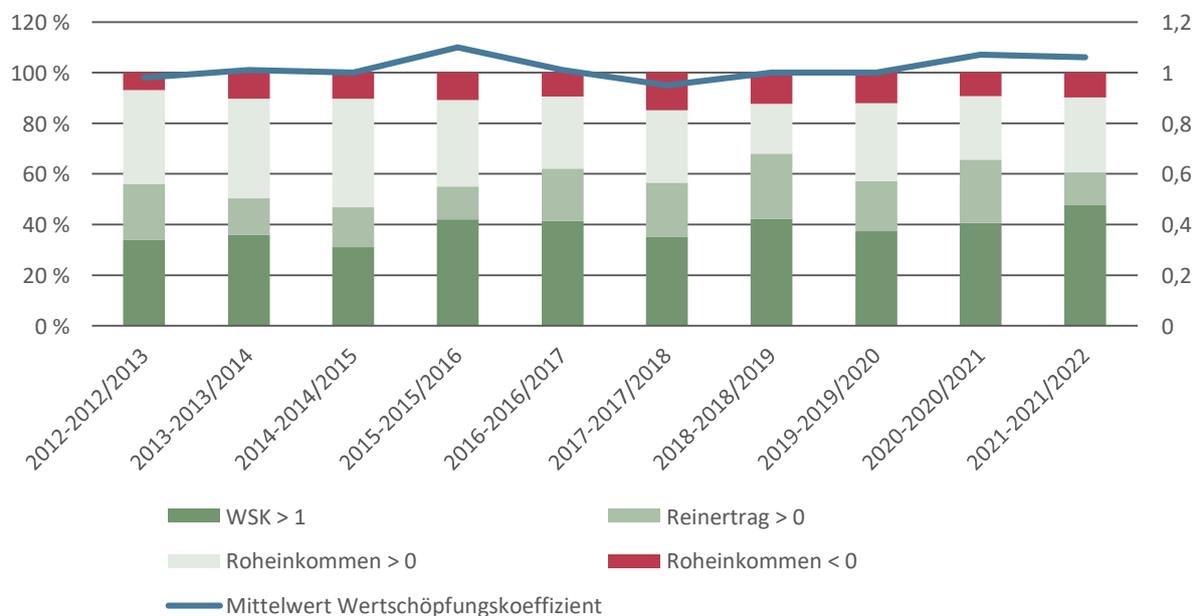


Abb. 10: Ausgewählte Kennzahlen zur Rentabilität von Gemüsebauunternehmen in Deutschland

Quelle: Eigene Darstellung nach ZBG (versch. Jahrgänge).

Gründe für die in 2022/2023 in beiden Sparten besonders geringe Rentabilität liegen in den stark angestiegenen Produktionskosten, die nicht vollständig an die Verbrauchsebene weitergegeben

werden konnten. Diese umfassen z. B. steigende Dünge- und Pflanzenschutzmittelpreise, steigende Energiepreise sowie die deutliche Erhöhung des Mindestlohns (siehe Kapitel 3.2.7). Auf Grundlage der ZBG-Daten ergibt sich in der Summe ein Anstieg der Produktionskosten zwischen Januar 2021 und Januar 2023 um rund 18 % im Obstbau, 20 % im Freilandgemüsebau und 30 % im Unterglasgemüsebau. Besonders stark wirkt sich die Erhöhung des Mindestlohns auf Betriebe mit arbeitsintensiven Kulturen und hohem Aufwand für Saisonarbeitskräfte aus, wie z. B. in Beerenobstbetrieben, in denen laut GÖRGENS (2022) 50 % bis 60 % der Kosten auf die Löhne entfallen (vgl. auch GARMING 2015).

Auch der Klimawandel und dadurch verstärkt auftretende Extremwetterereignisse wie Trockenheit, Dürre, Hagel und Spätfröste, die in den vergangenen Jahren erheblich zugenommen haben (vgl. auch GÖMANN ET AL. 2015), führen im Obst- und im Gemüsebau zu starken Ertrags- und Einkommensschwankungen sowie einem erhöhten Risiko für die Produzierenden (siehe Kapitel 3.1.2.1). Klimaanpassungsmaßnahmen zur Risikominimierung führen zu zusätzlichen Kosten für die Produktionsbetriebe (vgl. PORSCHE ET AL. 2018). So ist nach Einschätzung von Produzierenden im Rheinland im Rahmen der oben genannten agri benchmark-Studie mit einer Zunahme der Investitionen in Hagelschutznetze bei Neupflanzungen im Apfelanbau zu rechnen. Auch der Anstieg des geschützten Anbaus im Beerenobst (siehe Kapitel 3.2.1) ist eine Anpassungsmaßnahme an weiter zunehmende Wetterrisiken.

Insgesamt zeigt sich, dass die Apfelerzeugung nach vielen Jahren schwacher Rentabilität im Jahr 2022 erneut und bei Weitem nicht kostendeckend erfolgte (GÖRGENS 2023). Dies hat die Situation sogar in Betrieben mit bis vor einigen Jahren stabiler wirtschaftlicher Lage und langfristiger Perspektive drastisch verschlechtert, sodass es vielfach zu akuten Liquiditätsproblemen kam. In den Anbauzentren freiwerdende Obstbauflächen wurden im Jahr 2023 erstmalig seit Jahrzehnten nicht von anderen Betrieben übernommen (HILBERS 2023). In dieser Situation benötigten selbst substanziell gesunde Betriebe mit Liquiditätsengpässen staatliche Unterstützung, um die Druckphase am Markt überstehen zu können. Im Rahmen der 2. Agrarerzeugeranpassungsbeihilfenverordnung wurde Betrieben des Freilandobstbaus im Jahr 2023 eine Unterstützung in Höhe von 342 Euro pro Hektar gewährt (2. AGRARERZANPBEIHV).

Mittelfristig sind verschiedene Faktoren für die Rentabilität im Obstbau, insbesondere den Apfelanbau, relevant. So steht die deutsche Apfelerzeugung im europäischen Wettbewerb. Außerdem wirken sich die wetterbedingten Schwankungen in der europäischen Gesamtapfelernte auf die Rentabilität in Deutschland aus. Beispielsweise waren die Jahre mit europäischen Rekordernten in 2014/2015 und 2018/2019 (MUDER ET AL. 2022; AMI 2017B, 2024C) Jahre besonders schwacher Rentabilität in Deutschland, umgekehrt waren die norddeutschen Anbauregionen in 2017/2018 deutlich weniger von den Frostschäden betroffen, die europaweit zu einer außergewöhnlich geringen Apfelernte führten,

sodass die Rentabilität hoch war (Abbildung 9). Allerdings ist angesichts stagnierendem bzw. rückläufigem Apfelverzehr und ebenso relativ konstanten Apfelanbauflächen in Deutschland und seinen Nachbarländern (vgl. MUDER ET AL. 2022) keine strukturelle Entlastung der Märkte zu erwarten. Chancen für den Obstbau, insbesondere den Apfelanbau, liegen in der Sicherung der Produktqualität und einem attraktiven Sortenspektrum sowie der Anpassung an den Klimawandel und insbesondere der Nutzung von Standortvorteilen beim Schutz der Ernte vor Wetterrisiken (z. B. Wasserverfügbarkeit und -speicherung für Frostschutz und ggf. Kühlung).

Fazit:

- Die wirtschaftliche Situation im Obstbau ist bereits seit mehreren Jahren kritisch, seit 2012 bzw. 2012/2013 konnten im Durchschnitt der Betriebe in acht von zehn Jahren die Kosten nicht vollständig durch die Erlöse gedeckt werden.
- Im Apfelanbau lagen die Preise für die Ernte von 2022 bzw. 2022/2023 deutlich unter den Produktionskosten. Auch im Erdbeeranbau sanken die Durchschnittserlöse trotz deutlich gestiegener Kosten.
- Gründe dafür sind stark gestiegene Produktions- und Lagerkosten und eine überdurchschnittlich große Ernte, sowie eine teilweise ungünstige Vermarktungsstruktur auf Erzeugerseite.
- Dadurch war die Liquiditätssituation in etlichen Obstbaubetrieben in 2022 und 2023 angespannt, bisweilen dramatisch. Der staatliche Zuschuss und auch die gestiegenen Erzeugerpreise in 2023 haben die Situation allerdings ein wenig entspannt.
- Im Gemüsebau war die Rentabilität im gleichen Zeitraum deutlich besser. Der Anstieg der Produktionskosten in 2021 und 2022 konnte durch höhere Erzeugerpreise größtenteils kompensiert werden, drückte aber ebenfalls auf die Rentabilität.
- Zur Risikominimierung und Anpassung an den Klimawandel wird im Obstbau zunehmend in den Kulturschutz investiert, beispielsweise in Schutzabdeckungen für Beerenobst und Kirschen, Hagelnetze und Frostschutzanlagen im Kernobstanbau.

3.2.7 Faktor Arbeit

Der Gartenbau ist ein sehr arbeitsintensiver Sektor. Viele Arbeiten im Obst- und Gemüsebau können bisher noch nicht vollständig mechanisiert werden und müssen nach wie vor per Hand erledigt werden. Dazu gehören vor allem die Ernte vieler Obst- und Gemüsearten und viele komplexe Kulturpflegemaßnahmen. Auch kleinere Betriebe sind daher oft auf Lohnarbeit angewiesen, wobei vor allem Saisonarbeitskräfte während der Arbeitsspitzen eingesetzt werden. Der Arbeitskräftebedarf variiert stark und kann im Gemüsebau von rund 100 Arbeitsstunden je Hektar (AKh/ha) für weniger anspruchsvolle Kulturen wie Waschmöhren oder Speisezwiebeln bis hin zu über 900 AKh/ha für empfindliche Schnittsalate betragen (KTBL 2017). Im Obstbau liegt der Bedarf oft noch höher und

reicht von rund 800 AKh/ha (agri benchmark-Studie, unveröffentlicht) bis über 1.000 AKh/ha bei Äpfeln (vgl. GÖRGENS 2022).

Da die Löhne einen großen Anteil an den Gesamtkosten in der Obst- und Gemüseerzeugung ausmachen, beeinflusst die Höhe des Lohnniveaus die Rentabilität der Betriebe deutlich. Eine besonders große Bedeutung haben die Saisonarbeitskräfte, deren Entlohnung sich in der Regel an der Höhe des Mindestlohns orientiert. Deshalb wirken sich Erhöhungen desselben direkt auf die Produktionskosten aus. Seit der Einführung des Mindestlohnes im Jahr 2015 ist der Mindestlohn um rund 46 % gestiegen, nämlich von 8,50 Euro auf 12,41 Euro/AKh im Jahr 2024 (ein weiterer Anstieg auf 12,82 Euro/AKh ist für den 01.01.2025 geplant). Allein zwischen Oktober 2021 und Oktober 2022 war ein Anstieg des Mindestlohnes um 25 % zu verzeichnen (IAQ 2022). Im EU-Vergleich (Stand: Januar 2024) steht Deutschland damit in der EU an vierter Stelle, nach Luxemburg mit 14,86 Euro/AKh, Niederlande mit 13,27 Euro/AKh und Irland mit 12,70 Euro/AKh. Den niedrigsten Mindestlohn in der EU hat Bulgarien mit 2,85 Euro/AKh, gefolgt von Rumänien mit 3,99 Euro/AKh und Ungarn mit 4,02 Euro/AKh (LÜBKER UND SCHULTEN 2024). Somit bestehen innerhalb der EU große Unterschiede im Lohnniveau (Abbildung 11). In Italien, Österreich, Dänemark, Finnland und Schweden gibt es keinen gesetzlich festgelegten Mindestlohn, wobei einige dieser Länder dennoch ein überdurchschnittlich hohes Lohnniveau aufweisen. Die Zahlen verdeutlichen, dass der deutsche Gartenbau einem hohen Wettbewerbsdruck ausgesetzt ist. Zwar stiegen die Mindestlöhne auch in vielen anderen europäischen Ländern in den letzten Jahren stark an, vor allem in Polen und Bulgarien, aber dennoch existieren derzeit starke Lohnunterschiede zwischen den einzelnen Mitgliedsländern (Abbildung 11). Aufgrund der Arbeitsintensität des Gartenbausektors ist dieser stärker von diesen Unterschieden betroffen als andere Branchen.

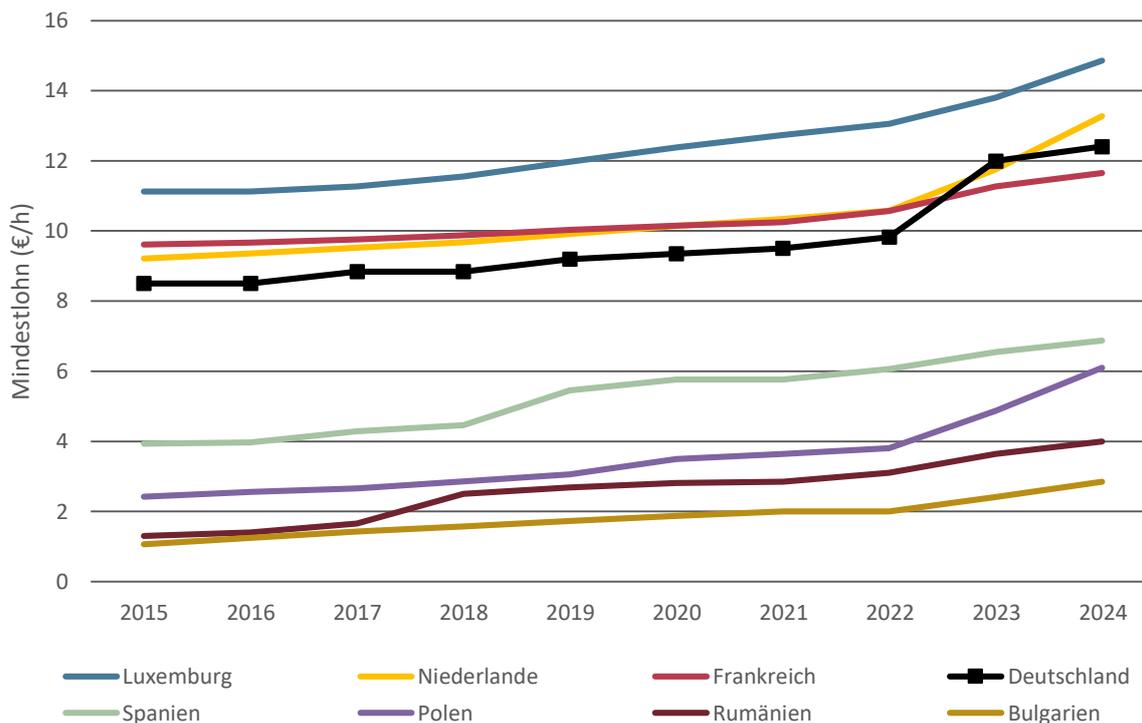


Abb. 11: Mindestlöhne der Jahre 2015 bis 2024 im europäischen Vergleich

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von LÜBKER UND SCHULTEN 2024.

Gleichzeitig wird in der gesamten Gartenbaubranche ein Fachkräftemangel beklagt. Auch Hilfskräfte zu finden, wird zunehmend schwieriger. Allerdings stellen die Lohnunterschiede zwischen den einzelnen EU-Mitgliedsländern einen wesentlichen Anreiz für ausländische Saisonarbeitskräfte dar, um nach Deutschland zu kommen. Der vorherrschende Fachkräftemangel spiegelt sich auch in der Statistik der Bundesagentur wider (BUNDESAGENTUR FÜR ARBEIT 2023). Berufe im Gartenbau werden demnach als Engpassberuf eingestuft, das heißt, es stehen nicht genügend Arbeitnehmende zur Verfügung, um offene Stellen zu besetzen. Die durchschnittliche Vakanzzeit, also die Zeit, die benötigt wird, um eine offene Stelle neu zu besetzen, beträgt im Mittel 104 Tage. Ebenfalls sinken die Ausbildungszahlen sowie die Kapazitäten im Bereich der Hochschulen und Universitäten drastisch (vgl. Kapitel 3.1.9).

Um trotz Fachkräftemangel und steigenden Löhnen wettbewerbsfähig produzieren zu können, werden bereits diverse Anpassungsmaßnahmen angewendet. So konnte in den letzten Jahren eine Verschiebung zu weniger arbeitsintensiveren Kulturen beobachtet werden, d. h. eine Zunahme im Anbau von Wurzel- und Knollengemüse, die in der Regel maschinell geerntet werden und eine Abnahme von Salaten oder Kohlgemüse für den Frischmarkt, die Handernte erfordern (LUER ET AL. 2023; GARMING 2024A). Außerdem nahm bei einigen Kulturen auch der geschützte Anbau zu (vgl. Kapitel 3.2.1), wie z. B. bei Erdbeeren und Himbeeren. Neben höheren Erträgen und Qualitäten ist auch die Arbeitsproduktivität im geschützten Anbau höher (GARMING 2015). Weitere Anpassungsmaßnahmen sind z. B. die Gestaltung von Neupflanzungen beim Baumobst, die eine

höhere Pflückleistung ermöglichen, sowie Investitionen in arbeitseinsparende Technologien wie Arbeitsbühnen, Erntemaschinen oder die Teilumstellung auf maschinellen Schnitt (GARMING 2015). Insgesamt führen die Anpassungsmaßnahmen zu steigender Arbeitsproduktivität und einer Zunahme der Kapitalintensität (vgl. Kapitel 3.2.5). Aufgrund der zu erwartenden weiteren Knappheiten des Faktors Arbeit wird dieser Trend weiter zunehmen. Dies bedeutet, dass der Druck auf kleinere Betriebe weiter steigt und der Strukturwandel beschleunigt wird.

Fazit:

- Gemüse- und Obstbau sind sehr arbeitsintensive Produktionssparten und weisen einen hohen Bedarf an Lohnarbeitskräften, insbesondere auch Saisonarbeitskräfte, für Arbeitsspitzen vor allem während der Ernte auf.
- Der Sektor ist vom Fachkräfte- und Nachwuchsmangel stark betroffen und damit von einer Verknappung der Arbeitskräfteverfügbarkeit.
- Das im europäischen Vergleich hohe Lohnniveau und die Sozialstandards ermöglichen das Anwerben ausländischer Saisonarbeitskräfte, wirken sich allerdings auch negativ auf die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Ländern mit einem geringeren Lohnniveau aus.
- Die Erhöhung des Mindestlohns um rund 20 % in 2022 führte zu einem erheblichen Anstieg der Produktionskosten. Der Mindestlohn ist Anfang 2024 weiter gestiegen und wird Anfang 2025 eine weitere Steigerung erfahren.
- Als Anpassung an die steigenden Lohnkosten und die Arbeitskräfteknappheit reduzieren die Betriebe den Anbauumfang besonders arbeitsintensiver Kulturen zugunsten leichter mechanisierbarer Kulturen und investieren in arbeitssparende Technologien und den geschützten Anbau. Damit nimmt die Kapitalintensität im Obst und Gemüsebau zu, was den Strukturwandel hin zu weniger und größeren Betrieben befördert.

3.2.8 Faktor Energie

In den Sparten Obst- und Gemüsebau kommt dem Faktor Energie im Unterglasanbau eine besonders hohe Bedeutung zu.

Bedeutung der Energiekosten im Unterglasgemüsebau

In den Wirtschaftsjahren 2012/2013 bis 2021/2022 schwankte der Anteil des Heizmaterialaufwands in den Unterglasgemüsebaubetrieben um einen Wert von ca. 9 % des Betriebsertrages (Abbildung 12), wie die ZBG-Buchabschlüsse zeigen. Diese Zahlen beschreiben den Zeitraum vor den massiven Energiepreissprüngen im Jahr 2022, die durch den kriegerischen russischen Angriff auf die Ukraine verursacht wurden. Sie zeigen nur geringe Änderungen in den Aufwands- und Ertragsrelationen.

