

# **Bericht zu Strategien zur Gesunderhaltung von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen im ökologischen Anbau - 2024**

**Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau  
Baden-Württemberg (AÖL) e.V.**

# Inhalt

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Einleitung .....</b>   | <b>4</b>  |
| Methodik.....   | 5         |
| <b>1. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Körnerleguminosen .....</b>    | <b>6</b>  |
| 1.1. Krankheiten und Schädlinge.....  | 7         |
| 1.2. Sorten und Züchtung .....  | 8         |
| 1.3. Fruchtfolge.....   | 10        |
| 1.4. Düngung .....  | 11        |
| 1.5. Mechanische Beikrautregulierung.....   | 11        |
| 1.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln .....   | 12        |
| <b>2. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Kartoffeln.....</b>            | <b>13</b> |
| 2.1. Krankheiten und Schädlinge.....  | 13        |
| 2.2. Sorten und Züchtung .....  | 14        |
| 2.3. Fruchtfolge.....   | 16        |
| 2.4. Düngung .....  | 17        |
| 2.5. Mechanische Beikrautregulierung.....   | 17        |
| 2.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln .....   | 18        |
| <b>3. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Ökologischen Anbau von Winterweizen.....</b> | <b>22</b> |
| 3.1. Krankheiten und Schädlinge.....  | 22        |
| 3.2. Sorten und Züchtung .....  | 22        |
| 3.3. Fruchtfolge.....   | 23        |
| 3.4. Düngung .....  | 25        |
| 3.5. Mechanische Beikrautregulierung.....   | 25        |
| <b>4. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Mais.....</b>                  | <b>28</b> |
| 4.1. Krankheiten und Schädlinge.....  | 28        |
| 4.2. Sorten und Züchtung .....  | 29        |
| 4.3. Fruchtfolge.....   | 30        |
| 4.4. Düngung .....  | 30        |
| 4.5. Mechanische Beikrautregulierung.....   | 31        |
| 4.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln .....   | 32        |
| <b>5. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Wintergerste.....</b>          | <b>32</b> |
| 5.1. Krankheiten und Schädlinge.....  | 33        |
| 5.2. Sorten und Züchtung .....  | 33        |
| 5.3. Fruchtfolge.....   | 34        |
| 5.4. Düngung .....  | 34        |
| 5.5. Mechanische Beikrautregulierung.....   | 35        |
| <b>6. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Möhren .....</b>               | <b>37</b> |
| 6.1. Krankheiten und Schädlinge.....  | 37        |
| 6.2. Sorten und Züchtung .....  | 39        |
| 6.3. Fruchtfolge.....   | 40        |
| 6.4. Düngung .....  | 41        |
| 6.5. Mechanische Beikrautregulierung.....   | 42        |

Zugunsten einer besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht durchgängig eine Geschlechtsform benutzt. Es sei aber betont, dass mit der gewählten Form alle Geschlechteridentitäten und Diversitäten angesprochen und berücksichtigt sein sollen.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>7. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Kohlgemüse .....</b>                           | <b>45</b> |
| 7.1. Krankheiten und Schädlinge .....   | 45        |
| 7.2. Sorten und Züchtung.....   | 46        |
| 7.3. Fruchtfolge.....   | 46        |
| 7.4. Düngung.....   | 47        |
| 7.5. Mechanische Beikrautregulierung .....  | 48        |
| <b>8. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Tomate.....</b>                                | <b>50</b> |
| 8.1. Krankheiten und Schädlinge .....   | 51        |
| 8.2. Sorten und Züchtung.....   | 52        |
| 8.3. Fruchtfolge.....   | 53        |
| 8.4. Düngung.....   | 54        |
| 8.5. Mechanische Beikrautregulierung .....  | 54        |
| <b>9. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Tafeläpfeln.....</b>                           | <b>56</b> |
| 9.1. Sortenwahl und Züchtung.....   | 56        |
| 9.2. Beikrautregulierung im Baumstreifen.....   | 57        |
| 9.3. Wichtige Maßnahmen der Kulturführung .....   | 58        |
| 9.4. Maßnahmen zur Reduktion des Befallsdrucks durch Krankheiten und Schädlinge.....                                  | 58        |
| 9.5. Maßnahmen nach der Ernte .....   | 58        |
| 9.6. Erzeugerpreise und Qualitätskriterien für vermarktungsfähiges Tafelobst.....                                     | 59        |
| 9.7. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln .....   | 60        |
| 9.8. Einsatz von Insektiziden, die vor dem Hintergrund des Schutzes der Artenvielfalt<br>besonders relevant sind..... | 62        |
| 9.9. Strategie für die Weiterentwicklung des Anbausystems .....   | 63        |
| <b>10. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Wein .....</b>                                | <b>65</b> |
| 10.1. Krankheiten und Schädlinge .....  | 65        |
| 10.2. Sorten und Züchtung.....  | 67        |
| 10.3. Düngung.....  | 69        |
| 10.4. Wichtige Maßnahmen der Kulturführung .....  | 70        |
| 10.5. Bodenbearbeitung und mechanische Beikrautregulierung .....  | 71        |
| 10.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln.....   | 72        |
| <b>11. Zusammenfassung.....</b>   | <b>75</b> |

# Impressum

Verantwortlicher Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau Baden-Württemberg e.V. (AÖL),  
Schelztorstraße 49, 73728 Esslingen.

Erarbeitet durch die AÖL e.V. in Zusammenarbeit mit der Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. (FÖKO) und  
der Öko-Beratungsgesellschaft mbH.

# Einleitung

Vor dem Hintergrund der existenziellen Bedeutung der Biodiversität für die menschliche Gesellschaft verfolgt Baden-Württemberg das Ziel, die Anbaufläche des Ökologischen Landbaus bis 2030 auf 30 bis 40 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche auszudehnen. Gleichzeitig soll der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel auf diesen Flächen um 40 bis 50 Prozent reduziert werden. Trotz internationaler, nationaler und regionaler Krisen bleibt die Bekämpfung der Klimakrise und der Biodiversitätskrise ein vorrangiges Ziel, da Artenvielfalt, Umwelt- und Klimaschutz entscheidend für die Ernährungssicherung sind.

Der vorliegende Bericht zu Maßnahmen der Pflanzengesunderhaltung im Ökolandbau in Baden-Württemberg beschreibt einen systemischen Ansatz, der auf etwa 95 Prozent der ökologisch bewirtschafteten Fläche gänzlich auf Pflanzenschutzmittel verzichtet. Lediglich in speziellen Teilbereichen der Dauer- und Sonderkulturen, die rund fünf Prozent der Fläche ausmachen, werden zur Sicherung von Ertrag und Qualität Pflanzenschutzmittel natürlichen Ursprungs eingesetzt. Die zugelassenen Wirkstoffe sind in der EU-Rechtsvorschrift für den ökologischen Landbau positiv gelistet.

Der Bericht stützt sich auf die Daten der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau Baden-Württemberg (AÖL) e.V. aus verschiedenen Kulturen wie Kartoffeln, Körnerleguminosen, Winterweizen, Wintergerste, Mais, Möhren, Kohlgemüse, Tomaten, Wein und Tafeläpfeln. Für den ökologischen Apfelanbau liegen langjährige Datenerfahrungen vor, während bei anderen Kulturen noch methodische Verfeinerungen notwendig sind. Ziel ist es, sowohl Lösungen zur Reduktion chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel aufzuzeigen als auch Fortschritte im ökologischen Pflanzenschutz messbar zu dokumentieren. Vorrangig werden präventive Verfahren wie Fruchtfolgeplanung, Sortenwahl und Kulturmaßnahmen untersucht.

Ein zentrales Element des Ökolandbaus ist die systemische Gesunderhaltung der Nutzpflanzen. Die Fruchtfolgeplanung fördert stabile Ackerbausys-

teme, reduziert Krankheitserreger und Schadorganismen und kontrolliert unerwünschte Begleitflora. Leguminosen spielen dabei eine Schlüsselrolle, da sie Stickstoff fixieren und das Bodenleben aktiv fördern. Bodenfruchtbarkeit und Humusaufbau werden durch organische Dünger und Zwischenfrüchte gestärkt. Mehrgliedrige Fruchtfolgen ermöglichen Anbaupausen einzelner Kulturen, wodurch Krankheiten und Schädlinge weiter zurückgedrängt werden.

Beikrautregulierung erfolgt mechanisch oder thermisch. Sorten mit hoher Konkurrenzkraft und gezielte Bodenbearbeitung tragen zusätzlich zur Schädlings- und Krankheitsprävention bei. Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel sowie Herbizide sind im ökologischen Anbau ausgeschlossen; in Sonder- und Dauerkulturen kommen lediglich Mittel natürlichen Ursprungs zum Einsatz.