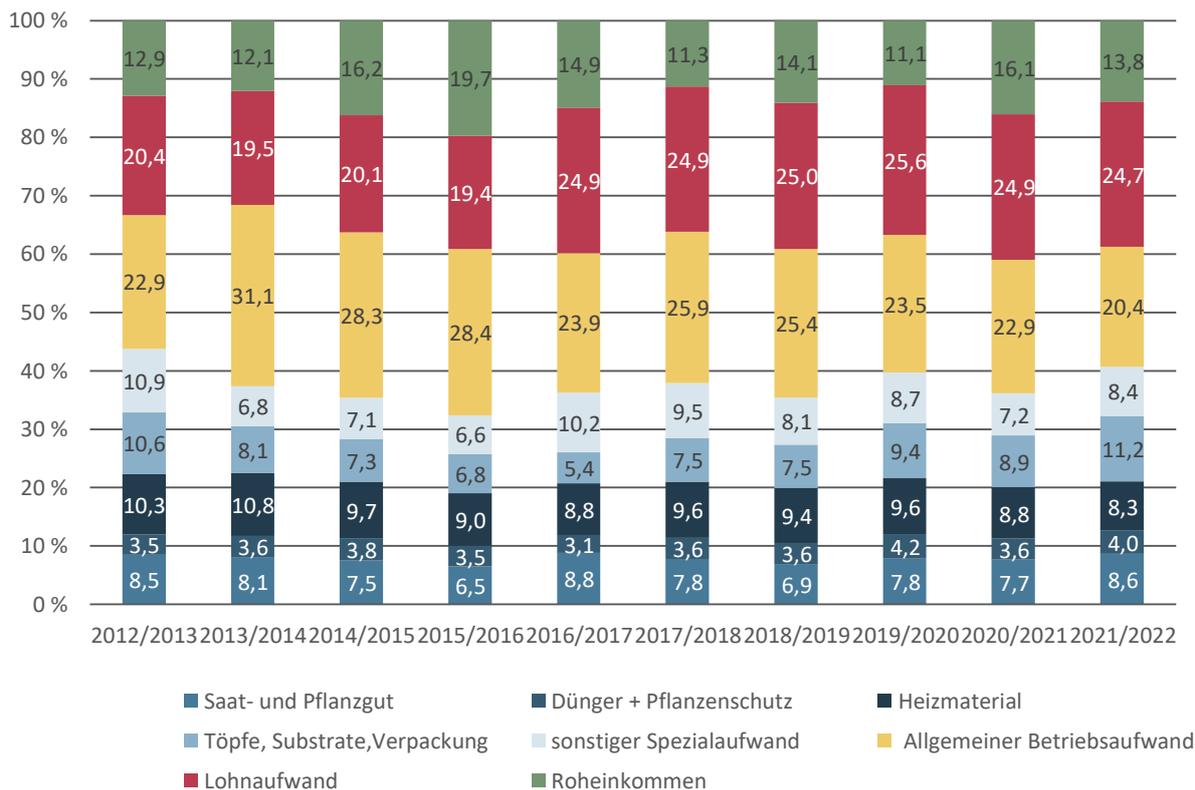


Abb. 12: Aufwandsstruktur von Unterglasgemüsebetrieben

Quelle: Eigene Darstellung nach ZBG (versch. Jahrgänge).

Entwicklung der Energiepreise

Die Entwicklung der Einkaufspreise zeigt, dass die Energiepreise im Frühjahr 2020 aufgrund der Covid-19-Pandemie und der staatlichen Gegenmaßnahmen sanken. Bereits im Frühjahr 2021 setzte sich eine gegenläufige Entwicklung durch, die sich mit dem Beginn des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine erheblich verstärkte (Abbildung 13).

Wenngleich die Energiepreise aktuell auf einem hohen Niveau konstant sind, ist davon auszugehen, dass die Entwicklung steigender Preise bei den fossilen Energieträgern anhalten wird (EWI 2022b; JANNSEN UND SONNENBERG 2022).

Durch diese absehbare Entwicklung wird der wirtschaftliche Druck auf den energieintensiven Unterglasgemüsebau weiter hoch bleiben. Hinzu kommt der im Jahr 2020 eingeführte Preis für die Emission von CO₂, der in den kommenden Jahren ansteigen wird. Berechnungen auf Grundlage der ZBG-Daten zu den Auswirkungen steigender Preise für CO₂-Emissionen zeigen beispielhaft für die energieintensive Produktion von Tomaten bei einem angenommenen Wärmebedarf von 270 kWh pro m², der durch eine Steinkohleheizung bereitgestellt wird, dass die Produktionskosten bei einem Preis von 100 Euro je Tonne CO₂-Emission um über 10 % ansteigen werden (LUER 2022). Alternative Heizkonzepte für den Unterglasgemüsebau sind aktuell rar.

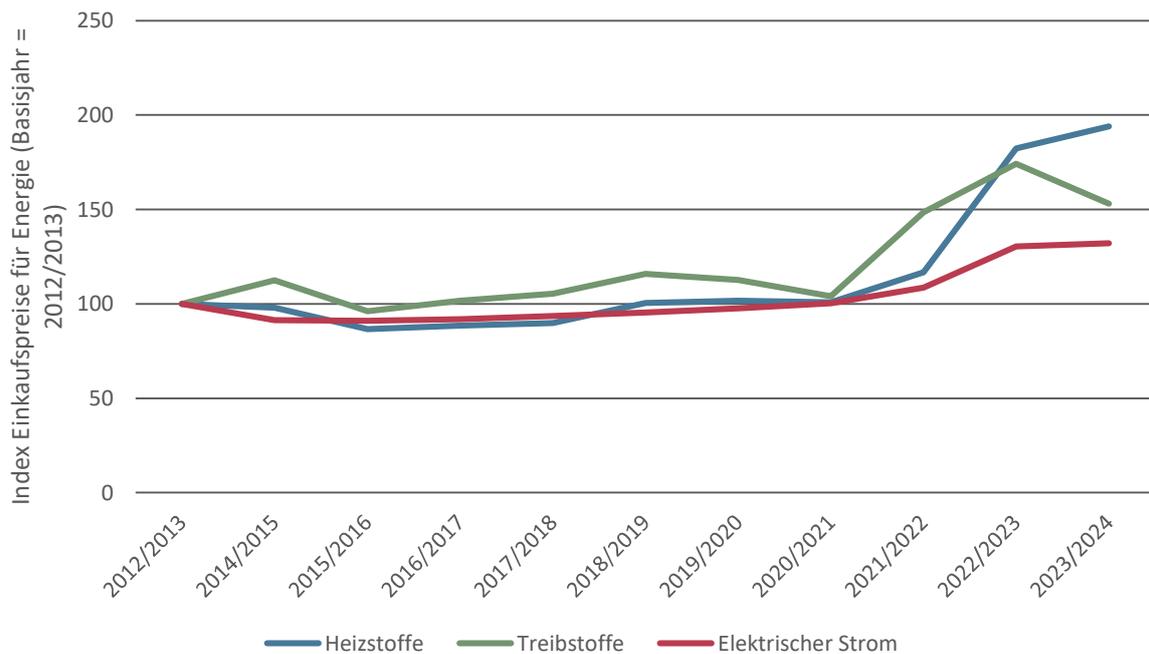


Abb. 13: Entwicklung der Einkaufspreise für Energie in der Landwirtschaft, 2012/2013 bis 2023/2024

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS 2024B.

Im Gartenbau eingesetzte Energieträger

Der Anteil der verschiedenen Energieträger für die Beheizung von Gewächshäusern wurde von DE WITTE ET AL. (2022) auf Grundlage der Agrarstrukturerhebung 2016 analysiert (Abbildung 14). Neuere Zahlen sind nicht verfügbar (REINHOLD 2023). Nach RATH 2023 „hat sich aber nicht viel verändert“. Hiernach ist Steinkohle mit einem Anteil von 27,1 % der am weitesten verbreitete Energieträger im Gartenbau. Es folgen Erdgas (21,4 %), Heizöl (17,4 %), Fernwärme (14,5 %) und Holz (11,5 %). Biogas spielt mit einem Anteil von 5,0 % nur eine untergeordnete Rolle.

Für die Abdeckung der Grundlast von Gewächshäusern kommen beispielsweise Holz, Fernwärme und Abwärme von Biogasanlagen als alternative Energieträger in Frage, für die Spitzenlast wird weiterhin Gas und Öl benötigt (GEYER 2023). Inwieweit Abwärme für die Beheizung von Gewächshäusern nutzbar ist, müsste in weitergehenden Analysen ermittelt werden⁵.

Wenngleich in der 2023 beschlossenen Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2023) zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien Gewächshäuser ausgenommen sind (§ 2 Absatz 2 Nummer 4 GEG), wird auch der Gartenbau das allgemeine Ziel der Klimaneutralität in Deutschland bis zum Jahr 2045 erreichen und nach klimafreundlichen Alternativen zur aktuellen Gewächshausproduktion suchen müssen.

Das ZINEG-Projekt als möglicher Ausgangspunkt für zukünftige Entwicklungen

Ziel des ZINEG-Verbundprojekts⁶ war es, mit der Entwicklung eines Niedrigenergiegewächshauses und begleitenden kulturtechnischen Maßnahmen eine Unterglasproduktion ohne fossile Energieträger und

ohne fossile CO₂-Emissionen zu ermöglichen. Hierzu wurden Isolierverglasungen im Dach, Dreifach-Energieschirme, Solarenergienutzung mit Tag-Nacht-Speicherung sowie energiesparende Regelstrategien analysiert (ZINEG 2014). Die Ergebnisse zeigten, dass insbesondere energieintensive Produktionsverfahren wie die Jung- und Topfpflanzenproduktion für die Nutzung der ZINEG-Techniken in Frage kommen (FLENKER ET AL. O.J.). Das Niedrigenergiegewächshaus hat sich in der Praxis jedoch bisher nicht etabliert, da es deutlich teurer ist als herkömmliche Gewächshaustechnik (GEYER 2023).

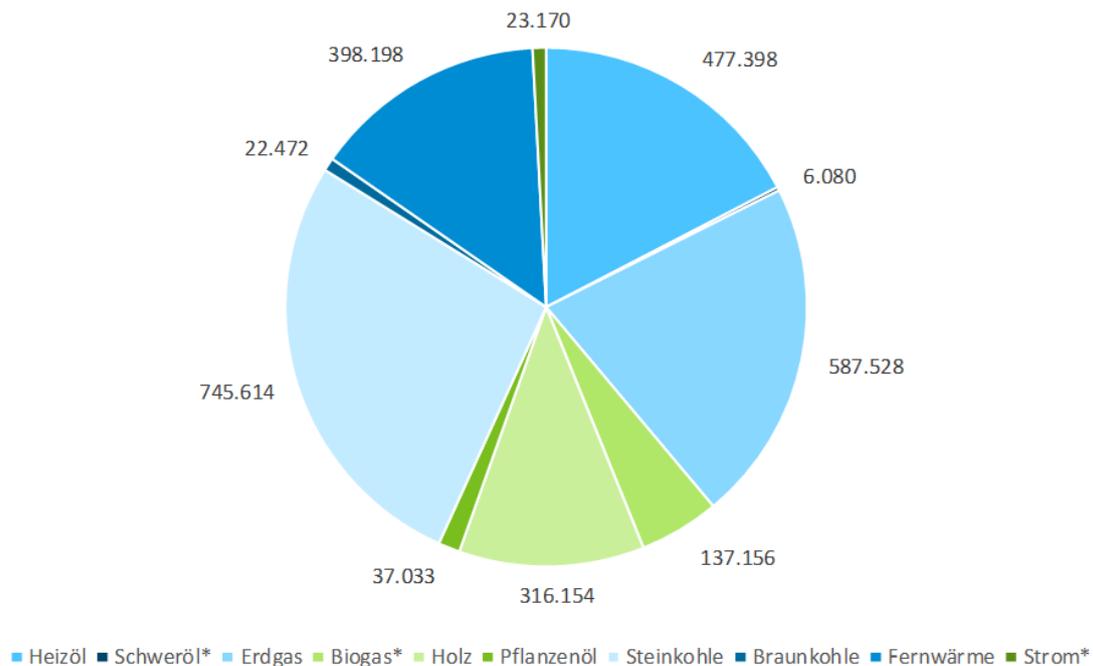


Abb. 14: Menge der im Jahr 2016 im Gartenbau zur Beheizung von Gewächshäusern eingesetzten Energieträger (MWh)

Anmerkung: *Summe aus verfügbaren Angaben berechnet; aufgrund von Geheimhaltungsvorschriften sind nicht alle in der Agrarstrukturerhebung erfassten Angaben verfügbar.

Quelle: DE WITTE ET AL. 2022 auf Grundlage von ISAAK UND HÜBNER 2019.

Fazit:

- Zwei Drittel der Gewächshäuser im Gemüsebau werden mit den fossilen Energieträgern Steinkohle, Erdgas und Heizöl beheizt. Diese starke Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, deren Preise langfristig hoch bleiben werden, üben einen starken wirtschaftlichen Druck auf den Unterglasgemüsebau aus.
- Es müssen alternative Energiekonzepte für den Unterglasgemüsebau gefunden werden. Das im ZINEG-Projekt und nachfolgenden Projekten generierte Wissen kann wertvolle Erkenntnisse liefern, um den Einsatz fossiler Energieträger zu verringern. Dabei könnte die bei ZINEG entwickelte Speichertechnologie zukünftig eine wichtige Rolle spielen (RATH 2023).

3.3 Selbstversorgungsgrad bei Obst und Gemüse

Der Selbstversorgungsgrad für den Konsum von Obst und Gemüse⁷ in Deutschland lag im Jahr 2022/2023 nach vorläufigen Daten bei 15,3 % bzw. 36,0 % (AMI 2024c)⁸. Die vermeintlich naheliegende Schlussfolgerung, dass es daher ein erhebliches Potenzial für die Ausdehnung der Erzeugung von Obst und Gemüse in Deutschland gibt, ist jedoch irreführend. Deutlich wird dies in der folgenden genaueren Analyse der Nachfrage nach verschiedenen Obst- und Gemüseerzeugnissen sowie dem jahreszeitlichen Verlauf von heimischem Angebot und Nachfrage.

Tabelle 8 zeigt die Selbstversorgungsgrade für Obst und Gemüse insgesamt und einiger wichtiger Erzeugnisse dieser Produktgruppen.

Tabelle 8: Selbstversorgungsgrade für Obst und Gemüse (%)

Erzeugnis	Jahr									
	2013/14 bzw. 2014	2014/15 bzw. 2015	2015/16 bzw. 2016	2016/17 bzw. 2017	2017/18 bzw. 2018	2018/19 bzw. 2019	2019/20 bzw. 2020	2020/21 bzw. 2021	2021/22 bzw. 2022	2022/23 bzw. 2023 (v.)
Obst insgesamt	11,9	15,8	14,1	14,4	8,9	15,7	13,9	13,8	14,1	15,3
Tafeläpfel	53,7	66,8	58,9	64,9	40,9	65,2	61,2	60,8	64,4	67,7
Tafelbirnen	15,5	15,9	15,5	13,7	8,6	14,7	16,8	10,9	15,2	12,8
Zwetschen (frisch)	50,0	47,6	37,0	25,6	55,9	47,9	45,0	38,6	48,1	50,2
Erdbeeren (frisch)	65,1	67,8	58,3	58,7	60,7	52,7	52,9	49,9	48,1	50,2
Gemüse insgesamt	35,6	37,5	34,8	36,4	37,9	34,7	36,8	35,4	38,0	36,0
Tomaten (frisch)	9,5	9,0	9,6	10,8	11,4	12,0	11,3	10,9	12,7	12,5
Salatgurken (frisch)	9,0	7,5	8,9	10,5	10,7	10,2	9,3	9,7	9,5	10,4
Paprika (frisch)	2,0	1,7	2,2	2,8	3,3	3,3	3,4	3,8	3,8	3,9
Salate (frisch)	53,8	54,3	53,6	56,6	57,5	60,2	56,2	54,3	59,3	57,6

Hinweis: (v.) vorläufig

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von (AMI 2024c).

Die Erzeugung vieler Obst- und Gemüsearten in Deutschland unterliegt einer ausgeprägten Saisonalität. Sehr anschaulich wird dies für viele Obst- und Gemüseprodukte in einem entsprechenden Saisonkalender der BLE (2023D) dargestellt. Für viele einheimische Gemüsearten beginnt die Erntesaison im April oder Mai und endet im Oktober oder November, während die Hauptsaison kürzer ist und für die meisten Gemüsearten von Mai/Juni bis September/Oktober läuft. Ausnahmen bilden klassische Wintergemüse wie Rosen- oder Grünkohl, deren Ernte erst im Spätsommer bzw. Herbst beginnt und den ganzen Winter anhalten kann. Porree ist ebenfalls ein Sonderfall, da seine Ernte schon im Sommer beginnt, späte Sätze aber teils erst im Winter geerntet werden. Lagerfähiges Gemüse, beispielsweise Möhren oder Zwiebeln, kann bis weit in das Folgejahr vermarktet werden. Bei diesen Gemüsearten liegt der Selbstversorgungsgrad entsprechend hoch, bei über 70 % (z. B. Möhren,

Zwiebeln, Porree, Spargel, Weiß- und Rotkohl) (GARMING 2024A). Der BLE-Saisonkalender weist keine Gemüseart aus, die nicht in Deutschland erzeugt werden kann. Dennoch ist das deutsche Gemüseangebot in den meisten Fällen auf die Zeit vom Frühjahr bis zum Herbstanfang beschränkt, da viele Gemüsearten nicht oder nur kurz gelagert werden können. Besonders niedrig ist der Selbstversorgungsgrad für die sehr beliebten Fruchtgemüsearten wie Tomaten (12,2 % im Jahr 2023, Tabelle 8), Salatgurken (10,4 %) und Paprika (3,9 %). Diese werden in Deutschland in zeitweise geheizten Gewächshäusern produziert. Allerdings fällt auch hierbei die Erntesaison vorwiegend in die Sommermonate. Eine durchgehende Produktion wird nicht nur durch den Wärmebedarf und damit verbundenen Aufwand an Heizenergie, sondern auch durch die zu geringe Lichteinstrahlung in den Wintermonaten begrenzt, sodass für eine Ausdehnung der Produktion zusätzlich ein erheblicher Energieaufwand für eine Belichtung erforderlich wäre. Somit erscheint eine wesentliche Ausweitung der geschützten Produktion dieser Gemüsearten zur Substitution von Importen aus Südeuropa aus Gründen des Klimaschutzes wenig sinnvoll und wäre zudem sehr kostspielig.

Die Situation bei Obst weicht von der bei Gemüse ab. Beim Blick auf den BLE-Saisonkalender fällt auf, dass viele in Deutschland konsumierte Obstarten aus klimatischen Gründen nicht in Deutschland angebaut werden (können), beispielsweise Bananen, Zitrusfrüchte, Avocados, Ananas, Mangos oder Kiwis. Es wird hierbei von exotischen Obstkulturen oder Südfrüchten gesprochen. Zudem haben die meisten heimischen Obstarten eine ausgeprägte und häufig kurze Erntesaison. Da viele Obstarten nicht oder nur sehr kurz lagerfähig sind, ist das heimische Angebot bei diesen Obstarten auf die Erntesaison beschränkt. Bei der mit Blick auf die Anbaufläche und die Erntemenge wichtigsten Obstart in Deutschland, dem Apfel (siehe Kapitel 3.2.1), ist die Situation eine andere. Obwohl der Erntezeitraum eng auf den Spätsommer bis Frühherbst begrenzt ist, ist einheimische Ware das gesamte Jahr über lieferbar. Der Grund dafür ist, dass moderne Lagertechnologie eine ganzjährige Lagerung praktisch ohne Qualitätsverlust erlaubt. Dies wird auch aus dem BLE-Saisonkalender deutlich (BLE 2023D). Entsprechend liegt der Selbstversorgungsgrad bei Tafeläpfeln mit rund 41 % bis 68 % vergleichsweise hoch.

Dem oftmals zeitlich eng begrenzten Angebot von Obst und Gemüse aus Deutschland steht eine für viele Obst- und Gemüsearten im Jahresverlauf kaum schwankende Nachfrage gegenüber. Dies belegt die AMI (2024c, 2024b), indem sie für das Jahr 2023 für ausgewählte Produkte monatlich differenziert die Anteile vom jeweiligen Jahreskonsum in Privathaushalten aufzeigt. Bei vielen der gezeigten Gemüsearten schwanken diese Anteile im Monatsvergleich nur um wenige Prozentpunkte (AMI 2024b). Selbiges gilt für Kernobst und Himbeeren (AMI 2024c). Auch wenn Tafeltrauben und Heidelbeeren leicht stärkere Schwankungen im Verbrauch aufweisen, kann auch bei diesen Kulturen noch nicht von einer ausgeprägt saisonalen Nachfrage gesprochen werden. Dies ist im Gegensatz dazu bei Erdbeeren, Steinobst und Zitrusfrüchten jedoch der Fall. Während die Hauptsaison für den

Verbrauch von Erdbeeren in den Monaten April bis Juni liegt, liegt sie bei Steinobst von Juni bis September und bei Zitrusfrüchten bei November bis März (Ausnahme: Limetten). Von den untersuchten Gemüsearten weist die AMI (2024B) nur für Kürbisse (September bis November), Feldsalat (November bis April) und Endivien (Oktober bis März) eine deutliche saisonale Nachfrage aus sowie ansatzweise für Radies (April bis Juli) und Porree (Dezember bis April).