Für den Bericht wurden reale Betriebsdaten zu Maßnahmen wie Befallsregulierung, Bodenbearbeitung, Beikrautkontrolle, Pflanzenschutzmittelanwendung, Düngung, Sortenwahl, Zwischenfrüchte und Fruchtfolge erhoben. Ziel ist es, den ganzheitlichen und ressourcenschonenden Ansatz des Ökolandbaus transparent darzustellen und Weiterentwicklungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Viele Maßnahmen entfalten ihre Wirkung nur im Zusammenspiel, weshalb ihre Übertragbarkeit auf andere Anbausysteme sorgfältig geprüft werden muss. Ein Beispiel ist die mechanische Beikrautregulierung, die im Ökolandbau technisch stark weiterentwickelt wurde und inzwischen auch in anderen Systemen Anwendung findet.

Die Darstellung der Maßnahmen gliedert sich nach Kulturen: Ackerbau (Körnerleguminosen, Kartoffeln, Winterweizen, Mais, Wintergerste), Möhren, Gemüsekulturen (Kohlgemüse im Freiland, Tomaten im Gewächshaus) sowie Dauerkulturen (Äpfel, Wein). Vorab wird die angewandte Methodik vorgestellt, um die Nachvollziehbarkeit der Datenerhebung zu gewährleisten.

## Methodik

Für das Jahr 2024 wurden Daten in den folgenden Kulturen bzw. Kulturgruppen erhoben: Kartoffeln, Körnerleguminosen, Winterweizen, Mais, Wintergerste, Möhren, Kohlgemüse, Tomaten, Tafeläpfel und Wein. Für jede Kultur wurden kulturspezifische Maßnahmen definiert und erfasst, die im ökologischen Anbausystem eine zentrale Rolle für die Gesunderhaltung der Pflanzen spielen. Für den Tafelapfel konnte dabei auf die seit mehreren Jahren bestehende Datenerhebung der FÖKO e.V. zurückgegriffen werden. Die Datenerhebung für die übrigen Kulturen erfolgte, wie bereits 2023, auf Betrieben der AÖL.

Für die Ackerbaukulturen wurden aktualisierte, einheitliche Fragebögen eingesetzt; für die Gemüsekulturen Möhre, Kohlgemüse und Tomate wurden diese entsprechend erweitert. Die Dauerkultur Wein wurde erneut mit einem separaten, aktualisierten Erfassungsbogen dokumentiert. Pro Kulturart wurden schlagspezifische Daten von jeweils fünf bis acht ökologisch wirtschaftenden Betrieben erhoben. Bei der Auswahl der Betriebe wurde auf eine regionale Streuung innerhalb Baden-Württembergs und eine möglichst repräsentative Abbildung der Anbausysteme geachtet. Es ist jedoch zu beachten, dass der bisher eher geringe Stichprobenumfang nur einen begrenzten Einblick in die Methoden des ökologischen Anbaus erlaubt; die erhobenen Daten sind exemplarisch, aber nicht statistisch repräsentativ für den Ökolandbau in Baden-Württemberg. Ziel ist es, die Datenerhebung über die Jahre kontinuierlich zu optimieren und auszuweiten.

Für die Gesamtübersicht der Pflanzenbehandlungsmittel wurde eine kulturspezifische Darstellung erstellt. Dabei werden nicht nur zugelassene Pflanzenschutzmittel erfasst, sondern alle Mittel, die mit dem Sprühgerät ausgebracht werden, einschließlich Pflanzenstärkungsmittel, Grundstoffe, Pflanzenhilfsstoffe, Blattdünger, Zusatzstoffe und Pheromone (z. B. über Dispenser). Auch feinstoffliche Präparate, wie Hornkiesel und Hornmist im Rahmen der biologisch-dynamischen Landwirtschaft, wurden berücksichtigt, da deren Anwendung laut Demeter-Richtlinie mindestens einmal jährlich vorgeschrieben ist.

Die Einteilung der Wirkstoffe erfolgt nach der üblichen Klassifizierung natürlicher Substanzen: Mikroorganismen, Mittel mineralischer Herkunft, Mittel pflanzlicher Herkunft (Botanicals) und Pheromone. Zusätzlich wurde eine Kategorie „Mittel tierischer Herkunft“ eingerichtet. Innerhalb der Kategorien werden die einzelnen Wirkstoffe mit Informationen zu Art und Zulassung (Pflanzenschutzmittel, Pflanzenstärkungsmittel, Grundstoff, Blattdünger oder Zusatzstoff) aufgeführt. Detaillierte Informationen zu den im Apfelanbau verwendeten Wirkstoffen sind unter FÖKO-Publikationen verfügbar.

Die Wirkstoffe werden in der Übersichtsgrafik über den sogenannten Behandlungsindex (BI) dargestellt. Der BI basiert auf dem Mittelwert aller Stichproben und wird wie folgt berechnet: Die eingesetzte Aufwandmenge eines Wirkstoffs pro Hektar in jeder Stichprobe wird in Relation zur maximal zulässigen Aufwandmenge dieses Wirkstoffs pro Hektar gesetzt. Bei Wirkstoffen, die in mehreren Präparaten mit unterschiedlicher Gehaltshöhe vorkommen (z. B. Kupferpräparate, Kaliumhydrogencarbonat), wird die jeweils höchste zugelassene Wirkstoffmenge als Referenz herangezogen. Für Kupfer wird der Rein kupfergehalt zur Berechnung genutzt. Bei Methoden wie der Verwirrungstechnik oder dem Einsatz von Vinasse zum Blattabbau wird nur die behandelte Fläche berücksichtigt (z. B. 80 % der Fläche = BI 0,8). Fehlen formelle Zulassungen, wie bei Blattdüngern, wird die höchstempfohlene Aufwandmenge des Präparats als Referenz genutzt. Im Apfelanbau wird eine maximale Kronenhöhe von drei Metern zugrunde gelegt; bei geringerer Kronenhöhe, Teilflächenbehandlung oder reduzierter Aufwandmenge wird der BI entsprechend angepasst. Werden unterschiedliche Aufwandmengen vor und nach der Blüte eingesetzt (z. B. Schwefel, Schwefelkalk), werden die jeweiligen Zeiträume von Austrieb bis Blühbeginn und ab der Blüte bis zur Ernte berücksichtigt und die Werte addiert.

Im Weinbau variieren die zulässigen Höchstmengen für einige Wirkstoffe (Kupfer, Netzschwefel, Kaliumhydrogencarbonat, COS-OGA) je nach Entwicklungsstadium (ES 61–75). Die Applikationszeitpunkte werden den Entwicklungsstadien zugeordnet, der Behandlungsindex für die jeweiligen Phasen berechnet und anschließend summiert.



# 1. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Körnerleguminosen

In Deutschland wird seit einigen Jahren wieder verstärkt Körnerleguminosen angebaut, sowohl aufgrund ihres hohen Gehalts an Energie und Eiweiß als auch wegen ihrer positiven Effekte auf Boden, Biodiversität und Nährstoffmanagement. Viele Körnerleguminosen wie Erbsen, Bohnen oder Lupinen haben tiefreichende Wurzeln, die den Boden auflockern, Wasser aus tieferen Schichten aufnehmen und die Bodendurchlüftung verbessern. Die Tiefe und Wirkung der Wurzeln kann je nach Art und Sorte variieren, so wurzeln Lupinen zum Beispiel besonders tief, während Erbsen eher flach bis mittel tief wurzeln. Körnerleguminosen gehen Symbiosen mit Knöllchenbakterien (Rhizobien) ein, die atmosphärischen Stickstoff in eine für die

Pflanze verfügbare Form umwandeln. Dadurch ist in der Regel keine zusätzliche Stickstoffdüngung



Bild 1: Knöllchenbakterien an der Ackerbohne. (© Jonathan Kern)

erforderlich, und es verbleibt Stickstoff für die nachfolgende Kultur.

In dieser Untersuchung werden die Kulturen Ackerbohnen, Erbsen, Linsen, Lupinen und Sojabohnen behandelt. In Baden-Württemberg zeigt sich ein steigendes Interesse an Ackerbohnen und Linsen, während Lupinen überwiegend im ökologischen



Bild 2: Sojabohnenbestand. (© Philip Köhler)

Landbau kultiviert werden. Sojabohnen gewinnen insbesondere in Süddeutschland an Bedeutung, obwohl der Großteil des hierzulande genutzten Sojas weiterhin importiert wird.

Sojabohnen werden sowohl für Futtermittel (Schweine-, Geflügel- und Rinderhaltung) als auch für die Lebensmittelproduktion genutzt. Lupinen werden aufgrund ihrer hohen Eiweißgehalte und bodenverbessernden Eigenschaften vermehrt im ökologischen Landbau kultiviert. Linsen haben in Deutschland zwar geringe Flächenanteile, erfahren aber in Baden-Württemberg durch die Öko-Erzeugergemeinschaft Alb-Leisa eine steigende Nachfrage.

Für das Jahr 2024 liegen für Baden-Württemberg Daten von sechs Betrieben mit 13 Schlägen auf insgesamt 43,18 ha vor (-16 % gegenüber 2023).

## **1.1. Krankheiten und Schädlinge**

Leguminosen sind integraler Bestandteil jeder ökologischen Fruchfolge. Zu enge Folge derselben

Kultur kann jedoch zu „Leguminosenmüdigkeit“ führen – von leichten bis mittleren Wuchsdepressionsen bis hin zu Totalausfall. Hauptursache sind bodenbürtige Krankheiten, insbesondere bei Erbsen. Anbaupausen von mehreren Jahren oder der Einsatz von Kompost können dem entgegenwirken, wobei die Wirkung von Kompost noch validiert werden muss. Weiterer Forschungsbedarf besteht zu den Effekten unterschiedlicher Leguminosarten in der Fruchfolge auf die Symptomatik der Leguminosenmüdigkeit.

Blattläuse fungieren als Virusträger, z. B. für Nanoviren, die zu schweren Ertragsverlusten führen können. Förderung von Nützlingen ist hier entscheidend. Schmierseife ist zwar zugelassen, wird aber in Baden-Württemberg selten eingesetzt, da die Betriebe häufig über keine geeignete Applikationstechnik verfügen.

Weitere Schadorganismen wie der Blattrandkäfer verursachen Fraßschäden an Blättern und Wurzelknöllchen, was bodenbürtigen Krankheiten den Eintritt erleichtert. Ackerbohnen- und Erbsenkäfer werden in Baden-Württemberg primär durch die Verwendung von zertifiziertem Saatgut (Z-Saatgut) kontrolliert, direkte Bekämpfungsmöglichkeiten existieren derzeit nicht.

**Tabelle 1: Anbaudaten Körnerleguminosen 2024.**

| Kultur     | Anbausaison 2023 |             | Anbausaison 2024 |             |
|------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
|            | Anzahl Schläge   | Fläche (ha) | Anzahl Schläge   | Fläche (ha) |
| Ackerbohne | 12               | 27,35       | 5                | 19,13       |
| Erbse      | 3                | 5,86        | 2                | 3,80        |
| Linse      | 2                | 2,12        | 1                | 4,04        |
| Lupine     | 3                | 5,38        | 2                | 6,36        |
| Soja       | 5                | 10,63       | 3                | 9,85        |

Für das Jahr 2024 liegen für Körnerleguminosen Daten von sechs Betrieben und insgesamt 13 Schlägen mit zusammen 43,18 ha (-16% gegenüber 2023) vor.

Die Verteilung Auf die einzelnen Kulturarten Ackerbohne, Erbse, Linse, Lupine sowie Soja ist Tabelle 1 zu entnehmen.

# 1.2. Sorten und Züchtung

## Ackerbohnen

Für die Frühjahrssauzaat 2024 sind in Deutschland 28 Ackerbohnensorten zugelassen. Für den ökologischen Landbau stehen neben Ertrag und Standfestigkeit insbesondere pflanzenschutzrelevante Eigenschaften im Vordergrund. Dazu zählen Resistenzen gegen Pilz- und Viruskrankheiten sowie Schädlinge wie Bohnenkäfer und schwarze Bohnenlaus. Auch Gehalte an Tanninen und Vicin sind für ökologische Betriebe wichtig, da vicin- und convicinarme Sorten für die menschliche Ernährung und Geflügelfütterung bevorzugt werden.

Auf den 13 befragten Öko-Betrieben wurden die Sorten Stella und Tiffany angebaut. Die Wahl dieser Sorten zeigt, dass ökologische Betriebe gezielt auf Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und geeignete Inhaltsstoffe achten, um Pflanzenschutzmaßnahmen auf ein Minimum zu reduzieren. Stella liefert stabile Erträge und gute Standfestigkeit, während Tiffany vicin- und convicinarm ist und durch ihre Krankheitsresistenzen den Pflanzenschutzbedarf weiter senkt.

Die übrigen zugelassenen Sorten wie Caprice, Iron, Hammer, Genius, Allison, Futura, Trumpet, LG Eagle, Callas, Protina und Prepper bieten teils ähnliche agronomische oder resistenzbezogene Eigenschaften und werden teilweise für Probeanbau empfohlen.



Bild 3: Ackerbohnen. (© Philip Köhler)

Langfristige Zuchziele im ökologischen Landbau liegen auf Resistenzen gegen Bohnenkäfer und schwarze Bohnenlaus sowie auf Trockenstresstoleranz. Tanninfreie und vicinarme Sorten liefern zwar geringere Erträge, tragen aber entscheidend zur Pflanzengesunderhaltung und nachhaltigen ökologischen Produktion bei.

## Erbsen

Für die Frühjahrssauzaat 2024 sind in Deutschland insgesamt 22 Erbsensorten zugelassen. Die Auswahl der geeigneten Sorte hängt maßgeblich von verschiedenen Faktoren ab, insbesondere im Hinblick auf Pflanzenschutzaspekte wie Krankheitsresistenz, Standfestigkeit und Inhaltsstoffe. Hier ein Überblick über die wichtigsten Eigenschaften relevanter Sorten:

- **Astronaute:** Hohe Erträge, gute Standfestigkeit, frühe Reife, gute Resistenz gegenüber Krankheiten, besonders für den ökologischen Anbau geeignet.
- **Dexter:** Wintererbse mit guter Winterhärte, frühe Blüh- und Reifezeiten, gute Krankheitsresistenz, ökologisch geeignet.
- **Futura:** Gute Winterhärte, frühe Blüh- und Reifezeiten, gute Krankheitsresistenz, ökologisch geeignet.
- **Callas:** Gute Winterhärte, frühe Blüh- und Reifezeiten, gute Krankheitsresistenz, ökologisch geeignet.
- **LG Eagle:** Gute Winterhärte, frühe Blüh- und Reifezeiten, gute Krankheitsresistenz, ökologisch geeignet.
- **Allison:** Gute Winterhärte, frühe Blüh- und Reifezeiten, gute Krankheitsresistenz, ökologisch geeignet.
- **Protina:** Gute Winterhärte, frühe Blüh- und Reifezeiten, gute Krankheitsresistenz, ökologisch geeignet.

Auf den ökologisch wirtschaftenden Betrieben der Datenerhebung 2024 wurde die Sorte Astronaute angebaut. Diese Wahl zeigt, dass ökologische Betriebe besonderen Wert auf Gesundheit, Fröhlichkeit und Ertragspotential der Erbsen legen.

Langstrohige Sorten werden im Ökolandbau selten einzeln, aber häufig im Gemengeanbau verwendet, während halbblattlose Sorten eine gute Standfestigkeit aufweisen, jedoch eine geringere Beikrautunterdrückung bieten. Körnererbsen sind in der Regel weißblühend und tanninfrei. Zuchziele konzentrieren sich auf stabilen Korntrag, mittlere Strohlänge, gute Standfestigkeit sowie Resistenz gegenüber Viren, bodenbürtigen Krankheiten und tierischen Schadorganismen.



Bild 4: Erbse. (© Philip Köhler)

## Linsen

Für die Frühjahrssauzaat 2024 sind in Deutschland insgesamt 22 Linsensorten zugelassen. Allerdings ist die Sortenvielfalt begrenzt, da der Linsenanbau in Deutschland ab Mitte des 20. Jahrhunderts fast zum Erliegen kam und kaum mitteleuropäische Züchtungen verfügbar sind. Linsen sind schwach konkurrenzfähig, weshalb ein sauberer Saatbett essenziell ist. Sie vertragen keine Staunässe, gedeihen auf trockenen, kalkreichen Böden und werden häufig im Gemenge mit Stützfrüchten wie Sommergetreide angebaut. Pflanzenschutzaspekte spielen insbesondere bei Linsen eine Rolle, da die



Bild 5: Linse mit Wintergerste als Gemengepartner. (© Philip Köhler)

Pflanzen empfindlich gegenüber Krankheiten und ungünstigen Bodenbedingungen sind.

In Baden-Württemberg ist der Linsenanbau regional relevant und wird durch die Öko-Erzeugergemeinschaft Alb-Leisa unterstützt. Die Ökobetriebe der Datenerhebung 2024 verwendeten die Sorte „Späths Alblinse I Die Große“, eine historische Sorte aus der Schwäbischen Alb. Sie zeichnet sich durch ihre Anpassungsfähigkeit an die regionalen Bedingungen, eine leicht mehlige Konsistenz und ihre Eignung für den ökologischen Anbau aus. Die Wahl dieser Sorte zeigt, dass ökologische Betriebe besonderen Wert auf regionale Anpassung, Gesundheit und gute Anbaueigenschaften legen.