Diese in weiten Teilen auf Produktebene wenig schwankende Nachfrage kann außerhalb der Erntesaison nur bei vergleichsweise wenigen langfristig lagerfähigen Produkten durch einheimische Produktion gedeckt werden. Im Gemüsebau weist die AMI (2022) für viele Gemüsearten während der Hauptsaison einen annähernd einhundertprozentigen Selbstversorgungsgrad aus. In diesen Fällen erfolgen Importe folglich fast ausschließlich außerhalb der Erntesaison und in den Übergangszeiten. Hier ist also allenfalls ein geringes Potenzial zur Erhöhung des Selbstversorgungsgrades erkennbar.

Bei der Nachfrage nach Obst gibt es darüber hinaus eine besondere Situation. Südfrüchte erfreuen sich einer hohen Beliebtheit bei den Konsumierenden in Deutschland (vgl. Kapitel 3.2.3). Der Import dieser Früchte summierte sich im Jahr 2021 auf knapp 2 Millionen Tonnen. Die Importe von Früchten ohne Exoten addierte sich im selben Zeitraum auf gut 2,3 Millionen Tonnen. Davon entfielen gut 1 Million Tonnen auf Früchte, die aus klimatischen Gründen in Deutschland nicht oder nicht wirtschaftlich erzeugt werden können und folglich nicht in der deutschen Produktionsstatistik ausgewiesen sind. Darunter sind beispielsweise Tafeltrauben, Melonen, Nektarinen und Pfirsiche. Folglich werden in Deutschland rund 3 Millionen Tonnen Obst konsumiert, die importiert werden müssen, da sie nicht oder nicht wirtschaftlich in Deutschland angebaut werden können.

FELDMANN UND VOGLER (2023) entwickeln eine Vision zur deutlichen Steigerung des Selbstversorgungsgrades bei Obst und Gemüse, indem deren Erzeugung im intraurbanen, periurbanen und stadtnahem ruralen Raum, nach FELDMANN ET AL. (2023A) zusammengefasst als stadtreionaler Raum, stark ausgedehnt wird. FELDMANN UND VOGLER (2023) verbinden eine solche Entwicklung mit vielen durchaus wünschenswerten Vorteilen, insbesondere der Verringerung des CO₂-Ausstoßes durch kürzere Transportwege, der Stärkung des Ernährungsbewusstseins in der Bevölkerung, eine gesündere Ernährung, die Verringerung von Lebensmittelverlusten und dadurch die Vermeidung von Abfällen sowie die Verringerung globaler Abhängigkeiten. Sie gehen unter Verweis auf ZASADA ET AL. (2019) davon aus, *„dass die theoretische Fähigkeit einer großstädtischen Bevölkerung, sich innerhalb ihrer eigenen regionalen Grenzen selbst zu ernähren, nicht unmöglich, die Selbstversorgung insbesondere im Zuge des anhaltenden Städtewachstums aber sehr herausfordernd ist.“* (FELDMANN UND VOGLER 2023B, Z. 97ff), sodass eine nahezu komplette Selbstversorgung mit Obst und Gemüse dennoch als letztendlich machbar angesehen wird. Als eine Voraussetzung dafür wird gesehen, dass *„Konsumenten [...] bereit sind, für die zahlreichen positiven Aspekte auch den notwendigen Preis zu zahlen oder Qualitätseinbußen [...] in Kauf zu nehmen“* (FELDMANN UND VOGLER 2023B, Z. 141ff).

Die Umsetzung dieser Vision ist an einige Voraussetzungen gebunden:

- Änderung der Konsumpräferenzen, d. h. Konzentration auf saisonal verfügbare, heimische Produkte und Inkaufnahme von Qualitätseinbußen;
- Erhöhung der Zahlungsbereitschaft für Obst und Gemüse aus dem stadtreionalen Raum und
- Änderung der aktuellen Flächennutzung, insbesondere im stadtnahen ruralen Raum.

Es stellt sich aus ökonomischer Perspektive die Frage, wie realistisch das Eintreten dieser Voraussetzungen ist. Eine kurz- bis mittelfristige massive Änderung der Konsumpräferenzen ist wenig wahrscheinlich, da sie sich, wie oben dargelegt, langfristig bis zum Status quo entwickelt hat. Dies betrifft nicht nur die Art der Produkte, z. B. Orangen, sondern auch den Zeitpunkt des Konsums, z. B. Erdbeeren zu Weihnachten. Ebenso ist die Bereitschaft zur Zahlung spürbar höherer Preise für stadtreional erzeugtes Obst und Gemüse stark infrage zu stellen. Dies kann einerseits damit begründet werden, dass derzeit selbst für regional erzeugte Lebensmittel allenfalls geringfügig höhere Preise am Markt erzielt werden können (vgl. Kapitel 3.2.4). Andererseits haben die in 2022 und 2023 zu beobachtenden Preissteigerungen bei Lebensmitteln gezeigt, dass sie zu einem Rückgang der Nachfrage bei den vergleichsweise hochpreisigen Bioprodukten geführt haben. Gleichzeitig war eine stärkere Hinwendung zum Einkauf bei Discountern zu beobachten (AMI 2024D). Der dritte Aspekt zielt darauf, dass Flächen im stadtnahen ruralen Raum aktuell verschiedenen Nutzungen unterliegen. Dies gilt auch bei einer Beschränkung auf land- und forstwirtschaftliche Flächen, die grundsätzlich für die Erzeugung von Obst und Gemüse geeignet wären. Wer will hier eine Nutzungsänderung vorschreiben und wie sollte das in dem bestehenden politischen und wirtschaftlichen System funktionieren?

FELDMANN UND VOGLER (2023) weisen außerdem darauf hin, dass die Erzeugung von Obst und Gemüse in Gewächshäusern im Rahmen ihres Konzeptes erforderlich aber energiebedürftig sei. Der Energiebedarf für die Beheizung und Belichtung von Gewächshäusern ist in der dunklen Jahreszeit beträchtlich und hat vor dem Hintergrund der aktuell noch stark verbreiteten Nutzung fossiler Energieträger im Gartenbau (vgl. Kapitel 3.2.8) einen erheblichen CO₂-Ausstoß zur Folge. Dies wäre nicht im Sinn der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung.

Selbst wenn nicht davon auszugehen ist, dass eine Stärkung des stadtreionalen Anbaus von Obst und Gemüse zu erheblichen Veränderungen beim Selbstversorgungsgrad führt, ist eine Anpassung der Rahmenbedingungen zugunsten der stadtreionalen Obst- und Gemüseerzeugung und eine behutsame Förderung in diesem Bereich vor dem Hintergrund der mit diesen Aktivitäten in Verbindung stehenden multiplen Vorteilen durchaus sinnvoll.

Fazit:

- Viele Obst- und Gemüseerzeugnisse aus Deutschland können aufgrund deutlich begrenzter Erntezeiträume und oftmals nur sehr kurzer Lagerfähigkeit nur in bestimmten Zeiträumen vermarktet werden.

- Auf Verbrauchsebene schwankt die Nachfrage nach Obst und Gemüse im Jahresverlauf bei vielen Arten nur geringfügig und geht daher deutlich über die Zeiträume einheimischen Angebots hinaus.
- Verschiedenste Obstarten, z. B. Avocados, Bananen, Zitrusfrüchte, die aus klimatischen Gründen nicht in Deutschland angebaut werden können, erfreuen sich einer hohen Beliebtheit und dadurch einer starken Nachfrage.
- Es ist nicht davon auszugehen, dass sich die langfristig entwickelten und vergleichsweise stabilen Nachfragepräferenzen der Verbrauchenden kurzfristig und massiv zugunsten des saisonal stark schwankenden Angebots aus heimischer Erzeugung in Deutschland ändern wird, selbst wenn dies im stadtreionalen Raum erzeugt wird.
- In der Summe führte dies dazu, dass die Selbstversorgungsgrade bei Obst und Gemüse insgesamt in den Jahren 2013 bis 2023 zwischen etwa 9 % und 16 % bzw. 35 % und 39 % schwankten.
- Ohne drastische Veränderungen der Präferenzen auf Ebene der Verbrauchenden wird sich daran mittel- bis langfristig nicht viel ändern.
- Ein deutliches Potenzial für eine Erhöhung der Selbstversorgungsgrade besteht aus den genannten Gründen nicht.

4 SWOT-Analyse des Obst- und Gemüsebaus

Die umfangreiche Problemanalyse hat gezeigt, dass verschiedenste äußere Einflüsse auf den Obst- und Gemüsebau wirken. Im Kontext dieser Einflüsse haben beide Sparten Charakteristika entwickelt, die nach Stärken und Schwächen differenziert werden können. Diese Einflüsse lassen sich vier verschiedenen Bereichen zuordnen, die aufgrund von Überschneidungen und fließenden Übergängen jedoch nicht trennscharf sind: 1) Betrieb und Markt, 2) Klimawandel und Umwelt, 3) Produktionssystem und 4) Technologie, Digitalisierung und Forschung.

Nachfolgend sollen die Erkenntnisse der Problemanalyse mithilfe einer SWOT-Analyse zusammengefasst und übergreifend interpretiert werden. In einem ersten Schritt werden die Charakteristika, d. h. die Stärken und Schwächen sowie die äußeren Einflüsse, also die Chancen und Risiken des Obst- und Gemüsesektors einander gegenübergestellt (Tabelle 9). Dabei werden die äußeren Einflüsse und Charakteristika ebenfalls nach den vier zuvor benannten Bereichen systematisiert. Anschließend sollen für diese vier Bereiche die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken diskutiert werden.

Tabelle 9: SWOT – Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des Obst- und Gemüsesektors in Deutschland (Fortsetzung auf den nächsten beiden Seiten)

Stärken	Schwächen
<p><i>Markt und Betrieb</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rentabilität im Gemüsebau positiv • Leistungsfähige Betriebsstrukturen und positive Entwicklung im Gemüsebau • Gut ausgebaute Qualitätssicherungssysteme und hohe Produktqualität für Obst und Gemüse • Hohe Sozialstandards für Beschäftigte, insbesondere im Vergleich zu Südeuropa • Produktion in regionalen Clustern und daraus resultierende Agglomerationsvorteile, z. B. Existenz von Beratung, Vermarktungsstrukturen oder Vorleistungsindustrie • Produktdifferenzierung durch Produktionsverfahren, Absatzkanäle, neue Sorten usw. möglich • Verringerung der Ertragsrisiken durch Erweiterung des geschützten Obstanbaus; breites Erfahrungswissen vorhanden • Praxis-Forschung: Entwicklung ressourcenschonender Anbausysteme – z. B. Mulchsysteme im Gemüsebau 	<p><i>Markt und Betrieb</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • schwache Rentabilität im Obstbau • Starker Anstieg der Produktionskosten (Arbeit, Energie, Dünger, Pflanzenschutzmittel) • Steigender Mindestlohn • Hoher Lohnkostenanteil an gesamten Produktionskosten • Rückgang in der Anbaufläche arbeitsintensiver Kulturen aufgrund einer geringeren Verfügbarkeit von Saisonarbeitskräften • Fachkräfte- und Nachwuchsmangel • Hohe Abhängigkeit von fossilen Energiequellen, da alternative Heizkonzepte in Unterglasanbau noch nicht umgesetzt • Hoher Kapitalbedarf stellt hohe Hürde für Investitionen und Neugründungen dar und forciert den Strukturwandel • Starke Abhängigkeit von internationalen Lieferketten, insbesondere bei Dünger, Pflanzenschutzmitteln und Saatgut • Geringer Organisationsgrad bei Vermarktung und Einkauf von Produktionsmitteln • Austauschbarkeit der Erzeugenden aufgrund stark vereinheitlichter Produktstandards • Fehlendes Regionalkonzept des Sektors mit eigenen Standards fördert Labelflut im Handel und Missverständnisse bei Konsumierenden • Geringer Selbstversorgungsgrad bei Obst und Gemüse • Oft geringe Produktdifferenzierung
<p><i>Klimawandel und Umwelt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltigkeit durch geschlossene Systeme im Anbau unter Glas • Zahlreiche Projekte, die sich mit der Torfreduktion beschäftigen und Lösungen für die Praxis erarbeiten oder bereits erarbeitet haben • Anpassungsfähigkeit des Gemüsebaus, Nutzung verlängerter Anbauperiode und neue Kulturen • Zusätzlicher Satz im Gemüsebau durch verlängerte Anbauperiode 	<p><i>Klimawandel und Umwelt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von Torf als Bestandteil von Kultursubstraten, insbesondere bei der Erzeugung von Gemüsejungpflanzen und Topfkräutern
<p><i>Kulturführung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Risikominderung durch bereits erprobte kulturtechnische Maßnahmen zur Erhöhung der N-Effizienz • Weit fortgeschrittener Entwicklungsstand bei der Verwendung biologischer Pflanzenschutzmittel und von Nützlingen • Öko-Anteile steigen und sind bei Obst und Gemüse höher als in anderen landwirtschaftlichen Sparten • Vertical Farming: Produktion in Nähe der Konsumierenden 	<p><i>Kulturführung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Starke Spezialisierung im Gemüsebau erhöht Bedarf an chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und erschwert die Umsetzung der Düngeverordnung (DüV) • Bei Freilandzeugung bisher wenig wassersparende Bewässerungstechnik im Einsatz • Abhängigkeit von Wasserentnahmerechten für Bewässerung • Geringe Speicherkapazitäten für Beregnungswasser in Erzeugungsbetrieben • Der Schwerpunkt im Ökoanbau liegt auf extensiveren Kulturen: Hinweis auf produktionstechnische Probleme bei intensiven Kulturen wie Tafelobst, Frischgemüse • Vertical Farming: hoher Energiebedarf

Stärken	Schwächen
<i>Technologie, Digitalisierung und Forschung</i>	<i>Technologie, Digitalisierung und Forschung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Mechanisierungsgrad und dadurch hohe Arbeitsproduktivität, insbesondere im Gemüsebau 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierungspotenzial, insbesondere im Obstbau, noch nicht umfassend genutzt • Konkurrenzfähigkeit von digitalen Systemen ist gegenüber menschlichen AK vielfach noch nicht gegeben, z. B. Pflückroboter, mechanische Unkrautbekämpfung in der Reihe • Radies, Möhren und Kohlrabi mit Laub: Besondere Präferenzen auf Konsumebene, die einer stärkeren Mechanisierung und der Produkthaltbarkeit entgegenwirken
Chancen	Risiken
<i>Markt und Betrieb</i>	<i>Markt und Betrieb</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungspotenzial für größere Betriebe: Realisierung von Skaleneffekten, Einhalten von Auflagen und Vorschriften • Projekt ZINEG: die Grundlagen für Niedrigenergiegewächshäuser sind entwickelt, Weiterentwicklung dieser Technologien zur Praxisreife sind kurz- bis mittelfristig möglich • Regionale Abwärmekataster: Abwärmenutzung aus industrieller Produktion (Kaskadennutzung bei Wärme) • Förderung der Erzeugerorganisationen für Obst und Gemüse • Zunehmender Konsum außer Haus • Steigende Nachfrage nach Convenienceprodukten • Neue Geschäftsmodelle: Urban Farming, Aquaponik • Produktinnovationen: Entwicklung und Anbau von Nischenprodukten • Steigende Nachfrage nach regional erzeugten Produkten • Wachsendes Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung • Trend zur pflanzenbetonten Ernährung: erhöhte Nachfrage nach Obst und Gemüse • Nachfrage nach Verarbeitungsprodukten aus regionalem Anbau, z. B. gefrostenes Obst und Gemüse, Trockenfrüchte, Marmelade • Steigende Nachfrage nach nachhaltig erzeugten Produkten • Entwicklung innovativer, alternative Absatzwege, z. B. SoLaWis, Market Gardening 	<ul style="list-style-type: none"> • Marktmacht des LEH • Wettbewerbsdruck aus dem Ausland • Verfügbarkeit Saisonarbeitskräfte • Steigende Preise für fossile Energieträger • Entwicklung der CO₂-Steuer • Energieintensive Unterglasproduktion im Winter wandert in den Süden Europas • Kapitalintensive Anpassung von Technologie aufgrund von Auflagen und Anpassung an den Klimawandel ist für kleine Betriebe schwer zu stemmen • Weiter zunehmende Abhängigkeit von abnehmender Hand, z. B. Anbau von LEH – Clubsorten • Hohe Präferenz der Konsumierenden für Südfrüchte, Exoten und off-Season-Produkte • Nachfrage nach Öko-Produkten stagniert • Regenerativer Anbau kann sich als Konkurrenz zum Ökoanbau entwickeln und zum Greenwashing missbraucht werden • Regionale Erzeugung ist nicht klar definiert – Existenz einer Vielzahl an Labeln mit unterschiedlichen Definitionen • Labelvielfalt überfordert Konsumierende • Gesellschaftlicher Druck gegen den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel
<i>Klimawandel und Umwelt</i>	<i>Klimawandel und Umwelt</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Steigendes Bewusstsein der Gesellschaft bei den Klimawirkungen des eigenen Konsums • Zusätzliche Optionen beim Anbau von Gemüse und Obst durch Erzeugung von ehemals südeuropäischen Kulturen, z. B. Aprikosen, Edamame, Physalis • Verlängerte Vegetationsperiode, höhere Temperaturen, höherer CO₂-Gehalt in Umgebungsluft und dadurch insgesamt bessere Wachstumsbedingungen • Beitrag zum Klimaschutz und anderen gesellschaftlichen Leistungen durch nachhaltige Produktionsverfahren, z. B. Torfeinsatzreduktion, Kreislaufwirtschaft, Humusaufbau • Neue Absatzwege und -möglichkeiten, z. B. Export von Gemüse nach Südeuropa im Sommer, da Beregnungswasser dort zunehmend knapper werden wird 	<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme Extremwetterereignisse, insbesondere Trockenheit und Dürre, Starkregen und Überschwemmungen sowie Spätfröste • Bewässerungsbedarf steigt • Verknappung des Wasserdargebotes und daher zunehmend restriktiver Umgang bei der Genehmigung von Beregnungswasserentnahmen (Menge und Dauer) • Erhöhter Humusabbau • Neue Schädlinge und Unkräuter

Chancen	Risiken
<i>Kulturführung</i>	<i>Kulturführung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Digitalisierung und Precision Farming: teilflächenspezifische Bewirtschaftung • BLAG-Lückenindikation • Verfügbarkeit wassersparender Berechnungstechnologien, z. B. stationäre oder mobile Tropfberegnung • Forschung für Ökoanbau wird verstärkt gefördert 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Anforderungen an gärtnerische Betriebe bei torfreduzierter bzw. torffreier Produktion • DüV: langfristig Düngung unter Bedarf • Stoffstrombilanz: Unsicherheit über Umsetzung und Anforderungen an Dokumentation • Ziel der Verringerung des chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteleinsatzes um 50 % bis 2030 als Teil der Farm to Fork-Strategie • Indikationslücken beim chemisch-synthetischen Pflanzenschutz • Verfügbarkeit biologischer Pflanzenschutzverfahren
<i>Technologie, Digitalisierung und Forschung</i>	<i>Technologie, Digitalisierung und Forschung</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Potenzial, dass Automatisierung und Digitalisierung die Produktivität steigern • Wissensbasierte Systeme, z. B. Monitoring- oder Diagnosesysteme, für verbesserte Kulturführung und optimiertes Management • Regelung der Datennutzung für Anwendende digitaler Technologien durch den EU Data Act • Entwicklung neuer Technologien für nachhaltige Anbausysteme, insbesondere bei Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz • Forschungsförderung, beispielsweise Anbausysteme der Zukunft, Digitalisierung, Torfeinsatzminderung • Ausbau der Forschungskapazitäten zum Ökoanbau 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Investitionen bei Transformation, z. B. Automatisierung und Digitalisierung • Steigende Gefahr von Cyberangriffen • Abbau der Forschungs- und Ausbildungskapazitäten an Universitäten und Hochschulen • Zunehmender Mangel bei Fach- und Führungskräften in gärtnerischen Wertschöpfungsketten sowie bei Lehrenden für Aus- und Weiterbildung und in der Forschung

Aus ökonomischer Perspektive gibt es aktuell erhebliche Unterschiede zwischen dem Obst- und dem Gemüsebau. Während der Gemüsebau im Durchschnitt der Betriebe aktuell als wettbewerbsfähig angesehen werden kann, was auf leistungsfähige Strukturen zurückgeht und sich durch eine positive Entwicklung der Produktionsflächen und Erntemengen in den letzten rund zehn Jahren zeigt, war die Rentabilität im Obstbau in den letzten zehn Jahren deutlich schwächer. Die gute Situation im Gemüsebau geht hauptsächlich auf folgende Gründe zurück:

- 1) eine ausgeprägte Präferenz für einheimische, idealerweise regional erzeugte Produkte der Konsumierenden, was sich in einem Selbstversorgungsgrad von annähernd 100 % in der Erntesaison zeigt;
- 2) eine in Teilbereichen bereits erfolgte Produktdifferenzierung, z. B. Salate, Tomaten;
- 3) einen vergleichsweise hohen Mechanisierungsgrad der Betriebe und
- 4) einen hohen Spezialisierungsgrad in der Produktion und/oder der Vermarktung.