## Lupinen

Für die Frühjahrssauzaat 2024 sind in Deutschland mehrere Lupinensorten zugelassen, die sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften im Pflanzenschutz unterscheiden. Die wichtigsten Lupinenarten sind die Blaue, Gelbe und Weiße Lupine. Die Blaue Lupine reift früh ab, hat jedoch geringere Erträge und ein schwächeres Beikrautunterdrückungsvermögen. Die Gelbe Lupine neigt häufig zu Zwiewuchs und Nachblühen, während die Weiße Lupine auf guten Böden ein höheres Ertragspotenzial und eine bessere Beikrautunterdrückung bietet. Zuchziele liegen vor allem auf hohem Roh-

proteingehalt, reduzierten Alkaloidwerten, Standfestigkeit und ökonomischer Anbaueignung.

Die Ökobetriebe der Datenerhebung für den Pflanzenschutzbericht 2025 setzten auf die Sorte Energy, eine Weiße Lupine. Diese Sorte zeichnet sich durch einen hohen Rohproteingehalt aus und gedeiht besonders gut auf lehmigen, mittelschweren Böden mit einem pH-Wert von 6 bis 7. Sie ist gut für den ökologischen Anbau geeignet, da sie Stickstoff aus der Luft fixiert und zur Bodenverbesserung beiträgt. Im Vergleich dazu zeigen andere geprüfte Sorten wie Frieda ähnliche Eigenschaften, unterscheiden sich jedoch in Details wie Lagerfähigkeit oder Körnertrag auf bestimmten Standorten. Insgesamt hängt die Wahl der Lupinsorte für die Frühjahrssauzaat 2024 von Faktoren wie Bodenbeschaffenheit, Krankheitsresistenz, Ertragspotenzial und regionalen Bedingungen ab.

### Sojabohnen

Für die Frühjahrssauzaat 2024 sind in Deutschland insgesamt 50 Sojabohnensorten zugelassen. Im ökologischen Landbau spielen neben Ertrag und Proteingehalt insbesondere pflanzenschutzrelevante Eigenschaften wie Krankheitsresistenzen, Standfestigkeit, Jugendentwicklung und Abreifeverhalten eine zentrale Rolle.

Auf den im Rahmen der Datenerhebung betrachteten Ökobetrieben wurden die Sorten ES Comandor und Obelix angebaut. ES Comandor (Reifegruppe 000) überzeugt durch sehr frühe Abreife, zügige Jugendentwicklung, hohe Standfestigkeit und gute Krankheitsresistenz. Mit hohen Proteingehalten eignet sie sich sowohl für die Futter- als auch für die Speisenutzung. Der Einsatz von pendimethalinhaltigen Pflanzenschutzmitteln ist bei dieser Sorte aufgrund mangelnder Verträglichkeit nicht empfohlen. Obelix zeigt sich robust gegenüber wechselnden Klimabedingungen, anpassungsfähig an unterschiedliche Böden und gilt als standfest und ertragssicher – Eigenschaften, die sie für den ökologischen Anbau besonders geeignet machen.

Weitere zugelassene Sorten wie Achilea und Ascada weisen gute Jugendentwicklung, Ertragsstabilität und Krankheitsresistenzen auf, wurden

von den betrachteten Ökobetrieben jedoch nicht eingesetzt.

Zukünftige Zuchtziele im ökologischen Sojaanbau konzentrieren sich auf eine verbesserte Anpassung an wechselhafte Witterungsbedingungen, stabile Abreifung und hohe Proteingehalte. Für eine nachhaltige Ausweitung des Sojaanbaus ist zudem der Ausbau regionaler Aufbereitungskapazitäten – etwa durch mobile Anlagen – von Bedeutung.

## 1.3. Fruchfolge

In den untersuchten Fruchfolgen zeigte sich, dass Getreidearten durchgängig die direkte Vorfrucht für den Anbau von Körnerleguminosen bildeten (100%). Über den gesamten Betrachtungszeitraum von fünf Jahren (2019–2023) lag der Anteil von Leguminosen in den Fruchfolgen bei durchschnittlich 24,6%.

**Tabelle 2: Anzahl Auftreten von Kulturen in Fruchfolgen (2018 - 2022) vor Körnerleguminosen in 2024.**

| Kultur          | Anzahl in Fruchfolgen (2019 - 2023) | Anzahl in Vorfrucht (2023) |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Weizen          | 1                                   | 1                          |
| Winterweizen    | 10                                  | 5                          |
| Kleegras        | 7                                   | -                          |
| Wintertriticale | 1                                   | -                          |
| Körnermais      | 5                                   | 3                          |
| Silomais        | 2                                   | -                          |
| Roggen          | 1                                   | -                          |
| Winterraps      | 3                                   | -                          |
| Sommergerste    | 3                                   | -                          |
| Dinkel          | 4                                   | 3                          |
| Hafer           | 3                                   | -                          |
| Rotklee         | 2                                   | -                          |
| Luzernegras     | 6                                   | -                          |
| Linse           | 1                                   | -                          |
| Sommerhafer     | 3                                   | -                          |
| Winterraps      | 3                                   | -                          |
| Emmer           | 2                                   | 1                          |
| Wintergerste    | 8                                   | -                          |

Tabelle 2 gibt einen Überblick über das Auftreten einzelner Kulturen in den Fruchtfolgen sowie ihre Bedeutung als direkte Vorfrucht.

Die Einhaltung ausreichender Anbaupausen ist von zentraler Bedeutung, um Leguminosenmüdigkeit vorzubeugen und den Aufbau von Schadorganismenpopulationen zu verhindern. Auf den erfassten Flächen wurden 2024 deutliche Fortschritte erreicht:

- Auf 77% der Flächen betrug die Anbaupause zu anderen Körnerleguminosen fünf Jahre oder mehr.
- Auf 100% der Flächen wurde eine Anbaupause von mindestens vier Jahren eingehalten.

Im Vergleich zum Anbaujahr 2023 stellt dies eine erhebliche Verbesserung dar: Damals wurden nur auf 16,26% der Flächen fünfjährige Pausen eingehalten.

Darüber hinaus wurden auf 9 von 13 Schlägen vor der Hauptkultur Zwischenfrüchte integriert. Diese tragen zur Stabilisierung der Bodenstruktur, Förderung des Bodenlebens und Unterdrückung von Beikräutern bei.

Die Anbaupausen sind in Tabelle 3 dargestellt:

**Tabelle 3: Anbaupausen in den betrachteten Anbauflächen für Körnerleguminosen.**

| Jahre Anbau-pause | Anbaupause zu anderen Körnerleguminosen |                   | Anbaupause zu Leguminosen insgesamt |                   |
|-------------------|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
|                   | Anzahl Schläge                          | Anteil der Fläche | Anzahl Schläge                      | Anteil der Fläche |
| 0                 | 0                                       | 0%                | 0                                   | 0%                |
| 1                 | 0                                       | 0%                | 0                                   | 0%                |
| 2                 | 0                                       | 0%                | 0                                   | 0%                |
| 3                 | 0                                       | 0%                | 0                                   | 0%                |
| 4                 | 2                                       | 23%               | 0                                   | 23%               |
| >5                | 11                                      | 77%               | 0                                   | 77%               |

## 1.4. Düngung

Für den Anbau von Körnerleguminosen ist in der Regel keine zusätzliche Stickstoffdüngung erforderlich, da die Pflanzen ihren Stickstoffbedarf weit-

gehend durch Symbiose mit Knöllchenbakterien decken können. Dementsprechend war der Umfang der erfassten Düngepraxis begrenzt.

Von der insgesamt untersuchten Anbaufläche von 43,18 ha wurden lediglich auf 18,59 ha (entspricht ca. 43%) Düngemaßnahmen durchgeführt. Von dieser gedüngten Fläche entfielen wiederum 5,35 ha (ca. 29%) auf Flächen, auf denen gezielt Stickstoffdünger in Form von Grünschnittkompost zum Einsatz kam. Die durchschnittlich ausgebrachte Menge an Stickstoff betrug dabei 68 kg N/ha.

**Tabelle 4: N-Düngung in Körnerleguminosen 2024.**

| Gedüngte Fläche (ha) insgesamt | Davon mit N gedüngte Fläche (ha) | Durchschnittlich ausgebrachte Menge N (kg/ha) auf gedüngter Fläche |
|--------------------------------|----------------------------------|--|
| 18,59                          | 5,35                             | 68,00  |

## 1.5 Mechanische Beikrautregulierung

Bei der Bodenbearbeitung im Anbau von Körnerleguminosen ist insbesondere darauf zu achten, Verdichtungshorizonte zu vermeiden, um eine optimale Durchwurzelung sowie eine effiziente Wasserführung zu gewährleisten. Vor der Aussaat spielt eine wassersparende Bearbeitung eine zentrale Rolle: Sie sichert den Keimwasserbedarf, unterstützt die Jugendentwicklung und ermöglicht eine bestmögliche Nutzung der Winterfeuchte. Abhängig von Standortbedingungen und Witterung kann zudem eine tiefere oder wendende Bearbeitung notwendig

**Tabelle 5: Übersicht Grundbodenbearbeitung in Körnerleguminosen.**

| Gerät              | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 13) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|--------------------|--|--|------------------------------|
| Pflug              | 80   | 11   | 13                           |
| Grubber            | 44   | 5  | 12                           |
| Egge / Kreiselegge | 81   | 10   | 16                           |

sein, um oberflächlich liegendes Pflanzenmaterial einzuarbeiten, die Bodenerwärmung zu fördern und dadurch ein gleichmäßiges Auflaufen der Bestände zu beschleunigen.

Die erhobenen Daten für 2024 zeigen eine vergleichsweise intensive Grundbodenbearbeitung (Tabelle 5).

Die Anzahl der Bearbeitungsgänge variierte zwischen zwei und sieben Überfahrten pro Schlag (Abbildung 1). Auf rund 39 % der Fläche wurden zwei bis drei Bearbeitungsgänge durchgeführt, während 77 % der Anbaufläche vier oder mehr Überfahrten erhielten.

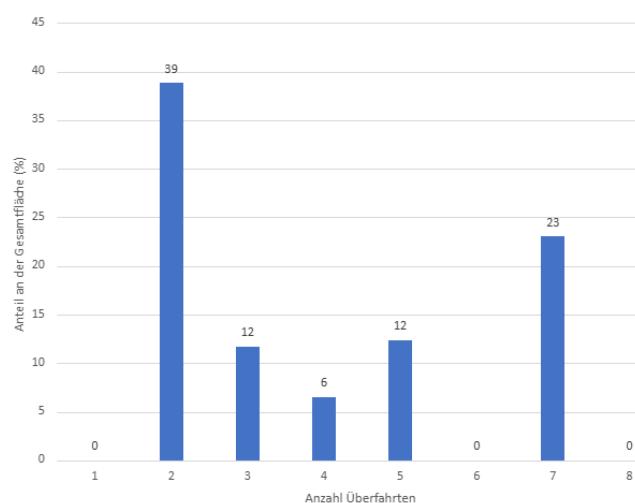


Abbildung 1: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Körnerleguminosen.

Im Rahmen der Fruchfolge und vor der Saat der Körnerleguminosen ist auf den Aufbau einer guten Bodenstruktur zu achten, um die nachfolgende mechanische Beikrautkontrolle zu ermöglichen. Durch die Wahl passender Bearbeitungsstrategien wie des falschen Saatbettes kann der Beikrautdruck bereits vor der Saat reduziert werden. Nach der Saat kann gegebenenfalls das Walzen zum Bodenschluss beitragen und durch eine ebenere Oberfläche die spätere Beikrautkontrolle begünstigen.

Auf allen bei der Datenerhebung berücksichtigten Ökobetrieben wurde die mechanische Beikrautkontrolle konsequent mit Striegel und/oder maschi-

neller Hacke durchgeführt (Tabelle 6). Die Anzahl der Überfahrten variierte dabei zwischen einer und sechs (Abbildung 2).

**Tabelle 6: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung in Körnerleguminosen.**

| Gerät    | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 13) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|----------|--|--|------------------------------|
| Striegel | 74   | 9  | 14                           |
| Hacke    | 43   | 5  | 7                            |
| Sonstige | -  | -  | -                            |

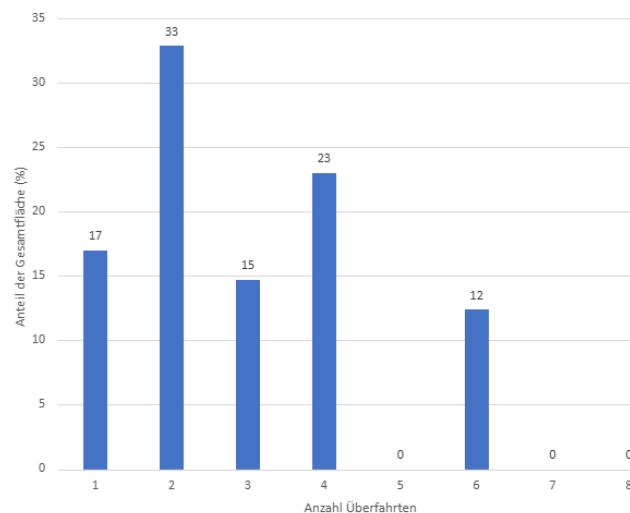


Abbildung 2: Anzahl der Überfahrten zur Beikrautregulierung über die Gesamtfläche in Körnerleguminosen

## 1.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Wie bei den Ausführungen zu Krankheiten und Schädlingen bei Körnerleguminosen bereits erwähnt, kann es in sehr seltenen Fällen eines massenhaften Auftretens von Blattläusen (Gefahr der Virusübertragung!) sinnvoll sein, Schmierseife zur Regulierung der Blattlauspopulation einzusetzen.

zen. Die meisten rein ökologisch wirtschaftenden Ackerbaubetriebe verfügen jedoch nicht über die entsprechende Applikationstechnik, so dass eine kurzfristige Reaktion in Form der Anwendung von Schmierseife ausschließlich bei massivem Blattlausbefall nicht einfach umsetzbar ist. Die befragten Betriebe setzten 2024 keine Pfanzenschutzmittel in Körnerleguminosen ein.

## **2. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Kartoffeln**

Für das Anbaujahr 2024 wurden 19 Schläge auf acht Betrieben in Baden-Württemberg in die Erhebung für den Pflanzenschutzbericht 2025 einbezogen (2023: 17 Schläge auf acht Betrieben). Dabei wurden unterschiedliche Regionen berücksichtigt, darunter das östliche Albvorland, Gäulandschaften, Rheinebene, Unterland und weitere Standorte. Das Klima in diesen Regionen ist überwiegend gemäßigt mit milden Wintern und warmen, meist trockenen Sommermonaten, was günstige Wachstumsbedingungen für die Kartoffelentwicklung bietet. Die Böden sind überwiegend lehmig bis tonig und mäßig humos, wodurch gezielte Bodenbearbeitung und Fruchfolgestrategien zur Krankheits- und Schädlingskontrolle von zentraler Bedeutung sind.

### **2.1. Krankheiten und Schädlinge**

Eine gut angepasste Fruchfolge ist essenziell für den ökologischen Kartoffelanbau. Empfohlen wird eine vier- bis fünfjährige Anbaupause, um Krankheiten und Schädlingen wie der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) vorzubeugen.

Die Kraut- und Knollenfäule ist nach wie vor die schadensträchtigste Erkrankung. Vorbeugende

Maßnahmen umfassen:

- Vorkeimen der Knollen,
- gezielte Standorteinteilung,
- Einsatz pilzwiderstandsfähiger Sorten.

Viele resistente Sorten besitzen derzeit nur ein einzelnes hochwirksames Resistenzgen, sodass die Widerstandsfähigkeit durch die schnelle Generationsfolge des Pilzes leicht überwunden werden kann. Eine ergänzende Behandlung mit Kupfer ist häufig erforderlich, wobei die Aufwandmenge deutlich geringer ist als bei nicht widerstandsfähigen Sorten.

Um die Resistenz langfristig zu sichern, die Kupferaufwendung zu minimieren und den Anforderungen des Anbaus gerecht zu werden, sind verstetigte Züchtungsprogramme notwendig. Langfristig sollte die Resistenz polygenetisch verankert werden.

Ein weiterer bedeutender Erreger ist *Rhizoctonia solani*, der Stängel und Knollen befällt. Besonders kritischer ist der Stängelbefall, da er zu erheblichen Ertrags- und Qualitätseinbußen führt. Auf den Knollen entstehen Sklerotien („Kartoffelpocken“), die äußerlich sichtbar sind, aber die innere Qualität der Knolle nicht beeinträchtigen. Durch moderne

Sortiertechnik werden diese Knollen häufig ausgesortiert. Aufklärungskampagnen könnten hier die Akzeptanz sklerotienbefallener Knollen fördern.

Optimale Wachstumsbedingungen tragen entscheidend zur Gesunderhaltung bei: warme, gut durchlüftete und eher trockene Böden sind ideal. Erntereste der Vorfrucht sollten entfernt werden, um die Überwinterung von Rhizoctonia zu verhindern. Zertifiziertes Pflanzgut mit weniger als 20 % Sklerotienbefall unterstützt ebenfalls die Pflanzenentwicklung. Das Vorkeimen der Knollen verbessert die Jugendentwicklung zusätzlich. Kurative Maßnahmen existieren nicht.