Demgegenüber ist die Präferenz nach regionaler Ware insbesondere beim Apfel, dem wichtigsten Obst Deutschlands, weniger stark ausgeprägt, was möglicherweise daran liegt, dass die wichtigsten Obstanbauregionen, z. B. Altes Land oder Bodensee, für viele Konsumierende weit weg liegen. Die Produktdifferenzierung über Sorten, beispielsweise über lizenzierte Clubsorten⁹, ist im Apfelanbau bisher nur gering ausgeprägt bzw. nur in Ausnahmefällen erfolgreich. Gleichzeitig ist der Apfelverzehr seit Jahren stagnierend bzw. abnehmend. Darüber hinaus ist die Apfelerzeugung geprägt von großen Schwankungen in der Erntemenge, sodass es in einigen Jahren zu einem Überangebot kommt,

während in anderen Jahren der Markt nur knapp mit deutschen Äpfeln versorgt ist. In der Summe führt dies dazu, dass auch in der Zeit, in der einheimische Ware normalerweise verfügbar ist, nennenswerte Anteile von Importware, beispielsweise aus Südtirol, im Handel angeboten werden. Zudem ist die Mechanisierung im Obstbau aufgrund der erforderlichen selektiven Ernte und der im Beerenbereich vorherrschenden Empfindlichkeit der Früchte noch nicht weit fortgeschritten.

Stärken für beide Sparten sind regional konzentrierte Produktions- und Absatzstrukturen, was zu Agglomerationsvorteilen führt. Außerdem wird qualitativ hochwertige Ware erzeugt und nur diese wird im Handel sowie auf Konsumebene akzeptiert. Die Qualitätssicherungssysteme sind hervorragend ausgebaut, was die Erwartungen im Handel erfüllt.

Im Beerenobstbau liegt der geschützte Anbau im Trend, durch den die Ernteperiode verlängert, die Erzeugung zeitlich gut gesteuert, Ware höchster Qualität produziert und die Gefahr von Extremwettereinflüssen minimiert werden kann. Dies liegt im Interesse des Handels und der Konsumierenden, was zu einer Verbesserung der Lieferbeziehungen zwischen Handel und Erzeugung führen kann.

Der Obst- und der Gemüsebau sind durch einen erheblichen Anstieg der **Produktionskosten** in den letzten Jahren belastet. Dies ist auch, aber nicht nur, auf den Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine zurückzuführen. In diesem Kontext sind insbesondere die explosionsartig gestiegenen Preise für Energie, Dünger und Pflanzenschutzmittel zu nennen. Auch wenn die jährlichen Preissteigerungsraten seit 2023 wieder langsam zurückgegangen sind, bleibt das Preisniveau für diese Produktionsfaktoren im Vergleich zur Vorkriegszeit sehr hoch. Der stetig steigende Mindestlohn, der für einfache Arbeiten, z. B. in der Ernte, gezahlt wird, verschiebt das gesamte Lohngefüge in den Betrieben nach oben und ist in beiden arbeitsintensiven Sparten eine große Herausforderung. Im internationalen Wettbewerb um Saisonarbeitskräfte sind die im Vergleich zu südeuropäischen Ländern hohen Löhne und Sozialstandards zwar durchaus ein Vorteil, weitere schnelle Erhöhungen des Mindestlohns werden jedoch von den Betrieben als Risiko für die Wettbewerbsfähigkeit eingeschätzt. Verschärft wird die Situation durch den allgemeinen, im Gartenbau aber besonders ausgeprägten Mangel an Fach- und Führungskräften. Die einfachen Arbeiten werden schon seit sehr vielen Jahren durch Saisonarbeitskräfte aus Osteuropa erledigt, die teilweise über viele Jahre in die Betriebe kommen und dort bisweilen auch Facharbeiten übernehmen. Der Druck zur Mechanisierung und Automatisierung steigt.

Beide Sparten sind stark von fossilen **Energieträgern** abhängig, sei es für die Beheizung von Gewächshäusern, den Antrieb von Maschinen oder für elektrischen Strom, um beispielsweise Lagerräume zu kühlen. Zusätzliche Risiken resultieren aus der künftigen Entwicklung der CO₂-Steuer. Sollten die Energiekosten zu schnell steigen, ohne dass umfassende Maßnahmen gegen die Abhängigkeit von fossilen Energien getroffen werden, droht zumindest in den Wintermonaten die

Gefahr der Abwanderung wärmeintensiver Gewächshauskulturen in den Süden Europas. Chancen für energieintensive Betriebe bieten sich jedoch in der Nutzung von Abwärme. Das Projekt Zukunftsinitiative Niedrigenergiegewächshaus (ZINEG) hat vor vielen Jahren die Grundlagen für Niedrigenergie- und passiv beheizte Gewächshäuser entwickelt. Auch wenn sich diese Entwicklungen bisher in den Betrieben aus Kostengründen nicht durchgesetzt haben, kann auf ihnen im Kontext gestiegener und künftig weiter steigender Energiekosten aufgebaut werden. Es besteht Bedarf an weiterführender Forschung und an Modell- und Demonstrationsvorhaben.

Investitionen in regenerative Energieträger und in die energetische Sanierung von Gewächshäusern sind kapitalintensiv. Dies gilt auch für Investitionen zur Rationalisierung und Automatisierung, in die Digitalisierung und zur Anpassung an Auflagen und Vorschriften. Aufgrund der damit verbundenen hohen Fixkosten sind solche Investitionen für kleine Betriebe oftmals nur schwer oder gar nicht zu stemmen. Wirtschaftlich gesunden und größeren Betrieben fällt dies oftmals leichter, sodass der Handlungsdruck vor dem Hintergrund der genannten Entwicklungen den Strukturwandel fördert. Dies wiederum steht dem idealisierten Bild einer sogenannten kleinbäuerlichen Landwirtschaft, das in weiten Teilen der Politik und Gesellschaft verbreitet ist, diametral entgegen. Auch widersprechen bestimmte Präferenzen auf Konsumebene einigen Mechanisierungsschritten. Solange Kulturen wie Radies vielfach mit Laub vermarktet werden, können flächig arbeitende Rodungstechnologien nicht zum Einsatz kommen.

Im Obst- und Gemüsebau sind die Produkte durch differenziert ausgestaltete, hohe Produktstandards weitestgehend homogenisiert. Dadurch werden die Produkte und die Erzeugenden austauschbar, was insbesondere den stark konzentrierten **Lebensmitteleinzelhandel** in eine komfortable Position mit starker Marktmacht bringt. Im Obstbau kann die Einführung von jeweils unternehmensspezifischen Clubsorten durch den LEH dazu führen, dass diese ohnehin starke Position des LEH noch weiter ausgebaut wird. Unterstützt wird diese Machtposition zudem dadurch, dass der Wettbewerbsdruck aus dem Ausland hoch ist. Demgegenüber ist die Erzeugungsseite in Deutschland stark zersplittert und vergleichsweise wenig organisiert, obwohl die Förderung von Erzeugerorganisationen dem entgegenwirken soll. Das Ziel dieser Förderung, die Stärkung der Marktmacht der Erzeugung gegenüber dem LEH, wird in Deutschland offensichtlich nicht erreicht. Hier könnte das Beispiel der Apfelvermarktung aus Südtirol und dem Trentino als Vorbild dienen, wo sich Erzeugerorganisationen und Genossenschaften zu einer starken Vermarktungseinrichtung zusammengeschlossen haben, die entsprechend kraftvoll auftritt, auch bei der Vermarktung nach Deutschland. In Südtirol und Trentino wird auch der Einkauf von Betriebsmitteln gebündelt, sodass die Verhandlungsposition gegenüber dem Dünger- und Pflanzenschutzhandel ebenfalls vergleichsweise stark ist.

In der Bevölkerung ist seit einigen Jahren ein **steigendes Gesundheitsbewusstsein** zu beobachten. In Kombination mit einem zunehmenden Bewusstsein für den CO₂-Footprint von Nahrungsmitteln führt

dies auf Konsumebene zur zunehmenden Substitution tierischer durch pflanzliche Lebensmittel. Convenienceprodukte und der Konsum außer Haus (Restaurants, Kantinen u. ä.) sind beliebt und haben nach der Corona-Delle wieder stark an Bedeutung gewonnen. Diese Trends und jüngere Entwicklungen wie SoLaWis und Market Gardening bieten Chancen für Betriebe des Obst- und Gemüsebaus für neue Produkte und Absatzwege.

Regional erzeugte Produkte erfreuen sich einer wachsenden Nachfrage. Besonders relevant ist Regionalität bei Frischeprodukten, doch Potenzial wird auch in der Erzeugung regionaler Verarbeitungsprodukte gesehen. Beim Thema Regionalität setzt bisher insbesondere der LEH die Maßstäbe, indem regionale Handelsmarken etabliert werden. Hier definiert jede Handelskette eigene Standards, z. B. im Umkreis von 30 Kilometer erzeugt oder aus demselben Bundesland stammend. Verschiedenste Label werden etabliert. Beides führt zu Verwirrung auf Konsumebene und birgt die Gefahr, dass Regionalität als Kaufargument an Attraktivität verliert. Die Entwicklung von Standards aus der Branche heraus kann dieser Gefahr entgegenwirken.

Der Selbstversorgungsgrad bei Obst und Gemüse spiegelt die Präferenzen auf Konsumebene wider. Diese sind in hohem Maße davon geprägt, dass die Nachfrage bei den meisten Produkten kaum saisonal schwankt, sodass außerhalb der Vermarktungssaison für deutsche Erzeugnisse Produkte importiert werden müssen. Eine erhebliche Ausweitung der Gemüseproduktion während der Wintermonate würde einen erheblichen Mehrbedarf an Energieaufwand bedeuten, der den Bedarf an Transportenergie für Importe um ein Vielfaches übersteigen würde. Daher ist dies aus Umwelt- und Klimaschutzsicht nicht sinnvoll. Besonders auffällig ist die Notwendigkeit für Importe bei exotischen Produkten und Südfrüchten, die auf der einen Seite einen erheblichen Anteil der Obstnachfrage ausmachen, auf der anderen Seite hier aber nicht erzeugt werden können. Dies setzt dem Potenzial zur Steigerung des Selbstversorgungsgrades bei Obst und Gemüse enge Grenzen.

Eine der bedeutendsten Folgen des **Klimawandels** für den Obst- und Gemüsebau ist die Zunahme von Extremwetterereignissen, insbesondere Hagel, Dürre und Starkregen, die aktuell schon zu beobachten sind und teils verheerende Schäden an Kulturen und Betrieben zur Folge haben. Gegen die wirtschaftlichen Verluste nach solchen Schäden sind Versicherungen erhältlich. Teils werden Forderungen nach staatlicher Unterstützung dieser Versicherungen laut, die auch schon in einigen Bundesländern und im Rahmen der Förderung von Erzeugerorganisationen gewährt wird. Allerdings sind auch innerbetriebliche Strategien denkbar, um entsprechende Risiken zu verringern. Wirksam sind in vielen Fällen die Etablierung technischer Lösungen wie Hagelschutznetze, Frostschutzberegnung, die geschützte Produktion, die in den vergangenen Jahren insbesondere in der Beerenerzeugung stark zugenommen hat, oder die Implementierung von Managementlösungen, z. B. die Produktdiversifizierung, die Erzeugung auf nicht zusammenhängenden Flächen oder die Bildung von Risikorücklagen.

Weitere bedeutsame Folgen des Klimawandels für den Obst- und Gemüsektor sind die Zunahme der Spätfrostgefahr, ein steigender Bewässerungsbedarf, die Verknappung des Wasserdargebotes, die Verbreitung neuer Schädlinge und Unkräuter und ein erhöhter Humusabbau. Mit Blick auf den Bewässerungsbedarf ist hervorzuheben, dass es seit Jahrzehnten wassersparende Beregnungstechnologien gibt, wie z. B. die Tropfbewässerung in verschiedenen Formen, die in semiariden und ariden Regionen weit verbreitet erfolgreich eingesetzt wird. Im Obst- und insbesondere im Gemüsebau Deutschlands hat die Nutzung dieser Technologien allerdings noch erheblichen Nachholbedarf. Dies gilt auch für die Etablierung von Wasserspeicherbecken. Risiken drohen aus der Genehmigungspraxis bei Entnahmerechten von Grund- und Oberflächenwasser, die zunehmend restriktiver, d. h. für geringere Mengen und/oder kürzere Laufzeiten, ausgesprochen werden. Es besteht Forschungsbedarf.

Der Obst- und Gemüsebau ist auch von Maßnahmen gegen den Klimawandel betroffen bzw. kann diese Maßnahmen aktiv unterstützen. So ist die Abkehr von fossilen Energieträgern nicht nur aus Kostengründen geboten, sondern auch um den CO₂-Ausstoß des Sektors zu verringern. Ähnliches gilt für die Verringerung des Torfeinsatzes, der im Obst- und Gemüsebau insbesondere bei der Beerenerzeugung sowie bei der Produktion von Topfkräutern und Gemüsejungpflanzen von Bedeutung ist. Mit Blick auf die Verringerung des Torfeinsatzes hat das BMEL die sogenannte Torfminderungsstrategie etabliert, in deren Rahmen etliche Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Modell- und Demonstrationsvorhaben gefördert werden, um dem Gartenbau Wege aus der Torfnutzung zu erarbeiten und deren Anwendung in der Praxis zu demonstrieren. Viele Betriebe arbeiten bereits erfolgreich mit torfreduzierten Substraten, auch wenn die Anforderungen an die Kulturführung dadurch vielfach steigen.

Der Klimawandel bietet nicht nur Risiken, sondern auch Chancen. In der Gesellschaft ist ein steigendes Bewusstsein für die Folgen des eigenen Konsums zu beobachten, was zu Anpassungen im Konsumverhalten weg von einem hohen Konsum tierischer Produkte hin zu einer stärker pflanzenbetonten Ernährung führt. Davon können der Obst- und Gemüsebau profitieren. Auf Konsumebene wird erwartet, dass diese Produkte nachhaltig erzeugt werden.

Steigende Temperaturen als Folge des Klimawandels eröffnen zunehmend die Möglichkeit, bisher in Südeuropa erzeugte Obst- und Gemüsearten auch im Süden Deutschlands zu produzieren. Erfolgreiche Beispiele dafür sind die Produktion von Aprikosen, Edamame oder Physalis. Bei Gemüse im Satzanbau wird die verlängerte Wachstumsperiode bei einigen Kulturen dazu führen, dass mehr Sätze pro Jahr erzeugt werden können. Da die Wasserverknappung Südeuropa tendenziell stärker betreffen wird als Mittel- und Nordeuropa, ist es zudem denkbar, dass Gemüse im Sommer mittel- bis langfristig, zumindest in Teilen, von Nord- und Mitteleuropa nach Südeuropa exportiert werden wird.

Für die Umwelt sind neben dem CO₂-Ausstoß und dem Wasserbedarf insbesondere die **Düngung und der Pflanzenschutz** relevant. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz von Düngemitteln und chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln wurden und werden zunehmend verschärft, was das zunehmende Bewusstsein der Gesellschaft in diesen Bereichen widerspiegelt. Im Zuge der Farm to Fork-Strategie müssen die Einsatzmengen chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel bis zum Jahr 2030 um 50 % verringert werden. In bestimmten Schutzgebieten soll deren Einsatz komplett untersagt werden. Obwohl bereits eine Vielzahl biologischer und prophylaktischer Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgreich eingesetzt wird, reicht deren Palette bei weitem noch nicht aus, um die zunehmenden Lücken im chemisch-synthetischen Bereich auch nur annähernd zu schließen. Es besteht Forschungsbedarf. Dauerthema im Bereich Pflanzenschutz sind die bestehenden Indikationslücken, wovon wichtige durch die intensive Arbeit der BLAG-Lückenindikation Jahr für Jahr geschlossen werden. Das Ziel, für ein hinreichendes Resistenzmanagement in jedem Anwendungsgebiet drei Pflanzenschutzwirkstoffe zur Verfügung zu haben, wird allerdings nur selten erreicht. Seit Inkrafttreten der aktuellen Düngeverordnung darf in den nitratbelasteten „Roten Gebieten“ nur noch maximal 80 % des ermittelten Düngebedarfs an Stickstoff gedüngt werden. Dies betrifft viele wichtige Gemüseanbaugebiete. Obwohl bereits Nährstoffmanagementmaßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz in der Praxis erprobt wurden, die das Risiko einer Unterversorgung mindern können, sind die langfristigen pflanzenbaulichen Folgen dieser Düngungsrestriktionen noch nicht bekannt. Die bisher noch nicht vollständig ausgestaltete Umsetzung der Stoffstrombilanzverordnung führt zum jetzigen Zeitpunkt zu Unsicherheit für den Gemüsebau, da die daraus resultierenden Anforderungen an die Dokumentation eine potenziell hohe Arbeitsbelastung darstellen.

Bei der **ökologischen Produktion** von Obst und Gemüse ist der Flächenanteil deutlich höher als in anderen landwirtschaftlichen Bereichen. Allerdings liegt der Schwerpunkt bei extensiven Kulturen wie Mostobst, Möhren oder Zwiebeln, was ein Hinweis auf bestehende Probleme bei der ökologischen Kulturführung von intensiveren Kulturen, z. B. Tafelobst oder Feingemüse, sein kann.

Der **regenerative Anbau** ist eine Produktionsrichtung, bei der der Boden eine besondere Wertschätzung erfährt. In diesem Bereich finden sich zum Teil innovative Ansätze, um den Humusaufbau zu fördern und wassersparend Gemüse anzubauen, z. B. die Entwicklung von Mulchsystemen und speziellen Geräten für den Gemüsebau. Im Unterschied zum ökologischen Anbau mit gesetzlich definierten Regeln und dem Kernprinzip des Verzichts auf mineralische Stickstoffdünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, ist der regenerative Anbau nicht klar definiert, sodass er in verschiedenen Betrieben sehr unterschiedlich gelebt wird. Dies birgt die Gefahr, dass der Ansatz zum Greenwashing missbraucht und auf Ebene der Konsumierenden nicht verstanden wird. Damit könnte er sich als Konkurrenz zum Bioanbau, bei dem der Boden auch eine hohe Bedeutung besitzt, entwickeln und diesen dadurch schwächen. Dies ist derzeit, da der Absatz von Obst und

Gemüse im Ökoanbau stagniert, eine besondere Gefahr. Auch sind solche Beratungskonzepte kritisch zu sehen, in denen der Anwendung von Präparaten mit Mikroorganismen als Stimulanzen für das Bodenleben eine hohe Bedeutung zugemessen wird, obwohl hier eine positive Wirkung trotz verschiedener Untersuchungen jedoch bislang nicht nachgewiesen werden konnte.

Neue Produktionssysteme wie Vertical Farming oder Aquaponik bieten Betrieben Chancen zur Diversifizierung oder Spezialisierung bei einer Produktion in räumlicher Nähe zur Konsumebene. Die Produktion in geschlossenen Systemen verhindert den Austrag von Schadstoffen und bedarf keines Pflanzenschutzes, wenn die Hygiene streng eingehalten wird. Allerdings ist der Energiebedarf solcher Systeme hoch und derzeit noch stark von fossilen Energieträgern geprägt.

Der **Digitalisierung** wird großes Potenzial zur Steigerung der Produktivität und Rentabilität zugeschrieben. Sensor- und wissensbasierte Systeme, von Monitoring- und Diagnosesystemen über Entscheidungshilfesysteme bis hin zu vollautomatischen Systemen, versprechen eine ressourceneffiziente, termingenaue und auf den Markt abgestimmte Kulturführung und ein wissensbasiertes Betriebsmanagement. Allerdings befinden sich viele technologische Ansätze noch in der Entwicklung oder bisher nur auf dem Papier und sind bislang nur in Einzelfällen auf den Produktionsbetrieben angekommen. Von einer komplett vernetzten und automatisierten Kultur- und Betriebsführung ist der Obst- und Gemüsebau noch weit entfernt. Neben einem Ausbau der Forschungskapazitäten in diesem Bereich ist eine breite Netzabdeckung in 5G-Qualität („an jeder Milchkanne“) dafür unabdingbar, damit die Technologien problemlos an jedem Standort eingesetzt werden können. In den Betrieben setzt die Nutzung von Gartenbau 4.0-Technologien bisher eine erhebliche Affinität dazu voraus. Bei einer Verbreitung der Digitalisierung steigt in den Betrieben die Gefahr, Opfer von Cyberangriffen zu werden mit möglicherweise dramatischen Folgen für die empfindlichen Obst- und Gemüseprodukte. Der EU Data Act schafft einen umfassenden rechtlichen Rahmen für die Datennutzungsrechte. Dadurch hat der Obst- und Gemüsektor eine Chance, die Zusammenarbeit mit Unternehmen im Bereich von 4.0-Technologien auf Sektorebene im Rahmen von eigenen Datennutzungsvereinbarungen mitzugestalten.

Seit über 20 Jahren erodieren die öffentlichen **Forschungskapazitäten im Gartenbau**. Das betrifft alle Ebenen, also Universitäten und Hochschulen sowie Bundes- und Landesforschungseinrichtungen. Vor dem Hintergrund des oben skizzierten erheblichen Forschungsbedarfs, insbesondere in den Bereichen Folgen und Anpassung an den Klimawandel, nachhaltige Produktionssysteme, prophylaktischer, biologischer und physikalischer Pflanzenschutz sowie Digitalisierung, wird diese Situation erhebliche Probleme aufwerfen, da viele Themen nur noch oberflächlich, ansatzweise oder gar nicht bearbeitet werden können.

Mit Blick auf die Hochschulen und Universitäten ist von dem Kapazitätsabbau auch die **Ausbildung** des wissenschaftlichen Nachwuchses, von Lehrenden und Beratenden sowie von Führungskräften

betroffen. Auf universitärer Ebene gibt es keinen breit aufgestellten gartenbauwissenschaftlichen Standort mehr, seitdem die Leibniz-Universität Hannover gartenbauliche Professuren seit über zehn Jahren nicht mehr nachbesetzt. Als Folge dieser Entwicklung gibt es bereits massive Probleme bei der Besetzung von Professuren an Hochschulen und in den wenigen Fällen in denen entsprechende Lehrstühle überhaupt ausgeschrieben werden, an Universitäten. Projektstellen in der Forschung können häufig erst nach wiederholter Ausschreibung und oftmals nur mit Personen aus fachlich verwandten Bereichen besetzt werden. Auch außerhalb der Forschung droht ein erheblicher Mangel an hochqualifiziert ausgebildeten Personen für den Obst- und Gemüsebau. Insbesondere beim Ausbau der universitären Ausbildung und Forschung besteht akuter Handlungsbedarf.

5 Handlungsempfehlungen

Auf Grundlage der Problemanalyse in Kapitel 3 wurde in Kapitel 4 eine SWOT-Analyse durchgeführt, um darauf aufbauend Empfehlungen für Maßnahmen für einen zukunfts- und wettbewerbsfähigen Obst- und Gemüsesektor ableiten zu können. Diese Maßnahmen werden nachfolgend präsentiert. Dabei wird die Kategorisierung der SWOT-Analyse beibehalten, wobei nochmals darauf hinzuweisen ist, dass die Kategorien nicht trennscharf gegeneinander abzugrenzen sind.

Einige der herausgearbeiteten Maßnahmen zielen klar in Richtung Politik, beispielsweise wenn es um die Finanzierung von Fördermaßnahmen oder um die Gewährung einer Liquiditätshilfe geht, andere direkt in den Sektor, z. B. bei Aktivitäten zur Erhöhung der Mitarbeitendenzufriedenheit. Viele der vorgeschlagenen Maßnahmen können jedoch sowohl von der Politik als auch durch den Sektor oder auch in Zusammenarbeit umgesetzt werden, z. B. die Entwicklung eines branchenweiten Regionalkonzepts. An dieser Stelle soll dem erforderlichen politischen Abstimmungsprozess nicht vorgegriffen werden, da es oftmals gute Argumente für beide Varianten bzw. für ein gemeinschaftliches Vorgehen gibt.

Neben den identifizierten Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Obst- und Gemüsesektors gibt es andere, die sich im politischen Raum eines gewissen Widerhalls erfreuen, bei genauerer Analyse jedoch wenig zielführend sind. Einige solcher im Kontext der Beauftragung und Erstellung dieser Studie besonders intensiv diskutierten Maßnahmen werden abschließend kurz bewertet, um auf mögliche negative Effekte auf den Obst- und Gemüsesektor hinzuweisen.

Betrieb und Markt

- Die Betriebe des Obst- und Gemüsebaus sollten sich an einem **nachhaltigen Geschäftsmodell** orientieren, um sich zukunftsfähig aufzustellen.
- Förderung der **Umstellung von Baumobstanlagen** auf resistente und marktgängige Sorten.
- **Informationskampagne** über die vielfältigen Arbeitsmöglichkeiten im Gartenbau entwickeln und starten, um dem akuten Fachkräftemangel entgegenzuwirken.

- Auseinandersetzung der Betriebe mit den **Bedürfnissen ihrer Mitarbeitenden**, insbesondere faire Entlohnung, Work-Life-Balance, Mitsprache im Betrieb, Respekt der Vorgesetzten u. ä., um Mitarbeitende zu gewinnen, zu motivieren und zu binden; Nebeneffekte sind ein geringerer Krankenstand, eine verringerte Unfallhäufigkeit und dadurch eine höhere Produktivität.
- (Weiter-) **Qualifikation** der Menschen für neue Tätigkeitsfelder, die beispielsweise im Rahmen der Automatisierung und Digitalisierung entstehen.
- Die Unterglasbetriebe des Obst- und Gemüsebaus sollten die Energieträger für ihre **Heizungssysteme von fossilen auf regenerative Energien** umstellen. Fördermöglichkeiten dafür bietet das Bundesprogramm Energieeffizienz.
- Der Schutz der Ernte und damit die **Risikoversorge** sollte durch technische Lösungen, z. B. Hagel- und Insektenschutznetze, Frostschutzberegnung, Folientunnel oder Gewächshäuser erreicht werden. Dies ist auch in gesellschaftlichem Interesse, da dadurch eine Marktversorgung mit regionaler Erzeugung sichergestellt wird. Die Einkommensabsicherung hingegen, wie sie beispielsweise mit dem Abschluss einer Hagel- oder Mehrgefahrenversicherung oder der Bildung von Rücklagen erreicht werden kann, sollte weiterhin in der Verantwortung der Betriebe liegen. Auch die Etablierung eines Fonds auf Gegenseitigkeit ist in diesem Zusammenhang denkbar.
- **Förderung von investiven Maßnahmen zur Risikoversorge**, insbesondere Frostschutzberegnung, Hagelschutznetze, Wasserspeicherbecken, Umstellung von Beregnungssystemen auf wassersparende Systeme sollte in der Breite angeboten werden – und nicht nur für Mitglieder von Erzeugerorganisationen.
- **Marktmacht LEH**: Bildung einiger weniger, starker Vermarktungsorganisationen, z. B. durch Zusammenschluss von Großhändlern und/oder Erzeugerorganisationen oder durch die Bildung einiger weniger Dacherzeugerorganisationen, um das zersplitterte Angebot deutlich zu bündeln und dadurch die Zahl der Ansprechpartner des LEH für Erzeugnisse aus Deutschland erheblich zu reduzieren.
- Das vom BMEL im Jahr 2014 initiierte **Regionalkonzept** Regionalfenster sollte weiterentwickelt werden mit klar definierten und einfach zu kommunizierenden Kriterien, um sich dadurch deutlich von den regionalen Eigenmarken des LEH abzuheben sowie leichter und verständlicher als Grundlage für individuelle Regionalmarketingkonzepte genutzt werden zu können.
- **Herkunftskennzeichnung bei Verarbeitungsprodukten** etablieren, damit die Herkunft der Rohstoffe auf Konsumebene nachvollzogen werden kann.

- Bildung von engen **Kooperationen in regionalen Wertschöpfungsketten** mit partnerschaftlichem Verhältnis und verbindlichen Absprachen auf lange Sicht, da dies allen Beteiligten hilft; eine Kooperation regionaler Plattformen kann helfen, Skaleneffekte zu realisieren.
- Zum Marketing des Regionalfensters sollten **neue Kommunikationswege** genutzt werden, insbesondere Social Media, um die Zielgruppe der Millennials und jünger gut zu erreichen, anstatt der ohnehin schon verwirrenden Labelvielfalt weitere Labels hinzuzufügen mit der Gefahr, schließlich nicht wahrgenommen zu werden.

Klimawandel und Umwelt

- Mittels einer **Informationskampagne** sollten die **Nachhaltigkeit** und die **Ökosystemleistungen** des deutschen Obst- und Gemüsebaus in die Bevölkerung transportiert werden: kurze Transportwege, regionale Erzeugung, hohe Standards bei Düngung und Pflanzenschutz sowie Arbeit.
- Die aus verschiedenen Verordnungen resultierenden **Dokumentationsvorschriften** für die Betriebe sollen harmonisiert werden, damit ihnen digital nachgekommen werden und redundante Erfassungssysteme vermieden werden können.
- Entwicklung **neuer Substratausgangsstoffe** aus Reststoffen (Kaskadennutzung).
- **Verbesserung der Datengrundlage** zum Ressourcenverbrauch, z. B. zu Bewässerung (Flächen nach Anbausparten und Art der Bodennutzung), Substraten (Mengen), Agrarfolien (Einsatzzweck und Mengen), als Planungsgrundlage in der Politikentwicklung und als Grundlage zur Potenzialanalyse und Strategieentwicklung.

Produktionssystem

- Verbreiterung der Finanzierungs- und Arbeitsbasis für **BLAG-Lückenindikation**, um schlagkräftiger gegen Lückenindikationen vorgehen zu können.
- Der „**Aktionsplan Pflanzenschutz im Obst- und Gemüsebau**“ aus dem Jahr 2014 sollte auf Grundlage der aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen und politischen Ziele aktualisiert werden.
- Es sollte ein **Förderprogramm Wassereffizienz** in Anlehnung an das Bundesprogramm Energieeffizienz etabliert werden, über das die Umstellung der Beregnung auf wassersparende Beregnungstechnik (z. B. Tropfbewässerung) und des Auf- und Ausbaus von Kapazitäten zur Speicherung von Beregnungswasser, einzelbetrieblich und gemeinschaftlich, gefördert werden kann. Diese Förderung sollte an das Vorhandensein oder die Etablierung von wassersparenden Beregnungstechnologien geknüpft werden.
- Obst und Gemüse als Nahrungsmittel brauchen unter der Voraussetzung, dass wassersparende Bewässerungstechnologien eingesetzt werden, einen privilegierten **Zugang**

zu **Beregnungswasser**, der individuell oder gemeinschaftlich gestaltet werden kann; hierfür ist eine bundesweit einheitliche Rahmenregelung erforderlich, die auch den Bereich des Brauchwassers einschließt; in diesem Kontext müssen Speicherbecken für Regen- und aufbereitetes Brauchwasser für Beregnungszwecke genehmigt und gebaut werden.

Technologie, Digitalisierung und Forschung

- Eine **stabile 5G-Netzabdeckung** („an jeder Milchkanne“) ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Digitalisierung im Obst- und Gemüsebau.
- Entwicklung von Konzepten und Strategien zur Erhöhung der **Cybersicherheit**.
- Ausbau der Finanzierung von **Forschung und Entwicklung** im Obst- und Gemüsebau über langfristige institutionell etablierte Finanzstrukturen und Projektförderung:
 - Folgen und Anpassung an den Klimawandel, z. B. Verbesserung der Energieeffizienz, Modell- und Demonstrationsvorhaben Niedrigenergiegewächshaus;
 - nachhaltige Anbausysteme, z. B. emissionsfreie Produktionssysteme, Ökobilanzierungen, Vertical Farming;
 - alternative, d. h. prophylaktische, biologische und physikalische Pflanzenschutzkonzepte und -maßnahmen;
 - Intensivierung und Ertragssteigerung im ökologischen Anbau von Obst und Gemüse, insbesondere Tafelobst und Feingemüse;
 - Fruchtfolgeoptimierungen im Gemüsebau zur Zusammenführung von Konzepten zum nachhaltigen Nährstoffmanagement und Pflanzenschutz – für den ökologischen und den integrierten Anbau;
 - Mechanisierung und Automatisierung und
 - Digitalisierung von Produktions- und Managementsystemen.
- Die Forschung zum Obst- und Gemüsebau an **Universitäten** besteht nur noch aus einigen wenigen alleinstehenden Inseln. Dies ist vor dem Hintergrund der systemaren Zusammenhänge in der gartenbaulichen Produktion und über die Sparten- und Branchengrenzen hinaus sowie für die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und von Führungskräften nicht zielführend. Daher besteht dringender Bedarf an der schnellen Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zur gemeinsamen, beispielsweise hälftigen, Finanzierung von zwei die Gartenbauwissenschaft breit abdeckenden Universitätsstandorten durch den Bund und die beteiligten Länder mit dem Ziel der Entwicklung zweier gartenbauwissenschaftlicher Leuchttürme. Da die Existenz dieser beiden Leuchttürme in nationalem Interesse ist, ist die Mitfinanzierung des Bundes unabdingbar.¹⁰ Gleichzeitig können sich die Standorte dieser Leuchttürme über die gemeinsame Finanzierung profilieren, was auch im Interesse des entsprechenden Bundeslandes ist. Bundesländer mit einem starken

Gartenbausektor bieten ein ideales Umfeld für eine solche Bund-Länder-Kooperation in den universitären Gartenbauwissenschaften mit grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung und Ausbildung.

- Die Finanzierung von ein oder zwei **Stiftungsprofessuren** je Standort durch den Berufsstand im Rahmen eines solchen Konzeptes gartenbauwissenschaftlicher Leuchttürme wäre ein wichtiges Signal an die Politik, um den dringenden Bedarf an diesen gartenbauwissenschaftlichen Leuchttürmen zu untermauern.

Im Kontext der Erzeugung von Obst und Gemüse werden im politischen Raum **Maßnahmen** diskutiert, **von deren Umsetzung dringend abgeraten wird**, um potenziell negativen Effekten auf die Entwicklung des Sektors vorzubeugen:

- Die Selbstversorgungsgrade bei Obst und Gemüse sind in Deutschland mit rund 14 % bzw. 38 % gering (vgl. Kapitel 3.3). Dies führt immer wieder zu der Idee, dass für eine Ausdehnung der Erzeugung von Obst und Gemüse noch erhebliche Luft nach oben besteht. Da die Nachfrage nach Obst und Gemüse, von wenigen Ausnahmen abgesehen, im Jahresverlauf kaum schwankt, die Vermarktungssaison für in Deutschland erzeugte Obst- und Gemüseerzeugnisse, abgesehen von wenigen lagerfähigen Produkten, jedoch saisonal stark ausgeprägt ist, ergibt sich zwangsläufig ein erheblicher Importbedarf. Außerdem erfreuen sich insbesondere exotische Obstsorten, die in Deutschland nicht wirtschaftlich angebaut werden können, einer großen Beliebtheit. Folglich besteht allenfalls ein geringes Potenzial, Selbstversorgungsgrade für Obst und Gemüse zu erhöhen, solange sich die Nachfragepräferenzen nicht massiv ändern. Davon ist mittel- bis langfristig jedoch nicht auszugehen. Politische Interventionen zur Erhöhung der Selbstversorgungsgrade drohen, einen deutlichen Angebotsüberhang und in der Folge einen spürbaren Preisverfall zu verursachen. Dies würde insbesondere die schwächeren Betriebe des Sektors treffen. Bei Absatzproblemen wären Ressourcenverschwendung und Lebensmittelverluste die Folge.
- Die Tierhaltung, und hier insbesondere der Schweinebereich, steht aus verschiedenen Gründen wirtschaftlich unter starkem Druck. Aufgrund des auch zukünftig erwarteten weiteren Rückgangs des Fleischkonsums wurde in der Politik schon wiederholt darüber diskutiert, ob tierhaltenden Betrieben Umstellungshilfen gewährt werden sollten, wenn sie sich dem Obst- oder Gemüsebau zuwenden. Auch wenn einzelnen Betrieben ein solcher drastischer Schwenk in der Produktionsausrichtung sicherlich gelingen kann, besteht die große Gefahr, dass fehlendes Know-how und der Marktzugang erst mühsam über einen längeren Zeitraum kostspielig erarbeitet werden müssen. Hier stellt sich die Frage, ob Betriebe dies finanzieren können. Sollte eine substantielle Anzahl an Betrieben neu in den Obstbau, der derzeit ohnehin schon unter einer sehr schwachen Rentabilität leidet, und den Gemüsebau

einsteigen, drohen nationale Überangebote an Obst und Gemüse und dadurch verringerte Erzeugerpreise und (verschärfte) Rentabilitätsprobleme.

- Das Wachstum des Bioanbaus bei Obst und Gemüse stagniert auf im Vergleich zum Ackerbau hohem Niveau: Er beträgt bei Baumobst bereits 20 bis 25 % der Fläche, bei Strauchbeeren sogar 30 % und bei Gemüse 14 %. Die politische Zielmarke liegt bei 30 %. Um ein Überangebot und damit den Einbruch der Erzeugerpreise zu vermeiden, sollte von einer starken angebotsseitigen Intervention zur Ausweitung des ökologischen Anbaus abgesehen werden. Schritte zur weiteren Ausdehnung sollten sich stattdessen auf die Erhöhung der Nachfrage und Verbesserung der Vermarktungsstrukturen fokussieren sowie durch Forschung und Beratung die Effizienz der ökologischen Produktionssysteme erhöhen und Lösungen für produktionstechnische Probleme erarbeiten.
- Auf politischer Ebene wird aktuell eine Förderung des Umstiegs auf den regenerativen Anbau diskutiert. Auch wenn die Erhaltung und Förderung der Bodengesundheit und seines Humusgehaltes im Fokus des regenerativen Anbaus steht, ist das Konzept des regenerativen Anbaus noch nicht allgemein definiert. Deshalb wird es auf betrieblicher Ebene sehr unterschiedlich interpretiert, was eine Definition von Förderkriterien vor besondere Herausforderungen stellt. Zudem sind die postulierten Wirkungen des regenerativen Anbaus in wichtigen Bereichen wissenschaftlich nicht belegt, sodass sich die Frage stellt, mit welcher Rechtfertigung Fördermittel für diese Anbauform bereitgestellt werden sollten.

Zusammenfassung

In dieser Studie wird die wirtschaftliche Situation der Obst- und Gemüsebaubetriebe in Deutschland analysiert. Es werden wesentliche Einflussfaktoren sowie aktuelle und zukünftige Herausforderungen für die Wettbewerbsfähigkeit des Sektors untersucht. Dazu gehören Änderungen in den wichtigen Rahmenbedingungen hinsichtlich rechtlicher Anforderungen, Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel, Pflanzenschutz und Düngung, Wasserverfügbarkeit und Bewässerungsbedarf, technischer Fortschritt, Innovationen und neue Entwicklungsrichtungen für gärtnerische Produktionssysteme. Als wichtige Faktoren der Wettbewerbsfähigkeit werden auch die Entwicklungen der Anbau- und Betriebsstrukturen, der Produktivität und Rentabilität, der Absatzstrukturen und der Nachfrage, sowie der Produktionsfaktoren Arbeit und Energie beschrieben und untersucht. Die Ergebnisse werden in einer SWOT-Analyse (Stärken-Schwächen-Chancen und Risiken) zusammenfassend dargestellt und Handlungsempfehlungen abgeleitet. Diese richten sich sowohl an die Politik als auch an den Sektor und sind gegliedert in die Bereiche 1) Betrieb und Markt, 2) Klimawandel und Umwelt, 3) Produktionssysteme sowie 4) Technologie, Digitalisierung und Forschung.

Summary

This study analyses the economic situation of fruit and vegetable farms in Germany and the key drivers for the development of the sector. The major current and future challenges for the competitiveness of the sector are identified. These include changes in important framework conditions with regard to legal requirements, climate protection and adaptation to climate change, plant protection and fertilisation, water availability and irrigation needs, technical progress, and new development directions for horticultural production systems. The study gives an overview of recent developments in production and farm structures, productivity and profitability, sales structures and demand, and describes and analyses the trends in availability and costs for the production factors of labour and energy. The results are summarised in a SWOT analysis (strengths, weaknesses, opportunities and threats). Based on this analysis, recommendations for action are derived that are directed towards both, policymakers and the sector targeting the following thematic areas: 1) farm enterprise and market, 2) climate change and the environment, 3) production systems and 4) technology, digitalisation and research.