Die Ernte sollte nach Absterben des Krautes zeitnah erfolgen, sobald die Knollen festschalig sind, um die Bildung von Dauersporangien durch den Pilz zu verhindern.

Drahtwürmer, die Larven des Schnellkäfers, können erhebliche Knollenschäden verursachen. Eine intensive Bodenbearbeitung während der aktiven Larvenphase reduziert Populationen. Auch die Wahl von Zwischenfrüchten oder Untersaaten ist entscheidend, um den Larven keine Nahrungsgrundlage zu bieten. Das Mittel Attracap (Wirkstoff

Metarhizium brunneum) ist im Ökolandbau zugelassen, derzeit jedoch nur per Notfallzulassung.

Kartoffelkäfer können zu Totalausfällen führen, insbesondere in warmen Jahren mit zwei Generationen pro Jahr. Im Ökolandbau werden die Wirkstoffe *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* (Novodor FC) und Azadirachtin (NeemAzal T/S) eingesetzt. Novodor FC war seit 2020 nur noch über Notfallzulassung verfügbar.

## 2.2. Sorten und Züchtung

Das Bundessortenamt veröffentlicht eine beschreibende Sortenliste (BSL), in die neue Kartoffelsorten nach einer zweijährigen Prüfung aufgenommen und damit zugelassen werden. Diese Liste enthält Angaben zur Resistenz gegenüber Krautfäule, Kartoffelkrebs und Nematoden sowie zur Anfälligkeit gegenüber dem Y-Virus. Resistente Sorten benötigen in der Regel weniger Kupfereinsatz im Pflanzenschutz als anfällige.

Kartoffelsorten werden außerdem nach Reifezeit, Kochtyp und Verwertungsziel (z. B. Speise-, Stärke- oder Pommes-Frites-Kartoffeln) unterschieden. Laut Befragungen spielen für die Sortenwahl insbesondere Pflanzengesundheit, Geschmack, Kundenwunsch und frühe Reife eine zentrale Rolle. Darüber hinaus werden Sorten teilweise aufgrund ihrer Trockenheitstoleranz oder zur Saatgutvermehrung ausgewählt.

Für die Frühjahrsbestellung 2024 wurden in Deutschland folgende Sorten zugelassen, die sich hinsichtlich Pflanzenschutz besonders auszeichnen:

- Taormina – hohe Krautfäulestabilität, festkochend, geeignet für Öko-Anbau
- Nola – sehr robust gegenüber Krautfäule, festkochend, gute Verwertungsqualität
- Marabel – frühreif, moderate Krautfäulestabilität, hohe Ertragsleistung
- Belana – mittelfrüh, festkochend, gute Resistenz gegen Nematoden



Bild 6: Kartoffelkäfer und -larven. (© Katrin Zilles)

- Agria – vorwiegend für Pommes-Frites, mittelfrüh, moderate Krautfäulestabilität

- Fontane – mittelfrüh, mehligkochend, moderate Resistenz gegen Krautfäule

Diese Sorten wurden sowohl nach der Bundessortenliste als auch auf Basis der Landessortenprüfungen für den ökologischen Anbau empfohlen. Weitere detaillierte Informationen finden sich in den Dokumenten des Bundessortenamts und der jeweiligen Landessortenprüfungen.

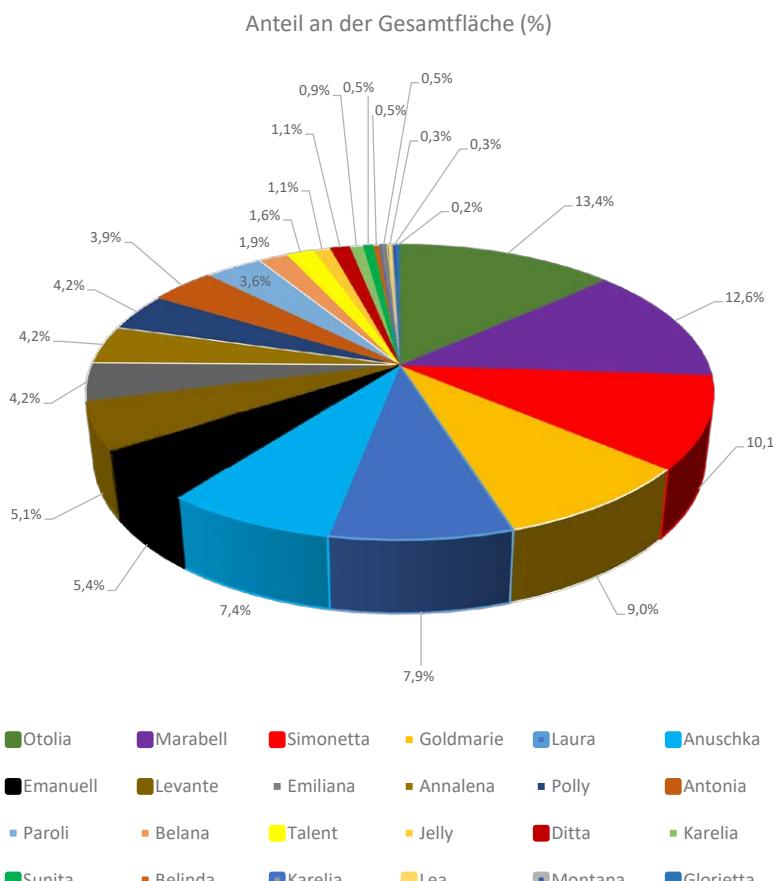


Abbildung 3: Flächenanteil Kartoffelsorten und Kartoffelsortengemische an der Erhebung

## Flächenanteil krautfäulestabiler Sorten

Die Erhebung zeigt, dass 2024 auf etwa 42 % der dokumentierten Anbaufläche Kartoffelsorten kultiviert wurden, die besonders krautfäulestabil sind (2023: 32,8 %). Gründe hierfür sind Vorgaben

des Handels, gute Erfahrungen mit bewährten Sorten und die Verfügbarkeit resistenter Sorten. Im Öko-Sektor existieren zudem privatrechtliche Standards, nach denen mindestens 10 % der Fläche mit krautfäulestabilen Sorten bepflanzt werden müssen. Die befragten Betriebe liegen durchschnittlich deutlich über diesem Wert.

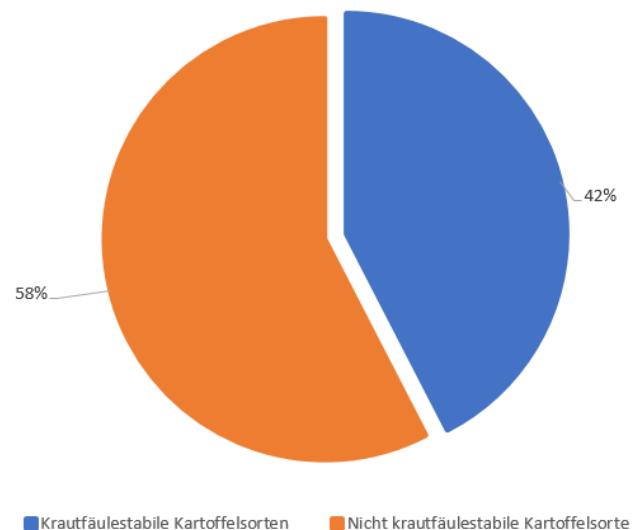


Abbildung 4: Anteil krautfäulestabiler Kartoffelsorten in Prozent (blau) an der erhobenen Kartoffelanbaufläche.

Regionale Unterschiede zeigen, dass in südlichen Bundesländern tendenziell mehr festkochende, krautfäulestabile Sorten angebaut werden, während im Norden Deutschlands die Sortenauswahl bei festkochenden Kartoffeln mit guter Krautfäulestabilität noch eingeschränkt ist. Auch eine frühreife, relativ anfällige Sorte kann durch frühe Ernte eine hohe Ertrags- und Qualitätsleistung bringen, wie z. B. die Sorte Marabel zeigt.

## Züchtung und Pflanzenschutz

Es ist derzeit nicht möglich, den gesamten Bedarf im ökologischen Kartoffelanbau ausschließlich mit krautfäulestabilen Sorten zu decken, da neben der Krankheitsresistenz zahlreiche agronomische Anforderungen – wie Ertrag, Qualität, Lagerfähigkeit und Standortanpassung – berücksichtigt werden müssen.

Eine gewisse Stabilität gegenüber Phytophthora infestans (Krautfäule) bleibt dennoch ein zentraler Faktor zur Reduktion des Pflanzenschutzmittel-

einsatzes. Die Züchtung resistenter oder toleranter Sorten stellt dabei einen entscheidenden Baustein für den erfolgreichen ökologischen Kartoffelanbau dar. Derzeit beruht die Widerstandskraft solcher Sorten meist auf ein bis zwei R-Genen, deren Wirkung durch die hohe Anpassungsfähigkeit des Erregers begrenzt ist. Daher wird auch bei diesen Sorten weiterhin Kupfer eingesetzt – jedoch in deutlich reduzierten Mengen im Vergleich zu anfälligen Sorten.