Literaturverzeichnis

2. AgrarErzAnpBeihV: 2. Agrarerzeugeranpassungsbeihilfenverordnung vom 11. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 273), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. Februar 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 67) geändert worden ist.
- ai-solution (2021): KIRPY - Der Spargelvollernter. URL: <https://www.ai-solution.de>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Aldi Nord (2023): Regionalität - Aus der Region direkt auf den Teller. URL: <https://www.aldi-nord.de/unternehmen/verantwortung/produkte/qualitaet-aus-deutschland.html>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Aldi Süd (2023a): Aldi Süd startet mit exklusiver Apfelsorte "Aldiamo". URL: <https://www.aldi-sued.de/de/newsroom/alle-pressemitteilungen/marke-und-produkte/2023/aldi-sued-startet-mit-exklusiver-apfelsorte-aldiamo.html>, zuletzt geprüft am 01.08.2024.
- Aldi Süd (2023b): Regionalität: Wir bieten dir Bestes aus der Region. URL: <https://www.aldi-sued.de/de/nachhaltigkeit/nachhaltige-produkte/regionalitaet.html>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Aleksić, Natalija; Šušteršič, Vanja (2020): Analysis of application of aquaponic system as a model of the circular economy: A review. In: *Recyc & Sust Dev* 13 (1), S. 73–86. DOI: [10.5937/ror2001073A](https://doi.org/10.5937/ror2001073A).
- AMI (2017a): AMI Marktbilanz Gemüse 2017. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI). Bonn.
- AMI (2017b): AMI Marktbilanz Obst 2017. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI). Bonn.
- AMI (2022): AMI Markt Studie Obst & Gemüse - Vom Feld zum Konsumenten. Warenstromanalyse für frisches Obst & Gemüse. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI). Bonn.
- AMI (2024a): Abgabepreise der Erzeugerorganisationen (ohne Mehrwertsteuer), Obst und Gemüse Marktbilanz Öko-Landbau 2022. - Zeitreihe von KW1 2008 bis Mai 2024. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI). Bonn.
- AMI (2024b): AMI Marktbilanz Gemüse 2024. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI). Bonn.
- AMI (2024c): AMI Marktbilanz Obst 2024. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI). Bonn.
- AMI (2024d): AMI-Halbjahres-Report. Nachfrage privater Haushalte in Deutschland nach Lebensmitteln aus biologischer Erzeugung. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI). Bonn.
- AvL (2021): The future of farming is here. URL: <https://www.avlmotion.com/>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Baganz, Gösta; Baganz, Daniela; Staaks, Georg; Monsees, Hendrik; Kloas, Werner (2020): Profitability of multi-loop aquaponics: Year-long production data, economic scenarios and a comprehensive model case. In: *Aquac Res* 51 (7), S. 2711–2724. DOI: [10.1111/are.14610](https://doi.org/10.1111/are.14610).
- Baganz, Gösta F. M.; Junge, Ranka; Portella, Maria C.; Goddek, Simon; Keesman, Karel J.; Baganz, Daniela et al. (2022): The aquaponic principle—It is all about coupling. In: *Rev Aquacult* 14 (1), S. 252–264. DOI: [10.1111/raq.12596](https://doi.org/10.1111/raq.12596).
- Behr, Hans-Christoph (2023): Marktnachfrage für Obst und Gemüse, Zusammenfassung und Ausblick, 2023. e-mail an Walter Dirksmeyer.
- Bellon-Maurel, Veronique; Brossard, Ludovic; Garcia, Frédérick; Mitton, Nathalie; Termier, Alexandre (2022): Agriculture and Digital Technology. Getting the most out of digital technology to contribute to the transition to sustainable agriculture and food systems. Inria, INRAE (White Book, 6).
- Benke, Kurt; Tomkins, Bruce (2017): Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. In: *Sustainability: Science, Practice and Policy* 13 (1), S. 13–26. DOI: [10.1080/15487733.2017.1394054](https://doi.org/10.1080/15487733.2017.1394054).
- Benzaghta, Mostafa Ali; Elwalda, Abdulaziz; Mousa, Mousa; Erkan, Ismail; Rahman, Mushfiqur (2021): SWOT analysis applications: An integrative literature review. In: *JGBl* 6 (1), S. 55–73. DOI: [10.5038/2640-6489.6.1.1148](https://doi.org/10.5038/2640-6489.6.1.1148).
- Bieganowski, Andrzej; Dammer, Karl-Heinz; Siedliska, Anna; Bzowska-Bakalarz, Małgorzata; Bereś, Paweł K.; Dąbrowska-Zielińska, Katarzyna et al. (2021): Sensor-based outdoor monitoring of

- insects in arable crops for their precise control. In: Pest management science 77 (3), S. 1109–1114. DOI: [10.1002/ps.6098](https://doi.org/10.1002/ps.6098).
- Blanke, Michael; Kunz, Achim (2009): Einfluss rezenter Klimaveränderungen auf die Phänologie bei Kernobst am Standort Klein-Altendorf – anhand 50-jähriger Aufzeichnungen. In: Erwerbs-Obstbau 51 (3), S. 101–114. DOI: [10.1007/s10341-009-0086-3](https://doi.org/10.1007/s10341-009-0086-3).
- BLE (2021): Wie viele Menschen ernährt ein Landwirt? URL: https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Informationsgrafiken/211125_Ein_LW_ernaehrt.html, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- BLE (2022): Bekanntmachung Nr. 02/22/32 über die Durchführung von Modell- und Demonstrationsvorhaben im Bereich „Humusaufbau im Obst- und Gemüsebau sowie im Anbau von Wein und Hopfen“. BANz AT 25.03.2022 B4. Hg. v. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Bundesanzeiger. Bonn.
- BLE (2023a): Biointensiver Gemüsebau. oekolandbau - Das Informationsportal. URL: <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/biointensiver-gemuesebau/> zuletzt geprüft am 25.05.2023.
- BLE (2023b): Projektförderung; Praxiseinführung von torfreduzierten Substraten in Baumschulen. URL: https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Modellvorhaben/Pflanzliche-Erzeugung/Torfreduzierung-Baumschule/torfreduzierung-baumschule_node.html, zuletzt geprüft am 15.05.2023.
- BLE (2023c): Projektförderung; Torfersatz im Zierpflanzenbau. URL: https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Modellvorhaben/Pflanzliche-Erzeugung/Torfersatz/torfreduktion_node.html, zuletzt geprüft am 15.05.2023.
- BLE (2023d): Saisonkalender Gemüse und Obst. Hg. v. Bundeszentrum für Ernährung. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Bonn. URL: https://www.bzfe.de/fileadmin/resources/import/pdf/3488_2017_saisonkalender_posterseite_online.pdf, zuletzt geprüft am 14.05.2023.
- Blömer, Sebastian; Götz, Christian; Pehnt, Martin; Hering, Dominik; Ochse, Susanne; Hespeler, Sabrina et al. (2019): EnEff:Wärme netzgebundene Nutzung industrieller Abwärme (NENIA). Kombinierte räumlich-zeitliche Modellierung von Wärmebedarf und Abwärmeangebot in Deutschland. Hg. v. Institut für Energie- und Umweltforschung. Heidelberg. URL: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Schlussbericht_EnEffW%C3%A4rme-NENIA.pdf, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- BMBF (2022): BMBF-Förderinitiative. Agrarwirtschaft, Klima und Umwelt zusammendenken. Bundesministerium für Bildung und Forschung. URL: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/agrarsysteme-der-zukunft-1999732>, zuletzt geprüft am 12.05.2023.
- BMBF (2023): Agrarsysteme der Zukunft. Bundesministerium für Bildung und Forschung. URL: <https://agrarsysteme-der-zukunft.de/>, zuletzt geprüft am 12.05.2023.
- BMEL (2014): Aktionsplan „Pflanzenschutz im Obst- und Gemüsebau“, Stand 14.07.2014. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin. Download unter: <https://www.nap-pflanzenschutz.de/ueber-den-aktionsplan/aktionsplan-obst-und-gemuese>, zuletzt geprüft am 16.12.2024.
- BMEL (2017a): Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Stand Juni 2017. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin. URL: https://www.nap-pflanzenschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Startseite/NAP_2013-2_002_.pdf, zuletzt geprüft am 30.05.2023.
- BMEL (2017b): Zukunftsstrategie ökologischer Landbau. Impulse für mehr Nachhaltigkeit in Deutschland. Hg. v. BMEL. URL: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ZukunftsstrategieOekologischerLandbau2019.pdf>, zuletzt geprüft am 21.04.2023.
- BMEL (2021b): Stoffstrombilanzverordnung. StoffBilV, vom 10.08.2021. URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/stoffbilv/StoffBilV.pdf>, zuletzt geprüft am 21.04.2023.
- BMEL (2022a): Torffrei gärtnern, Klima schützen. Die Torfminderungsstrategie des BMEL. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin. URL:

- <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/torfminierungsstrategie.pdf>
zuletzt geprüft am 18.05.2023.
- BMEL (2022b): Eckpunktepapier: Wege zur Ernährungsstrategie der Bundesregierung. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin. URL: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ernaehrung/ernaehrungsstrategie-eckpunktepapier.pdf?blob=publicationFile&v=4>, zuletzt geprüft am 21.04.2023.
- BMEL (2023a): Bio-Strategie 2030. Nationale Strategie für 30 Prozent ökologische Land- und Lebensmittelwirtschaft bis 2030. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin. URL: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/bio-strategie-2030.pdf>, zuletzt geprüft am 18.03.2024.
- BMEL (2023b): Produktionswert: Landwirtschaftliche Gesamtrechnung. URL: <https://bmel-statistik.de/landwirtschaft/landwirtschaftliche-gesamtrechnung/produktionswert>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- BMEL (2023c): Projektförderung; Praxiseinführung von torf reduzierten Substraten in Baumschulen. URL: https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Modellvorhaben/Pflanzliche-Erzeugung/Torfreduzierung-Baumschule/torfreduzierung-baumschule_node.html zuletzt geprüft am 15.05.2023.
- BMEL (2023d): Statistisches Jahrbuch 2023. Verbrauch von Gemüse nach Arten. Kapitel D, Tabelle 175. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und Referat 723. Bonn.
- BMEL (2023e): Statistisches Jahrbuch 2023. Verbrauch von Obst nach Arten. Kapitel D, Tabellen 179 und 180. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und Referat 723. Bonn.
- BMU (2016): Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. URL: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf, zuletzt geprüft am 30.03.2024.
- BMU (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. In: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf?download=1>, zuletzt geprüft am 04.09.2024.
- BMUB (2016): Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin. URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf>, zuletzt geprüft am 14.05.2023.
- BMUV (2023): Nationale Wasserstrategie: Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Berlin. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2022-01-17_texte_174-2021_niedrigwasser_duerre_und_grundwasserneubildung.pdf, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Böckmann, Elias; Pfaff, Alexander; Schirrmann, Michael; Pflanz, Michael (2021): Rapid and low-cost insect detection for analysing species trapped on yellow sticky traps. In: Scientific reports 11 (1), S. 10419. DOI: [10.1038/s41598-021-89930-w](https://doi.org/10.1038/s41598-021-89930-w).
- Branding, Jelto; Hörsten, Dieter von; Böckmann, Elias; Wegener, Jens Karl (2021): Akustische Insektendetektion im Gewächshaus: eine Methodenentwicklung. Vortrag auf der 62. Deutsche Pflanzenschutztagung, 21. bis 23. September 2021. online-Veranstaltung. Quedlinburg (Julius-Kühn-Archiv, 467).
- Brasseur, Guy P.; Jacob, Daniela; Schuck-Zöller, Susanne (Hg.) (2016): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. 1. Aufl. 2017. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. URL: <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1491863>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Buechele, Manfred (2023): Persönliche Mitteilung vom 18.05.2023. Kompetenzzentrum Obstbau am Bodensee, KOB.

- Bundesagentur für Arbeit (2023): Engpassanalyse Berufsgruppe Gartenbau. Berichtsjahr 2022. Nürnberg. URL: <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Fachkraeftebedarf/Engpassanalyse-Nav.html>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Bundesregierung (2021): Koalitionsvertrag 2021 zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP. URL: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/koalitionsvertrag-2021-1990800>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Bunge, A. Charlotte; Wood, Amanda; Halloran, Afton; Gordon, Line J. (2022): A systematic scoping review of the sustainability of vertical farming, plant-based alternatives, food delivery services and blockchain in food systems. In: Nat Food 3 (11), S. 933–941. DOI: [10.1038/s43016-022-00622-8](https://doi.org/10.1038/s43016-022-00622-8).
- BVEO (2020): "Geerntet in Deutschland" - Ein eindeutiges Verkaufslogo für Obst und Gemüse aus Deutschland. Hg. v. Bundesvereinigung der Erzeugerorganisationen Obst und Gemüse (BVEO) e. V. (Pressemitteilung, 16.07.2020). URL: <https://bveo.de/pressreleases/geerntet-in-deutschland-ein-eindeutiges-verkaufslogo-fuer-obst-und-gemuese-aus-deutschland/>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Chibanda, Craig; Agethen, Katrin; Deblitz, Claus; Zimmer, Yelto; Almadani, Mohamad. I.; Garming, Hildegard et al. (2020): The Typical Farm Approach and Its Application by the Agri Benchmark Network. In: Agriculture 10 (12), S. 646. DOI: [10.3390/agriculture10120646](https://doi.org/10.3390/agriculture10120646).
- D’Haene, Karoline; Salomez, Joost; Verhaeghe, Micheline; van de Sande, Tomas; Nies, Joris de; Neve, Stefaan de; Hofman, Georges (2018): Can optimum yield and quality of vegetables be reconciled with low residual soil mineral nitrogen at harvest? In: Scientia Horticulturae 233, S. 78–89. DOI: [10.1016/j.scienta.2018.01.034](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.034).
- dafa (2023): Webinar Carbon Farming II. Zusammenfassung der Beiträge, 21.03.2023. Hg. v. Deutsche Agrarforschungsallianz. URL: <https://www.dafa.de/veranstaltungen/2022-workshop-serie-zu-landwirtschaft-im-klimawandel/#toggle-id-5>, zuletzt geprüft am 17.05.2023.
- Degen, Barbara; Koch, Robert (2015): Versuche im deutschen Gartenbau 2015. Begonien im torffreien Substrat blieben deutlich kleiner. URL: <https://www.hortigate.de/publikation/66386/Begonien-im-torffreien-Substrat-blieben-deutlich-kleiner/>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Degen, Barbara; Koch, Robert (2020): Versuche im deutschen Gartenbau 2020 Zierpflanzen Gute Poinsettien-Qualitäten in torfreduzierten und torffreien Substraten. URL: <https://www.hortigate.de/bericht?nr=83377>, zuletzt geprüft am 23.09.2020.
- Destatis (2013): Gemüseerhebung - Anbau und Ernte von Gemüse und Erdbeeren 2012. Fachserie 3 Reihe 3.1.3. Wiesbaden.
- Destatis (2014): Agrarstrukturhebung - Landwirtschaftszählung. Ergebnisse für Betriebe mit gärtnerischen Kulturen, Tabelle 25. Wiesbaden.
- Destatis (2018a): Gemüseerhebung - Anbau und Ernte von Gemüse und Erdbeeren 2017. Fachserie 3 Reihe 3.1.3. Wiesbaden.
- Destatis (2018b): Wachstum und Ernte - Baumobst 2017. Fachserie 3 Reihe 3.2.1. Wiesbaden.
- Destatis (2022): Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumobstflächen 2022. Fachserie 3 Reihe 3.1.4. Baumobsterhebung. Wiesbaden.
- Destatis (2023a): Gemüseerhebung - Anbau und Ernte von Gemüse und Erdbeeren 2022. Fachserie 3 Reihe 3.1.3. Wiesbaden.
- Destatis (2023b): Landwirtschaftszählung: Haupterhebung. URL: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1685085040141&code=41141#breadcrumb>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Destatis (2023c): Strauchbeerenanbau und -ernte 2022. Fachserie 3 Reihe 3.1.9. Wiesbaden.
- Destatis (2023d): Wachstum und Ernte - Baumobst 2022. Fachserie 3 Reihe 3.2.1. Wiesbaden.
- Destatis (2024a): Gemüseerhebung. zuletzt geprüft am 19.03.2024.
- Destatis (2024b): Index der Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel: Deutschland, Monate, Landwirtschaftliche Betriebsmittel, Code: 61221-0001. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden.
- Destatis (2024c): Strauchbeerenanbau und Ernte 2012-2023. Datenabfrage Genesis-Online. Wiesbaden (Strauchbeerenerhebung), zuletzt geprüft am 01.08.2024.

- Deutsche Forschungsgemeinschaft (2005): Perspektiven der agrarwissenschaftlichen Forschung. Denkschrift = Future perspectives of agricultural science research. Weinheim: Wiley-VCH-Verl.
- Die Zukunftsbauern (2023): Regenerative Landwirtschaft - Die Zukunftsbauern. URL: <https://diezukunftsbauern.de/regenerative-landwirtschaft/>, zuletzt geprüft am 20.05.2023.
- Dirksmeyer, Walter; Garming, Hildegard (2020): Evaluierung der „Nationale Strategie für nachhaltige operationelle Programme der Erzeuger-organisationen für Obst- und Gemüse in Deutschland“. Stellungnahme für BMEL. Thünen Institut. Braunschweig.
- Dirksmeyer, Walter; Garming, Hildegard; Wildenhues, Hanna (2017): SWOT-Analyse für den Obst- und Gemüse-sektor. Stellungnahme für BMEL. Thünen Institut. Braunschweig.
- Dirksmeyer, Walter; Isaak, Marike (2023): Rechtliche Rahmenbedingungen und Förderung der urbanen Landwirtschaft. 49-54 Seiten / Journal für Kulturpflanzen, Bd. 75 Nr. 01-02 (2023): Urbane Landwirtschaft. DOI: 10.5073/JFK.2023.01-02.06.
- Dirksmeyer, Walter; Sourell, Heinz (2009): Wasser im Gartenbau: Tagungsband zum Statusseminar am 9. und 10. Februar 2009 im Forum des vTI in Braunschweig; organisiert im Auftrag des BMELV. Thünen Institut. Braunschweig (Landbauforschung, Sonderheft 328). URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk041664.pdf#page=11, zuletzt geprüft am 16.05.2023.
- Don, Axel; Flessa, Heinz; Marx, Kirstin; Poeplau, Christopher; Tiemeyer, Bärbel; Osterburg, Bernhard (2018): Die 4-Promille-Initiative "Böden für Ernährungssicherung und Klima" - Wissenschaftliche Bewertung und Diskussion möglicher Beiträge in Deutschland. Hg. v. Thünen Institut. Braunschweig (Thünen-Working Paper, 112). URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060523.pdf, zuletzt geprüft am 25.04.2023.
- Drake, Tiffany; Keating, Mia; Summers, Rebecca; Yochikawa, Aline; Pitman, Tom; Dodd, Antony N. (2016): The Cultivation of Arabidopsis for Experimental Research Using Commercially Available Peat-Based and Peat-Free Growing Media. In: PloS one 11 (4), e0153625. DOI: [10.1371/journal.pone.0153625](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153625).
- Drexler, Sophie; Broll, Gabriele; Don, Axel; Flessa, Heinz (2020): Standorttypische Humusgehalte landwirtschaftlich genutzter Böden Deutschlands. Braunschweig: Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut (Thünen-Report, 75). URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn062138.pdf, zuletzt geprüft am 25.04.2023.
- DüV (2017): Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305). DüV 2017, vom 26.05.2017.
- DüV (2020): Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305), die zuletzt durch Artikel 97 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist. DüV 2020, vom 28.04.2020.
- EASAC (2022): Regenerative agriculture in Europe. A critical analysis of contributions to European Union farm to fork and biodiversity strategies. Halle (Saale): EASAC Secretariat Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina - German National Academy of Sciences (Science advice for the benefit of Europe, 44 (April 2022)). URL: <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:3:2-912494>, zuletzt geprüft am 16.09.2024
- Edeka (2021): Edeka Minden-Hannover führt neue Eigenmarke Edeka Heimatliebe für regionales Obst und Gemüse ein. URL: <https://verbund.edeka/presse/pressemitteilungen/edeka-minden-hannover-fuehrt-neue-eigenmarke-edeka-heimatliebe-fuer-regionales-obst-und-gemuese-ein.html>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Edeka (2023a): Edeka Heimatliebe: Sortiment & Saison. URL: <https://www.edeka.de/unsere-marken/eigenmarken-lebensmittel/heimatliebe/hessenring/index.jsp>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Edeka (2023b): Regionalität in Nordbayern-Sachsen-Thüringen. URL: https://www.edeka.de/nordbayern/unsere-region/uebersicht_unsere_region_3.jsp, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Edeka (2023c): Unsere Heimat - echt & gut. URL: <https://verbund.edeka/nord/verantwortung/regionale-produkte/unsere-heimat-echt-gut/>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Edeka Rhein-Ruhr (2023): Das Beste aus der Region: meinLand. URL: <https://verbund.edeka/rhein-ruhr/ueber-uns/produktion-eigenmarken/meinland/>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.