Eine verpflichtende Nutzung ausschließlich krautfäulestabiler Sorten wäre nicht zielführend, da sie die Sortenvielfalt und damit die Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Anbausysteme und Marktanforderungen einschränken würde. Die Weiterentwicklung resistenter und toleranter Sorten bleibt jedoch ein zentraler Beitrag zur langfristigen Reduktion von Pflanzenschutzmitteln. Ein vertiefender Überblick hierzu findet sich im Pflanzenschutzmittelbericht 2022 (Kapitel 2.3).

## 2.3. Fruchfolge

Im ökologischen Ackerbau nimmt die Fruchfolge eine zentrale Rolle ein. Sie dient sowohl der Nährstoffversorgung als auch der Krankheits- und Schädlingskontrolle. Stickstofffixierende Leguminosen gleichen beispielsweise den Stickstoffentzug durch die Ernte der Vorkulturen aus. Gleichzeitig kann durch die zeitliche Entzerrung gleicher oder verwandter Kulturen in der Fruchfolge das Habitat für Krankheiten und Schädlinge reduziert werden.

**Tabelle 7: Anbaupausen beim Anbau von Kartoffeln.**

| Jahre Anbau-pause | Anzahl von Schlägen (von 19) | Anteil der Gesamtfläche (%) |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 0                 | 0                            | 0,0%                        |
| 1                 | 1                            | 0,8%                        |
| 2                 | 0                            | 0,0%                        |
| 3                 | 1                            | 10,9%                       |
| 4                 | 2                            | 23,3%                       |
| 5                 | 2                            | 1,5%                        |
| >5                | 10                           | 63,5%                       |

Aus phytosanitären Gründen ist insbesondere beim Kartoffelanbau die Einhaltung einer Anbaupause von mindestens vier Jahren entscheidend. Auf der Mehrheit der Schläge wird diese Empfehlung erfüllt oder sogar über Gebühr umgesetzt. Die von den Betrieben praktizierten Anbaupausen sind in Tabelle 7 dargestellt.

Der Anteil von Leguminosen in der Fruchfolge, betrachtet über die fünf Jahre vor dem Kartoffelanbau, liegt aktuell bei 36 % (2023: 44,7 %). Getreidekulturen (Weizen, Dinkel, Körnermais, Roggen, Wintergerste, Triticale, Hafer) machen im gleichen Zeitraum 56 % der Fruchfolge aus (2023: 48,24 %).

**Tabelle 8: Anzahl Auftreten von Kulturen in Fruchfolgen (2019 - 2023) vor Kartoffeln in 2024.**

| Kultur                         | Anzahl in Fruchfolgen (2019 - 2023) | Anzahl in Vorfrucht (2023) |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Kleegras                       | 19                                  | 1                          |
| Dinkel                         | 18                                  | 6                          |
| Winterweizen                   | 10                                  | 5                          |
| Kartoffel                      | 6                                   | -                          |
| Roggen                         | 5                                   | -                          |
| Luzernegras                    | 5                                   | 2                          |
| Hafer                          | 4                                   | -                          |
| Soja                           | 3                                   | -                          |
| n.b.                           | 3                                   | -                          |
| Klee                           | 3                                   | -                          |
| Weizen                         | 3                                   | 1                          |
| Zwiebel                        | 2                                   | -                          |
| Luzerne                        | 2                                   | -                          |
| Hafer-Linse-Leindotter Gemenge | 2                                   | -                          |
| Triticale-Wintererbse          | 2                                   | -                          |
| Sommerhafer                    | 2                                   | 2                          |
| Frühkartoffel                  | 1                                   | -                          |
| Körnermais                     | 1                                   | -                          |
| Raps                           | 1                                   | 1                          |
| Brache (Begrünung)             | 1                                   | 1                          |
| Feldgemüse                     | 1                                   | -                          |
| Körnermais                     | 1                                   | -                          |

Auf 15 der 19 untersuchten Schläge wurden vor dem Kartoffelanbau Zwischenfrüchte angebaut. Auf allen 15 Schlägen handelte es sich um Mischungen mit einem Leguminosenanteil, die sowohl zur Stickstoffversorgung als auch zur Unterdrückung von Krankheiten und Schädlingen beitragen.

## 2.4. Düngung

Die weite Fruchfolge spielt im ökologischen Landbau eine zentrale Rolle für den Nährstoffhaushalt. Eine detaillierte Bodenanalyse lag nicht im Umfang dieses Berichts; erfasst wurde nur der Einsatz von Handels- oder Wirtschaftsdüngern. 2024 wurden auf 16 von 19 Schlägen (29,3 ha von 33,09 ha) organische Dünger ausgebracht, 2023 auf 10 von 17 Schlägen (26,5 ha von 40,06 ha). Die Stickstoffgaben stiegen von 25 auf 73 kg/ha, überwiegend durch Rinder- und Pferdefestmist sowie Federmehlpellets.

## 2.5. Mechanische Beikrautregulierung

Die Grundbodenbearbeitung erfüllt neben der Lockerung des Bodens zentrale Funktionen in der Beikraut- und Schädlingsregulierung. Wendende Verfahren verlagern Beikrautsamen oder Pilzsporen in tiefere Bodenschichten, wodurch deren Keimung unterdrückt wird und die Kulturpflanzen nur eingeschränkt infiziert werden können. Darüber

hinaus ermöglicht die Anlage eines sogenannten falschen Saatbetts die gezielte Förderung der Beikrautkeimung, sodass die keimenden Jungpflanzen anschließend mechanisch eingearbeitet und abgetötet werden können.

Im Kartoffelanbau wurden zur Grundbodenbearbeitung insbesondere Pflug, Grubber, Egge und Fräse eingesetzt (siehe Tabelle 9). Im Vergleich zum Vorjahr konnte 2024 kein Einsatz der Scheibenegge verzeichnet werden. Da Kartoffeln auf einen gut gelockerten, trockenen und erwärmten Boden angewiesen sind, erfolgt die Grundbodenbearbeitung in der Regel in relativ intensiver Form.



Bild 7: Anlage falsches Saatbett mit Frontpacker für Rückverfestigung und Einebnung sowie Zinkenege hinten. (© Jonathan Kern)

Da im Ökolandbau der Einsatz von Herbiziden nicht zulässig ist, erfolgt die Beikrautkontrolle überwiegend über mechanische Maßnahmen. Ziel ist es, das Beikraut so zurückzudrängen, dass die Kulturpflanzen ungestört wachsen können.

In den betrachteten Kartoffelbaubetrieben kamen vor allem Striegel, Hacke, Häufelgerät und Dammfräse zum Einsatz. Das Häufelgerät wurde auf allen Flächen (100 %) genutzt, während Striegel auf rund 94 % und die Hacke auf etwa 71 % der Fläche eingesetzt wurden. Die Dammfräse, ebenso wie die Methoden Abflammen und Abschlegeln, kamen 2024 auf keinen Flächenanteil zum Einsatz. Tabelle 10 zeigt im Überblick den Einsatz mechanischer Geräte zur Beikrautregulierung im Kartoffelbau auf den untersuchten Betrieben.

**Tabelle 9: Geräteneinsatz Grundbodenbearbeitung Kartoffel.**

| Gerät        | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 19) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|--------------|--|--|------------------------------|
| Pflug        | 100%   | 19   | 19                           |
| Grubber      | 87%  | 15   | 15                           |
| Egge         | 35%  | 10   | 28                           |
| Scheibenegge | 0%   | 0  | 0                            |
| Fräse        | 59%  | 5  | 5                            |

**Tabelle 10: Geräteeinsatz zur Beikrautregulierung bei Kartoffeln.**

| Gerät        | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 19) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|--------------|--|--|------------------------------|
| Striegel     | 94%  | 16   | 20                           |
| Hacke        | 71%  | 13   | 24                           |
| Häufeln      | 100%   | 19   | 43                           |
| Fräsen       | 0%   | 0  | 0                            |
| Abflammen    | 0%   | 0  | 0                            |
| Abschle-geln | 0%   | 0  | 0                            |

Die Häufigkeit der Überfahrten stellt einen zentralen Indikator für die mechanische Belastung des Bodens dar. Jede Bearbeitung, sei es im Rahmen der Grundbodenbearbeitung oder der mechanischen Beikrautregulierung, übt Druck auf die Bodenschichten aus und kann je nach Intensität und Maschinengewicht zu Verdichtungen führen. Eine hohe Zahl an Überfahrten kann die Porenstruktur des Bodens beeinträchtigen, die Wasser- und Luftdurchlässigkeit reduzieren und langfristig das Wurzelwachstum der Kulturpflanzen hemmen. Gleichzeitig ist die Anzahl der Überfahrten ein wichtiges Maß für den Aufwand der Bodenbearbeitung und liefert Hinweise auf die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftungspraktiken.