- Edeka Südbayern (2023): Edeka mein Bayern. URL: <https://verbund.edeka/suedbayern/über-uns/produktion-eigenmarken/edeka-mein-bayern/>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Edeka Südwest (2023): Regionalmarke "Unsere Heimat - echt & gut". URL: <https://verbund.edeka/suedwest/über-uns/produktion-regionalmarken/>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- EU-KOM (2020): Farm to Fork Strategy. For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. EU-Kommission. Brüssel. URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Europäisches Parlament (2023): Datengesetz: Neue Regeln für fairen Zugang zu und Nutzung von Industriedaten. Pressemitteilung vom 14.03.2023. 20230310IPR77226. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20230310IPR77226/datengesetz-neue-regeln-fur-fairen-zugang-zu-und-nutzung-von-industriedaten>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Eurostat (2024): Crop production in national humidity. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/APRO_CPNH1_custom_6279827/default/table, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- EWI (2022a): Energiepreise in Europa bleiben mittelfristig auf hohem Niveau. Hg. v. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln. URL: <https://www.ewi.uni-koeln.de/de/aktuelles/esys/>, zuletzt geprüft am 01.08.2024.
- EWI (2022b): Szenarien für die Preisentwicklung von Energieträgern. Endbericht Akademieprojekt "Energiesysteme der Zukunft" (ESYS). Hg. v. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln. URL: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2022/07/EWI-Studie_Preisentwicklung-von-Energietraegern_220714.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Exklusive Hofsorten (2023): Neue Apfelsorten exklusiv für die Hofvermarktung. Hg. v. Exklusive Hofsorten GmbH. URL: <https://www.exklusivhofsorten.de>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Farmdroid (2021): Der erste Roboter der Welt, der sowohl die Aussaat als auch das Unkrautjäten von Ackerpflanzen verrichten kann. URL: <https://farmdroid.dk/de/>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Feldmann, Falko; Bloem, Elke; Dirksmeyer, Walter; Golla, Burkhard; Greef, Jörg Michael; Piorr, Annette et al. (2023a): Definition gebräuchlicher Begriffe der urbanen Landwirtschaft und englischer Entsprechungen. In: Journal für Kulturpflanzen 75 (01-02), S. 2–8. DOI: [10.5073/JfK.2023.01-02.02](https://doi.org/10.5073/JfK.2023.01-02.02).
- Feldmann, Falko; Piorr, Annette; Vogler, Ute (2023b): Die Formen der urbanen Landwirtschaft in Deutschland. In: Journal für Kulturpflanzen 75 (1-2), S. 9–36. DOI: [10.5073/JfK.2023.01-02.03](https://doi.org/10.5073/JfK.2023.01-02.03).
- Feldmann, Falko; Vogler, Ute (2023a): Urbane Landwirtschaft in Deutschland: Journal für Kulturpflanzen 75. DOI: <https://doi.org/10.5073/JfK.2023.01-02>.
- Feldmann, Falko; Vogler, Ute (2023b): Urbaner Gartenbau als Schlüsselfaktor für die Steigerung des Selbstversorgungsgrades an Obst und Gemüse. unveröffentlicht. Braunschweig.
- Feller, Carmen; Dümig, Alexander; Spirkaneder, Andrea; Meyer, Sarah-Francoise; Ludwig-Ohm, Sabine; Wildenhues, Hanna et al. (2022): 1778 2601 Stickstoffdüngung im Freilandgemüsebau. Unter Mitarbeit von Anne Staeves. Hg. v. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Bonn (1778/2022).
- Fieldwork Robotics (2021): Selective and autonomous harvesting robots. Supporting growers to remain competitive. URL: <https://fieldworkrobotics.com>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Flachowsky, Henryk (2023): Gartenbauforschung in Deutschland - Obstbau. Beitrag der DGG e. V. zur Stellungnahme für BMEL: "Chancen und Risiken des Obst- und Gemüsebaus in Deutschland". Deutsche Gartenbauwissenschaftliche Gesellschaft und Julius-Kühn-Institut. Dresden.
- Flenker, Jochen; Bettin, Andreas; Bokelmann, Wolfgang (o.J.): Ökonomische Begleitforschung - Ökonomische Effekte durch ZINEG Technologie. Hg. v. ZINEG - Zukunftsinitiative NiedrigEnergieGewächshaus. URL: <http://zineg.net/html/okonomie.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Fraunhofer ISE (2022): Forschungsanlage der »Modellregion Agri-Photovoltaik Baden-Württemberg« von Ministerpräsident Kretschmann eröffnet. Pressemeldung vom 13.05.2022. Freiburg.

- URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2022/forschungsanlage-der-modellregion-agri-photovoltaik-baden-wuerttemberg-von-ministerpraesident-kretschmann-eroeffnet.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Fraunhofer ISE (2024): APV-Obstbau – Agri-Photovoltaik als Resilienzkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Obstbau. Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE). Freiburg, URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/apv-obstbau.html>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.
- GAIN (2020): EU Fresh Deciduous Fruit Annual Report 2020. Berlin (E42020-0065). URL: <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Fresh%20Deciduous%20Fruit%20Annual%20Report%20European%20Union%2011-01-2020>, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Garming, Hildegard (2015): Auswirkungen des Mindestlohns auf landwirtschaft und Gartenbau: Erfahrungen aus dem ersten Jahr und Ausblick. Thünen Institute. Braunschweig (Thünen Working Paper, 53).
- Garming, Hildegard (2024a): Steckbriefe zum Gartenbau in Deutschland: Gemüsebau. Thünen Institut. Braunschweig. URL: https://www.thuenen.de/media/ti-themenfelder/Pflanzenproduktion/Gartenbau/2024-08-30_Steckbrief_Gemuesebau.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Garming, Hildegard (2024b): Steckbriefe zum Gartenbau in Deutschland: Obstbau. Thünen Institut. Braunschweig. URL: https://www.thuenen.de/media/ti-themenfelder/Pflanzenproduktion/Gartenbau/2024-08-30_Steckbrief_Obstbau.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Garming, Hildegard (2024c): Steckbriefe zum Gartenbau in Deutschland: Obstbau-Apfel. Thünen Institut. Braunschweig. URL: https://www.thuenen.de/media/ti-themenfelder/Pflanzenproduktion/Gartenbau/2024-08-30_Steckbrief_Obstbau-Apfel.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Garming, Hildegard (2024d): Steckbriefe zum Gartenbau in Deutschland: Obstbau - Erdbeeren. Thünen Institut. Braunschweig. URL: https://www.thuenen.de/media/ti-themenfelder/Pflanzenproduktion/Gartenbau/2024-08-30_Steckbrief_Obstbau_Erdbeeren.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2024
- Garming, Hildegard; Burger, Henriette; Bork, Linda; Wildenhues, Hanna (2023): Reduced fertilizer use – increased risk? – Qualitative and quantitative analysis of economic risks and risk perceptions of German vegetable growers. Beitrag zum International Horticulture Congress, 2022: Symposium for Plant Nutrition, Fertilization and Soil Management. 15.-18. August 2022, Angers. In: Acta Hortic. 1375, 111-118.
- Garming, Hildegard; Dirksmeyer, Walter; Bork, Linda (2018): Entwicklungen des Obstbaus in Deutschland von 2005 bis 2017: Obstarten, Anbauregionen, Betriebsstrukturen und Handel. Thünen Working Paper 100, Thünen-Institut, Braunschweig. URL: [file:///C:/Users/garming/Downloads/ThuenenWorkingPaper 100.pdf](file:///C:/Users/garming/Downloads/ThuenenWorkingPaper%20100.pdf), zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- GDV (2016): GDV_Sonderheft_Landwirtschaftliche-Mehrgefahrenversicherung-für-Deutschland. URL: https://vereinigte-hagel.net/de/wp-content/uploads/GDV_Sonderheft_Landwirtschaftliche-Mehrgefahrenversicherung-fuer-Deutschland.pdf, zuletzt geprüft am 17.05.2023.
- GEG (2023): Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 8. August 2020 (BGBl I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl I Nr. 280) geändert worden ist.
- Geiger, E.-V. (2016): Beet- und Balkonpflanzen: Vergleich der Kultur eines breiten Sortimentes in einem torffreien Substrat und einem torfhaltigen Substrat Versuche im deutschen Gartenbau 2016. In: Versuche im deutschen Gartenbau 2016 Zierpflanzen. URL: <https://www.hortigate.de/bericht?nr=71318>, zuletzt geprüft am 06.10.2020.
- Geyer, Martin (2022): Der Weg zur richtigen Maschine. Selektive Ernte von Einlegegurken. In: Gemüse (4), S. 49–51.
- Geyer, Martin (2023): Persönliche Mitteilung vom 05.05.2023. Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e. V., Potsdam., 2023.

- Giller, Ken E.; Hijbeek, Renske; Andersson, Jens A.; Sumberg, James (2021): Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. In: Outlook on agriculture 50 (1), S. 13–25. DOI: [10.1177/0030727021998063](https://doi.org/10.1177/0030727021998063).
- Göbel, L.; Ketelhodt, C. (2022): Gute Ideen für die Landwirtschaft von morgen. In: Berichte über Landwirtschaft (234), S. 4–9.
- Goddek, Simon; Joyce, Alyssa; Kotzen, Benz; Burnell, Gavin M. (2019): Aquaponics Food Production Systems. Cham: Springer International Publishing. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-15943-6>, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Gömann, Horst; Bender, Andrea; Bolte, Andreas, Dirksmeyer, Walter; Englert, Hermann; Feil, Jan-Henning; Frühauf, Cathleen et al. (2015): Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Thünen Report 30. Thünen-Institut, Braunschweig. URL: https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_30.pdf
- Görgens, Matthias (2022): Die Kosten der Obstproduktion steigen und steigen... Herausforderungen aus Sicht des Kernobst- und Beerenobstanbaues. Esteburg Obstbauzentrum Jork, 28.04.2022.
- Görgens, Matthias (2023): Produktionskostensteigerung und Erzeugerpreisentwicklung im deutschen Apfelanbau. Esteburg Obstbauzentrum Jork.
- gruenebruecke: Regenerative Landwirtschaft. 2023. URL: <https://www.gruenebruecke.de/>, zuletzt geprüft am 19.05.2023.
- Handsack, M. (2013): Apfelanbau unter Hagelnetz. Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetz unter sächsischen Bedingungen. In: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (11). URL: <https://slub.qucosa.de/api/qucosa%3A2244/attachment/ATT-0/>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Helms, Marilyn M.; Nixon, Judy (2010): Exploring SWOT analysis – where are we now? In: Journal of Strategy and Management 3 (3), S. 215–251. DOI: [10.1108/17554251011064837](https://doi.org/10.1108/17554251011064837).
- Hilbers, Jörg (2023): Situation des Obstbaus aus der Sicht der Bundesfachgruppe Obst, Persönliche Mitteilung, 2023.
- Hildner, Phillip (2020): Analyse der technischen Entwicklungen im Gartenbau in Abgleich mit dem Stand der Technik im Bereich Industrie 4.0. Studienarbeit am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge.
- humusfarming (2023): Start - Humusfarming. URL: <https://humusfarming.de/>, zuletzt geprüft am 19.05.2023.
- IAQ (2022): Entwicklung des gesetzlichen Mindestlohns 2015 - 2022. Institut Arbeit und Qualifikation der Universität Duisburg-Essen. URL: <https://www.sozialpolitik-aktuell.de/files/sozialpolitik-aktuell/Politikfelder/Einkommen-Armut/Datensammlung/PDF-Dateien/abblII4b.pdf>, zuletzt geprüft am 16.09.2024.
- IPCC (2019): Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. URL: <https://www.ipcc.ch/srccl/>, zuletzt geprüft am 16.09.2024
- IPCC (2023): CLIMATE SCIENCE 2030. Climate change is happening all around us. URL: https://climatescience2030.com/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=t raffic-ipccar6&utm_content=typ-text_adn-google%20search%20en_aud-4.2&utm_term=ipcc%20report&gclid=CjwKCAjw04yjBhApEiwAJcvNocKG96_V4zw5YEIXo4jKwIa-EgB_fjGylMNsAcvE2gNOJ-4j4trfRxoCphYQAvD_BwE, zuletzt geprüft am 16.05.2023.
- Isaak, M.; Hübner, S. (2019): Der Gartenbau in Deutschland: Auswertung des Gartenbaumoduls der Agrarstrukturhebung 2016: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Referat 716 Gartenbau, Landschaftsbau. URL: <https://books.google.de/books?id=d3K1zQEACAAJ>, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Jacobs, Anna; Flessa, Heinz; Don, Axel; Heidkamp, Arne; Prietz, Roland; Dechow, René et al. (2018): Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig, Germany: Johann Heinrich von Thünen-Institut (Thünen-Report, 64). URL: https://www.thuenen.de/media/institute/ak/Allgemein/news/Thuenen_Report_64_final.pdf, zuletzt geprüft am 19.05.2023.

- Jannsen, Nils; Sonnenberg, Nils (2022): Konjunkturschlaglicht: Gas- und Strompreise. In: Wirtschaftsdienst 102 (11), S. 907–908. DOI: [10.1007/s10273-022-3329-7](https://doi.org/10.1007/s10273-022-3329-7).
- JKI (2023a): Lückenindikationen und Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz. Hg. v. Julius Kühn-Institut. Quedlinburg. URL: <https://lueckenindikationen.julius-kuehn.de/lueckenindikationen-und-nap.html>, zuletzt geprüft am 30.05.2023.
- JKI (2023b): Lückenindikationen: Übersicht über die nationalen Strukturen. Julius Kühn-Institut. URL: <https://lueckenindikationen.julius-kuehn.de/nationale-strukturen.html>, zuletzt geprüft am 30.05.2023.
- Junge, S. M.; Jäckel, U.; Storch, J.; Kirchner, S. M.; Henzel, D.; Saucke, H.; Finckh, M. R. (2019): Reduzierte Bodenbearbeitung, Zwischenfrüchte und Transfermulch für einen bodenregenerierenden Anbau. Ergebnisdokumentation Workshop auf der 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel. URL: https://orgprints.org/id/eprint/36260/1/Beitrag_338_W02-01_Reduzierte-Bodenbearbeitung.pdf, zuletzt geprüft am 20.05.2023.
- Juroszek, P.; Racca, P.; Link, S.; Farhumand, J.; Kleinhenz, B. (2020): Overview on the review articles published during the past 30 years relating to the potential climate change effects on plant pathogens and crop disease risks. In: Plant Pathol 69 (2), S. 179–193. DOI: [10.1111/ppa.13119](https://doi.org/10.1111/ppa.13119).
- Juroszek, P.; von Tiedemann, A. von (2013): Plant pathogens, insect pests and weeds in a changing global climate: a review of approaches, challenges, research gaps, key studies and concepts. In: J. Agric. Sci. 151 (2), S. 163–188. DOI: [10.1017/S0021859612000500](https://doi.org/10.1017/S0021859612000500).
- Kaspar, F.; Friedrich, K.; Imbery, F. (2020): 2019 global zweitwärmstes Jahr: Temperaturentwicklung in Deutschland im globalen Kontext. URL: https://www.researchgate.net/profile/Frank-Kaspar/publication/338867785_2019_global_zweitwarmstes_Jahr_Temperaturentwicklung_in_Deutschland_im_globalen_Kontext/links/5e309e43458515072d6aa595/2019-global-zweitwaermstes-Jahr-Temperaturentwicklung-in-Deutschland-im-globalen-Kontext.pdf, zuletzt geprüft am 16.05.2023.
- Katroschan, K. (2023a): Torfreduktion bei der Produktion von Gemüsejungpflanzen. Gülzow, 2023. Gespräch und Vortrag an A. Kretzschmann.
- Katroschan, Kai-Uwe (2023b): Persönliche Mitteilung vom 18.05.2023. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA), Gülzow.
- Kaufland (2023): Lebensmittel aus der Heimat: Unser Herz schlägt regional. URL: <https://unternehmen.kaufland.de/unsere-verantwortung/machen-macht-den-unterschied/regionalitaet.html>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Klopp, Karsten (2023): Persönliche Mitteilung vom 28.04.2023. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Jork.
- Köchy, Martin; Erbs, Martin (2022): Carbon Farming: Zukunftsoption für die Landwirtschaft? — DAFA-Workshop beleuchtet den Hintergrund. Pressemitteilung. Hg. v. dafa. Deutsche Agrarforschungsallianz. Braunschweig. URL: <https://www.dafa.de/carbon-farming/>, zuletzt geprüft am 17.05.2023.
- Kohl, Manfred (2023): Persönliche Mitteilung vom 17.05.2023. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Köln-Auweiler.
- Krieger, Jonas; Meyhöfer, Rainer; Athanasiadou, Maria; Dörr, Oliver; Behling, Sebastian; Wollweber, Merve (2023): LichtFalle - Aufschrecken, Anlocken, Kartieren und selektives Bekämpfen von Schadinsekten mittels mobiler LED-Laser-Kombifalle. Vortrag auf der 55. Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft am 01.-03.03.2023. DGG und BHGL (Hg.), Osnabrück. URL: <https://dgg-online.org/wp-content/uploads/2023/08/Tagungsband-55-Jahrestagung-2023.pdf>, zuletzt geprüft am 17.09.2024
- Kröling, Christian (2021): Optimierung ressourcenschonender Anbaukonzepte zur Qualitätssicherung bei Apfel unter Berücksichtigung des Klimawandels. In: LfULG-Schriftenreihe (Heft 5/2021,). URL: <https://slub.qucosa.de/api/qucosa%3A74472/attachment/ATT-0/>, zuletzt geprüft am 16.05.2023.
- KSG (2024): Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 235) geändert worden ist. URL:

- https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Gesetze/191118_ksg_lesefassung_bf.pdf, zuletzt geprüft am 14.05.2023.
- KTBL (2017): Gemüsebau, Freiland und Gewächshaus. KTBL-Datensammlung. Darmstadt.
- Lafuente, Laura (2023): Persönliche Mitteilung vom 26.04.2023. Bundesfachgruppe Gemüse, Berlin.
- Lidl (2023): Regionalität. URL: <https://unternehmen.lidl.de/verantwortung/gut-fuer-die-menschen/gesundheit-foerdern/handlungsfelder/bewusste-ernaehrung/regionalitaet>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Lieber, Susann; Jäckel, Ulf (2022): Einsatz von Transfermulch in Ökobetrieben in Sachsen. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden (23). URL: <https://slub.qucosa.de/api/qucosa%3A80757/attachment/ATT-0/>, zuletzt geprüft am 20.05.2023.
- live2give (2023): Regenerativ für die Zukunft. URL: <https://live2give.info/>, zuletzt geprüft am 19.05.2023.
- Lübker, Malte; Schulten, Thorsten (2024): WSI-Mindestlohnbericht 2024. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut der Hans Böckler Stiftung (WSI Report, 93), URL: https://www.wsi.de/fpdf/HBS-008805/p_wsi_report_93_2024.pdf, zuletzt geprüft am 06.08.2024.
- Luer, Robert (2022): Auswirkungen geänderter Rahmenbedingungen auf den deutschen Gartenbau. Stellungnahme für BMEL, unveröffentlicht. Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e. V. Hannover.
- Luer, Robert; Hermann, Anastasia; Kohlstedt, Peter (2023): Rahmenbedingungen und Wettbewerbssituation des deutschen Obst- und Gemüsebaus. Zentrum für Betriebswirtschaft e. V. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2022-01-17_texte_174-2021_niedrigwasser_duerre_und_grundwasserneubildung.pdf, zuletzt geprüft am 16.09.2024
- MARKETGARDEN (2022): Market Garden - Dein Einstieg. URL: <https://marketgarden.de/>, zuletzt geprüft am 23.05.2023.
- Martens, Katrin; Zscheischler, Jana (2022): The Digital Transformation of the Agricultural Value Chain: Discourses on Opportunities, Challenges and Controversial Perspectives on Governance Approaches. In: Sustainability 14 (7), S. 3905. DOI: [10.3390/su14073905](https://doi.org/10.3390/su14073905).
- Mayer, Jochen; Bieri, Atlant (2010): Nützliche Mikroben aus der Flasche? Medienmitteilung. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Zürich. URL: <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/21381.pdf>, zuletzt geprüft am 24.05.2023.
- Meyer, S. F.; Wildenhues, H.; Ludwig-Ohm, S.; Garming, H. (2021): Feasibility and economic analysis of improved nitrogen fertilization measures for vegetables in Germany. In: Acta Hort. (1327), S. 801–808. DOI: [10.17660/ActaHortic.2021.1327.106](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1327.106).
- Miličić, Vesna; Thorarinsdottir, Ragnheidur; Santos, Maria; Hančič, Maja (2017): Commercial Aquaponics Approaching the European Market: To Consumers' Perceptions of Aquaponics Products in Europe. *Water*, 9(2), S. 80; <https://doi.org/10.3390/w9020080>
- MiLoG (2022): Gesetz zur Erhöhung des Schutzes durch den gesetzlichen Mindestlohn und zu Änderungen im Bereich der geringfügigen Beschäftigung vom 30. Juni 2022 (BGBl. I, S. 969). Fundstelle: BGBl. I, S. 969.
- MiLoG (2023): Mindestlohngesetz vom 11. August 2014 (BGBl. I S. 1348), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 28. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 172) geändert worden ist.
- Monash University (2021): Advanced core processing: New robot technology appealing for apple growers. URL: <https://www.monash.edu/news/articles/advanced-core-processing-new-robot-technology-appealing-for-apple-growers>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Muder, A.; Garming, H.; Dreisiebner-Lanz, S.; Kerngast, K.; Rosner, F.; Kličková, K. et al. (2022): Apple production and apple value chains in Europe. In: *Europ.J.Hortic.Sci.* 87 (6), S. 1–22. DOI: [10.17660/eJHS.2022/059](https://doi.org/10.17660/eJHS.2022/059).
- Muder, Anika; Dreisiebner-Lanz, Sabrina; Garming, Hildegard; Heuschkel, Zoe; Schmitz, Christine Maria; Zimmermann, Lars (2023): Rentabilität der Apfelproduktion im Rheinland und der

- Steiermark - eine vergleichende Analyse. In: DGG-Proceedings 11, 1-7. DOI: [10.5288/dgg-pr-11-04-am-2023](https://doi.org/10.5288/dgg-pr-11-04-am-2023).
- Naïo-Technologies (2021): Dino – Weeding robot for large-scale vegetable crops. URL: <https://www.naio-technologies.com/en/dino/>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Näser, Dietmar (2020): Regenerative Landwirtschaft. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Odenbach, Jan; Göll, Edgar; Behrendt, Siegfried (2017): Industrie 4.0 - digital-vernetzte dezentrale Produktion. Transformationsfeldanalyse im Rahmen des Projekts Evolution2Green - Transformationspfade zu einer Green Economy. Hg. v. IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. Berlin. URL: <https://www.izt.de/publikationen/industrie-4-0-digital-vernetzte-dezentrale-produktion/>, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- OGM (2023): Mit Schwarzwaldobst neue Kunden gewinnen. Pressemitteilung 24.04.2023. Hg. v. Obstgroßmarkt Mittelbaden eG. URL: <https://www.lifepr.de/inaktiv/obstgrossmarkt-mittelbaden-eg/Mit-Schwarzwaldobst-neue-Kunden-gewinnen/boxid/943529>, zuletzt geprüft am 04.06.2023.
- Oh, Soojin; Lu, Chungui (2023): Vertical farming - smart urban agriculture for enhancing resilience and sustainability in food security. In: The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 98 (2), S. 133–140. DOI: [10.1080/14620316.2022.2141666](https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2141666).
- Osman, Alaa G. M.; Farrag, Mahmoud M. S.; Badrey, Ahmed E. A.; Khedr, Zohier M. A.; Kloas, Werner (2021): Water quality and health status of the monosex Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* cultured in aquaponics system (ASTAF-PRO). In: Egypt. J. of Aquatic Biolo. and Fish. 25 (2), S. 785–802. DOI: [10.21608/EJABF.2021.169899](https://doi.org/10.21608/EJABF.2021.169899).
- Osterburg, Bernhard; Löw, Philipp; Garming, Hildegard; Neuenfeldt, Sebastian; Schultheiß, Ute (2021): Bericht über die Auswirkungen der verbindlichen Stoffstrombilanzierung. Evaluierung der Stoffstrombilanzverordnung. Hg. v. Drucksache 20/411 Deutscher Bundestag. Deutscher Bundestag. Berlin. UR: <https://dserver.bundestag.de/btd/20/004/2000411.pdf>, zuletzt geprüft am 21.04.2023.
- Paustian, Keith; Larson, Eric; Kent, Jeffrey; Marx, Ernie; Swan, Amy (2019): Soil C Sequestration as a Biological Negative Emission Strategy. In: Front. Clim. 1, Artikel 8. DOI: [10.3389/fclim.2019.00008](https://doi.org/10.3389/fclim.2019.00008).
- Penny (2023): Regional und saisonal einkaufen - Lebensmittelvielfalt direkt vor deiner Haustür. URL: www.penny.de/erleben/kuechentipps/lecker-sparen/regional-und-saisonal-einkaufen, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Pixofarm GmbH (2023): Ertragsschätzung. Kombiniere die Größenmessung und Behangserfassung, um die Ergebnisse deiner Arbeit in der Anlage vorherzusagen. URL <https://www.pixofarm.com/yield-estimation>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Porsch, Annkatrin; Gandorfer, Markus; Bitsch, Vera (2018): Strategies to manage hail risk in apple production. In: Agricultural Finance Review 78 (5), S. 532–550. DOI: [10.1108/AFR-07-2017-0062](https://doi.org/10.1108/AFR-07-2017-0062).
- Poulton, Paul; Johnston, Johnny; Macdonald, Andy; White, Rodger; Powlson, David (2018): Major limitations to achieving "4 per 1000" increases in soil organic carbon stock in temperate regions: Evidence from long-term experiments at Rothamsted Research, United Kingdom. In: Global change biology 24 (6), S. 2563–2584. DOI: [10.1111/gcb.14066](https://doi.org/10.1111/gcb.14066).
- Puyt, Richard; Lie, Finn Birger; Graaf, Frank Jan de; Wilderom, Celeste P.M. (2020): Origins of SWOT Analysis. In: Proceedings 2020 (1), S. 17416. DOI: [10.5465/AMBPP.2020.132](https://doi.org/10.5465/AMBPP.2020.132).
- Rath, Thomas (2023): Persönliche Mitteilung vom 05.05.2023. Hochschule Osnabrück, Osnabrück.
- Reckzügel, Matthias; Meyer, Melanie; Waldhoff, Christian (2017): Abwärme aus Niedersachsen. Konzeptstudie zur wiederkehrenden Quantifizierung bestehender Abwärmepotenziale in Niedersachsen. Kompetenzzentrum Energie Science to Business - Hochschule Osnabrück. URL: https://www.kompetenzzentrum-energie.de/fileadmin/HSOS/Homepages/Kompetenzzentrum-Energie/ZBH/Pdf/KPZEnergie_Studie_Abwaerme_Niedersachsen.pdf, zuletzt geprüft am 17.09.2024.
- Regionalfenster (2022): Das Zeichen für mehr Transparenz. Hg. v. Regionalfenster GmbH. URL: <https://regionalfenster.de>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.

- Reinhold, Christian (2023): Persönliche Mitteilung vom 11.05.2023. KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt.
- Rewe (2023): Rewe Regional - Frische und Qualität von Erzeugern und Herstellern aus deiner Region. Hg. v. Rewe Group. URL: <https://regional.rewe.de/rewe-regional>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Riedel, Thomas; Nolte, Christoph; Beek, Tim aus der; Liedtke, Jana; Sures, Bernd; Grabner, Daniel (2021): Niedrigwasser, Dürre und Grundwasserneubildung – Bestandsaufnahme zur gegenwärtigen Situation in Deutschland, den Klimaprojektionen und den existierenden Maßnahmen und Strategien. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Texte 174/2021). URL: www.umweltbundesamt.de/publikationen/niedrigwasser-duerre-grundwasserneubildung, zuletzt geprüft am 16.09.2024.
- Riggers, Catharina; Poeplau, Christopher; Don, Axel; Frühauf, Cathleen; Dechow, René (2021): How much carbon input is required to preserve or increase projected soil organic carbon stocks in German croplands under climate change? In: *Plant Soil* 460 (1-2), S. 417–433. DOI: [10.1007/s11104-020-04806-8](https://doi.org/10.1007/s11104-020-04806-8).
- Rodgers, Dylan; Won, Eugene; Timmons, Michael B.; Mattson, Neil (2022): Complementary Nutrients in Decoupled Aquaponics Enhance Basil Performance. In: *Horticulturae* 8 (2), S. 111. DOI: [10.3390/horticulturae8020111](https://doi.org/10.3390/horticulturae8020111).
- Röhlen-Schmittgen, Simone (2023): Gartenbauforschung in Deutschland - Gemüsebau. Beitrag der DGG e. V. zur Stellungnahme für BMEL: "Chancen und Risiken des Obst- und Gemüsebaus in Deutschland". Deutsche Gartenbauwissenschaftliche Gesellschaft und Hochschule Geisenheim University. Geisenheim.
- Rolker, Peter (2023): persönliche Mitteilung, e-mail und Telefonat am 4.11. 2023. Rolker Ökofrucht GmbH. Jork.
- Russo, G.; Lucia, B. de; Vecchietti, L.; Rea, E.; Leone, A. (2011): Environmental and Agronomical Analysis of Different Compost-Based Peat-Free Substrates in Potted Rosemary. In: *Acta Horticulturae* (891), S. 265–272.
- Schmilewski, Gerald (2015): Kultursubstrate auf Torfbasis: Notwendige Produktionsmittel für die nachhaltige Entwicklung des Gartenbaus. In: *Telma* (Beiheft 5), S. 71–92. DOI: [10.23689/figeo-2928](https://doi.org/10.23689/figeo-2928).
- Schreefel, L.; Schulte, R.P.O.; Boer, I.J.M. de; Schrijver, A. Pas; van Zanten, H.H.E. (2020): Regenerative agriculture – the soil is the base. In: *Global Food Security* 26, S. 100404. DOI: [10.1016/j.gfs.2020.100404](https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100404).
- Schwarze, Reimund; Finger, Robert; Rötter, Reimund P.; Köster, Mareike; Müller, Klaus; Hübsch, Theresa et al. (2022): Anpassung an den Klimawandel – Lasten verteilen und Ernährungssicherheit schaffen. URL: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/263831/1/ifo-sd-2022-08-p03-28.pdf>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Siegmann, Karin Astrid; Ivosevic, Petar; Visser, Oane: Working like machines. Exploring effects of technological change on migrant labour in Dutch horticulture. International Institute of Social Studies. Den Haag, Niederlande. (Working Paper). URL: hdl.handle.net/1765/137005, zuletzt geprüft am 16.09.2024.
- Siregar, Riki Ruli A.; Seminar, Kudang Boro; Wahjuni, Sri; Santosa, Edi (2022): Vertical Farming Perspectives in Support of Precision Agriculture Using Artificial Intelligence: A Review. In: *Computers* 11 (9), S. 135. DOI: [10.3390/computers11090135](https://doi.org/10.3390/computers11090135).
- Tevel Aerobotics Technologies (2023): Flying Autonomous Robots. URL: <https://www.tevel-tech.com/technology/>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- ThEGA (2023): Energieatlas Thüringen. Das Online-Portal für Zahlen, Fakten und Praxisbeispiele rund um die Energiewende in Thüringen. Hg. v. Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur. URL: <https://karte.energieatlas-thueringen.de/>, zuletzt geprüft am 16.09.2024.
- Thielking, Hedda (2022): Warenverkaufskunde - Club-Äpfel. Hg. v. Lebensmittel Praxis. URL: <https://lebensmittelpraxis.de/warenkunden/33158-warenverkaufskunde-club-aepfel.html>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.

- Thünen Institut (2023): HumusKlimaNetz. Braunschweig. URL: <https://www.thuenen.de/de/institutsuebergreifende-projekte/humusklimanetz>, zuletzt geprüft am 17.05.2023.
- Tiny Farms Academy (2023): Tiny Farms Academy. URL: <https://www.academy.tinyfarms.de/>, zuletzt geprüft am 25.05.2023.
- Traptic (2021): Feed the World with Farming Robots. URL: <https://www.traptic.com/>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Trost, V.; Geiger, E.-V.; Schneider, T. (2019): Topfkultur von Helianthus annuus: Einfluss von torffreien und torf reduzierten Substraten auf das Bewässerungsmanagement. In: Versuche im deutschen Gartenbau 2019 ZIERPFLANZEN. URL: <https://www.hortigate.de/bericht?nr=82318>, zuletzt geprüft am 23.09.2020.
- UFZ (2023): Dürremonitor Deutschland. Unter Mitarbeit von Andreas Marx. Hg. v. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung. URL: <https://www.ufz.de/index.php?de=37937>, zuletzt geprüft am 25.05.2023.
- Umweltbundesamt (2019): Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf, zuletzt geprüft am 15.05.2023.
- United Nations (2015): Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: UN Publishing. URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda>, zuletzt geprüft am 16.09.2024.
- United Nations (2019): World population prospects. New York: United Nations. URL: <https://population.un.org/wpp/>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- van Delden, S. H.; SharathKumar, M.; Butturini, M.; Graamans, L. J. A.; Heuvelink, E.; Kacira, M. et al. (2021): Current status and future challenges in implementing and upscaling vertical farming systems. In: Nat Food 2 (12), S. 944–956. DOI: [10.1038/s43016-021-00402-w](https://doi.org/10.1038/s43016-021-00402-w).
- VDB (2023): Ich bin von HIER! Blumen und Pflanzen von Gärtnern aus der Region. Hg. v. Vereinigung Deutscher Blumengroßmärkte (VDB) e. V. URL: <http://www.ichbinvonhier.de>, zuletzt geprüft am 22.05.2023.
- Vogler, Ute; Jelkmann, Wilhelm; Jehle, Johannes (2023): Herausforderung im Pflanzenschutz für den Gemüse- und Obstanbau. Beitrag des Julius-Kühn-Institutes zur Stellungnahme "Chancen und Risiken für den Obst- und Gemüsebau in Deutschland" für BMEL. Braunschweig.
- WBGU (2019): Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Berlin. URL: <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/unsere-gemeinsame-digitale-zukunft>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Werner, P. C.; GerstenGarbe; F.-W.; Fraedrich, K.; Oesterle, H. (2000): RECENT CLIMATE CHANGE IN THE NORTH ATLANTIC / EUROPEAN SECTOR. In: International Journal of Climatology (20), S. 463–471. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/%28SICI%291097-0088%28200004%2920%3A5%3C463%3A%3AAID-JOC483%3E3.0.CO%3B2-T>, zuletzt geprüft am 16.05.2023.
- Wichura, Alexandra (2023): Persönl. Mitteilung am 16.05.2023. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover.
- Willett, Walter; Rockström, Johan; Loken, Brent; Springmann, Marco; Lang, Tim; Vermeulen, Sonja et al. (2019): Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. In: Lancet (London, England) 393 (10170), S. 447–492. DOI: [10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4).
- Wissenschaftsrat (2006): Empfehlungen zur Entwicklung der Agrarwissenschaften in Deutschland im Kontext benachbarter Fächer (Gartenbau-, Forst- und Ernährungswissenschaften). URL: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/7618-06.pdf>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Witte, Thomas de; Dirksmeyer, Walter; Plaas, Elke; Döring, Ralf; Berkenhagen, Jörg; Elsasser, Peter et al. (2022): Stellungnahme zum Vorschlag der Europäischen Kommission zur Neufassung der Energiesteuerrichtlinie. Thünen-Institut.
- WMO (2022): State of the Global Climate 2021. Hg. v. World Meteorological Organization (WMO-No.1290). URL: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11178, zuletzt geprüft am 17.05.2023.

- WUR (2021): Plantalyzer – tomato monitoring robot for harvesting forecast. Hg. v. Wageningen University & Research. Online verfügbar unter <https://www.wur.nl/en/project/Plantalyzer-tomato-monitoring-robot-for-harvesting-forecast.htm>, zuletzt geprüft am 11.05.2023.
- Yoon, Ju-Kwang; Dirksmeyer, Walter; Kretzschmann, Anja (2024a): Ökonomische und ökologische Auswirkungen der Torfreduzierung im Erdbeeranbau auf Stellage. Posterpräsentation am 24.04.2024. Auweiler Tunneltag. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Köln-Auweiler, 2024.
- Yoon, Ju-Kwang; Dirksmeyer, Walter; Kretzschmann, Anja (2024b): Torfreduzierung im Erdbeeranbau auf Substratdamm: ökonomische und ökologische Auswirkungen. Posterpräsentation am 24.04.2024. Auweiler Tunneltag. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Köln-Auweiler, 2024.
- Zasada, Ingo; Schmutz, Ulrich; Wascher, Dirk; Kneafsey, Moya; Corsi, Stefano; Mazzocchi, Chiara et al. (2019): Food beyond the city – Analysing foodsheds and self-sufficiency for different food system scenarios in European metropolitan regions. In: City, Culture and Society 16, S. 25–35. DOI: [10.1016/j.ccs.2017.06.002](https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.06.002).
- Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau (ZBG) e. V. (2023): Kennzahlen für den Betriebsvergleich im Gartenbau. ZBG e. V. am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim, Stuttgart.
- ZINEG (2014): Die Produktion in Niedrigenergiegewächshäusern ist pflanzenbaulich möglich und wirtschaftlich sinnvoll. Hg. v. ZINEG - Zukunftsinitiative NiedrigEnergieGewächshaus (Fachsymposium ZINEG). URL: <http://zineg.net/html/ergebnisse.html>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Zinkernagel, Jana; Weinheimer, Sebastian; Herbst, Mathias; Kleber, Jürgen; Mayer, Norbert (2022): Der Bewässerungsbedarf von Freilandgemüse steigt. In: Berichte über Landwirtschaft, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft 100 (2), S. 1–78.
- Zukunftskongress Gartenbau (2022): Dokumentation zum Zukunftskongress Gartenbau. 18. und 19. Oktober 2022, Berlin. Hg. v. CoConcept. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin. URL: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Gartenbau/zukunftskongress-gartenbau.pdf>, zuletzt geprüft am 05.08.2024.

-
- ¹ Traysysteme sind sogenannte Multitopfplatten, die aus vielen miteinander verbundenen Töpfen bestehen und dadurch die Form von dickeren Platten besitzen.
- ² Die Angaben zur Selbstvermarktung werden von der AMI als Residualgröße ermittelt (AMI 2022).
- ³ Das Konzept des Einheitsquadratmeters (EQM) versucht, die Unterschiede in den Produktionsintensitäten der verschiedenen Gartenbausparten und zwischen der Produktion unter Glas und im Freiland vergleichbar zu machen. Während die Freilandfläche im Obst- und im Gemüsebau 1:1 in EQM umgerechnet wird, beträgt der Faktor für die Verrechnung von (nicht) beheizbaren Glasflächen zu EQM im Gemüsebau 1:9 (1:7), sodass 1 m² (nicht) beheizbare Gemüsebaufläche unter Glas 9 EQM (7 EQM) entspricht.
- ⁴ Investitionskosten für Maschinen und den geschützten Anbau wurden nicht berücksichtigt, sodass es sich bei den ausgewiesenen Kosten nicht um Vollkosten handelt.
- ⁵ Grundlage hierfür könnten die Ergebnisse verschiedener (regionaler) Studien zu den Abwärmepotenzialen in Deutschland (z. B. BLÖMER ET AL. 2019; RECKZÜGEL ET AL. 2017) sowie bereits existierende Abwärmekataster sein (z. B. THEGA 2023).
- ⁶ Das Verbundprojekt ZukunftsinitiativeNiedrigEnergieGewächshaus (ZINEG) wurde von 2009 bis 2014 durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und der Landwirtschaftlichen Rentenbank unter Federführung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) gefördert.
- ⁷ Der Selbstversorgungsgrad ist definiert als der Anteil einer in Deutschland konsumierten Ware oder Warengruppe, der in Deutschland erzeugt wurde, z. B. der Anteil der in Deutschland erzeugten Äpfel von allen in Deutschland konsumierten Äpfeln.

-
- 8 Häufig müssen die vorläufig berechneten Selbstversorgungsgrade aufgrund von Nachmeldungen bei den Außenhandelsdaten nach einer abschließenden Korrektur geringfügig nach unten korrigiert werden.
- 9 Ein Beispiel für eine erfolgreiche Clubsorte ist Pink Lady®, die nur unter Lizenz erzeugt und gehandelt werden kann. In Deutschland wird diese aufgrund der klimatischen Bedingungen nicht angebaut. Eine bekanntere Clubsorte aus deutschem Anbau ist z. B. Kanzi®.
- 10 Die bisher immer postulierte Finanzierungsverantwortung der Länder ist die Ursache für die derzeitige desolate Situation der universitären Gartenbauwissenschaften, da einzelne Bundesländer nicht mehr bereit sind, den Bedarf anderer Länder an gartenbaulich ausgebildeten Fach- und Führungskräften sowie Wissenschaftler*innen zu finanzieren. Ein „Wegbrechen“ dieser Forschungs- und Ausbildungsstätten würde den gesamten Gartenbausektor in Deutschland erheblich schwächen.

Anschrift der Autoren

Dr. Walter Dirksmeyer

Dr. Hildegard Garming

Anja Kretschmann

Dr. Sabine Ludwig-Ohm

Anika Muder

Ju-Kwang Yoon

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft

Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

Bundesallee 63

38116 Braunschweig

E-Mail: walter.dirksmeyer@thuenen.de , hildegard.garming@thuenen.de

Anastasia Hermann

Robert Luer

Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e. V.

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre

Universität Hohenheim

Otilie-Zeller-Weg 6

70599 Stuttgart

E-Mail: robert.luer@uni-hohenheim.de