Abbildung 5 zeigt die Anzahl der Überfahrten zur Grundbodenbearbeitung über die gesamte Fläche. Diese Bearbeitung umfasst alle wendenden und lockenden Maßnahmen, die den Boden für die Pflanzung vorbereiten, einschließlich Pflug-, Grubber- und Egge-Einsätzen. Die Verteilung und Intensität der Überfahrten geben Aufschluss darüber, in welchem Maße die Felder mechanisch belastet werden.

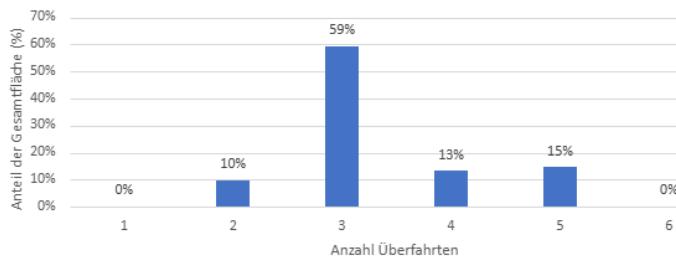


Abbildung 5: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche.

Abbildung 6 stellt die Anzahl der Überfahrten zur mechanischen Beikrautregulierung dar. Diese Bearbeitungen erfolgen gezielt zur Kontrolle von Beikraut durch Striegel, Hacke oder Häufelgerät. Auch hier zeigt die Häufigkeit der Überfahrten, wie stark der Boden zusätzlich belastet wird.

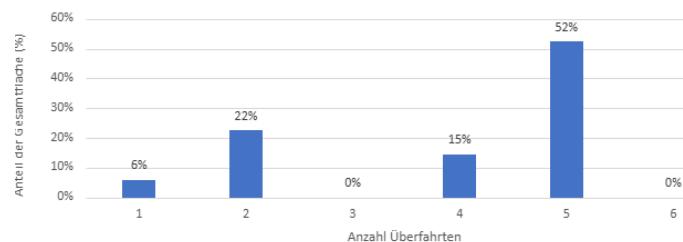


Abbildung 6: Anzahl der Überfahrten zur mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

Durch die Kombination von Grundbodenbearbeitung und Beikrautregulierung lässt sich eine Gesamtbelastung des Bodens abschätzen, die sowohl für die Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit als auch für die Planung nachhaltiger Bearbeitungsstrategien von Bedeutung ist.

## 2.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Um den Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln im ökologischen Landbau zu minimieren, greifen Bio-Betriebe auf eine Reihe vorbeugender Maßnahmen zurück. Eine zentrale Strategie ist das Vorkeimen der Pflanzkartoffeln. Durch das Vorkeimen entwickeln sich die Pflanzen bereits vor der Pflanzung schneller, was mehrere Vorteile mit sich bringt: Zum einen reduziert die beschleunigte Jugendentwicklung die Anfälligkeit gegenüber dem bodenbürtigen Krankheitserreger Rhizoctonia solani. Zum anderen führt die frühzeitige Bodendeckung zu einer Unterdrückung von Beikraut. Zudem reifen die Pflanzen früher ab, wodurch die Anfälligkeit gegenüber Krautfäule während der kritischen Sommermonate verringert wird. Im Jahr 2024 wurden auf 74 % der Fläche (24,6 ha) vorgekeimte Pflanzkartoffeln eingesetzt, im Vergleich zu lediglich 2 % (0,8 ha) im Jahr 2023.

Ein weiterer wichtiger vorbeugender Ansatz ist der Anbau in windoffenen Lagen. Die erhöhte Luftzir-

kulation sorgt für ein schnelleres Abtrocknen der Blätter, wodurch die Infektionswahrscheinlichkeit durch pilzliche Krankheitserreger deutlich sinkt. Eine zusätzliche Optimierung besteht in der Ausrichtung der Reihen entlang der vorherrschenden Windrichtung, was den Belüftungseffekt weiter verstärkt. Während die windoffene Lage ein standortbedingter Vorteil ist und nicht aktiv geschaffen werden kann, wurde 2024 der Kartoffelanbau zu 100 % auf solchen Flächen durchgeführt. Darüber hinaus wurden auf 73 % der Fläche die Reihen in Windrichtung ausgerichtet, was im Vergleich zu 2023 (55,23 %) eine Steigerung dieser vorbeugenden Maßnahme um ca. 18 % bedeutet.

Abbildung 7 zeigt den errechneten Behandlungsindex für die betrachteten Kartoffelflächen 2024. Der Behandlungsindex berücksichtigt alle ausgebrachten Pflanzenbehandlungsmittel, einschließlich Pflanzenschutzmittel, Grundstoffe und Bodenhilfsmittel. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Behandlungsintensität im ökologischen Kartoffelanbau insgesamt gering ist. Nur wenige, gezielte Anwendungen sind notwendig, was die Effektivität der vorbeugenden Maßnahmen und den sparsamen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unterstreicht.

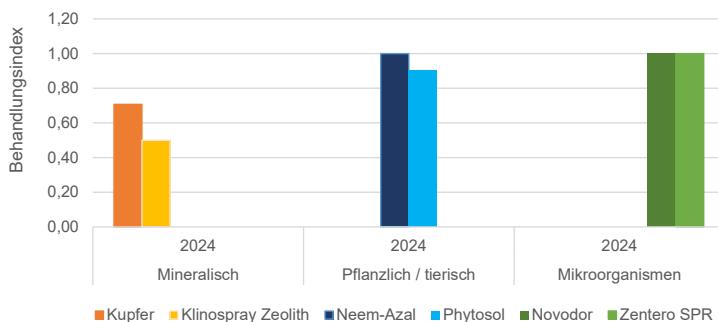


Abbildung 7: Behandlungsindex 2024 für die untersuchten Kartoffelflächen.

## Kraut- und Knollenfäule

Bezüglich der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) wurden 2024 auf 44,38 % der insgesamt betrachteten 33,09 ha (14,26 ha) Kupferpräparate (Kupferhydroxid) eingesetzt. Im Vergleich zum Vorjahr (44,38 % der 40,06 ha, 17,78 ha) wurden dabei höhere Mengen pro Hektar appliziert: Die durchschnittliche Aufwandmenge

betrug 2,83 kg Reinkupfer pro Hektar und Jahr, was 2,2-fach über dem Wert von 2023 (1,27 kg/ha) liegt. Die Gesamtaufwandmenge auf den behandelten Flächen variierte zwischen 0,6 und 3,1 kg/ha, wobei kein Betrieb die im Rahmen der Notfallzulassung erlaubte Maximalmenge von 4 kg/ha ausgeschöpft hat. Die Notfallzulassung wurde erteilt, da die extrem häufigen Niederschläge 2024 besonders günstige Bedingungen für die Entwicklung von *Phytophthora infestans* schufen und ein erhöhtes Infektionsrisiko bestanden.

Abbildung 8 zeigt die Überfahrten zur Anwendung von Pflanzenbehandlungsmitteln auf den Kartoffelflächen, während Abbildung 9 die ausgebrachten Reinkupfermengen in 0,5 kg-Schritten darstellt.

Tabelle 11 gibt einen Überblick über den durchschnittlichen Kupfereinsatz im ökologischen Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2024. Sie enthält Angaben zur mittleren Aufwandmenge je Anwendung (0,436 kg/ha), zur mittleren Anzahl der Anwendungen (5,3) sowie zur durchschnittlich ausgebrachten Gesamtreinkupfermenge pro Hektar (2,83 kg/ha).

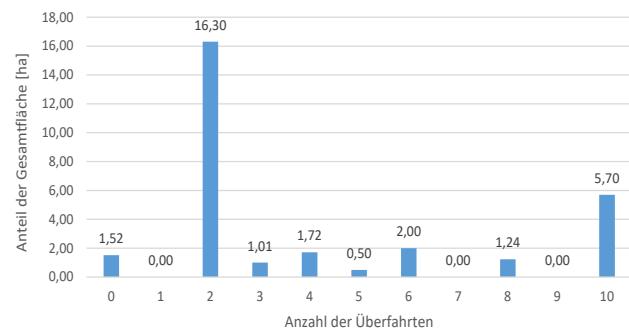


Abbildung 8: Überfahrten zur Anwendung von PSM in Kartoffeln.

**Tabelle 11: Kupfereinsatz im Öko-Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2024.**

| Kupfereinsatz im Öko-Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2024 |             |
|---|-------------|
| Mittlere Aufwandmenge, je Anwendung                           | 0,436 kg/ha |
| Anzahl Anwendungen  | 5,3         |
| Durchschnittliche Gesamtreinkupfermenge                       | 2,83 kg/ha  |

## Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

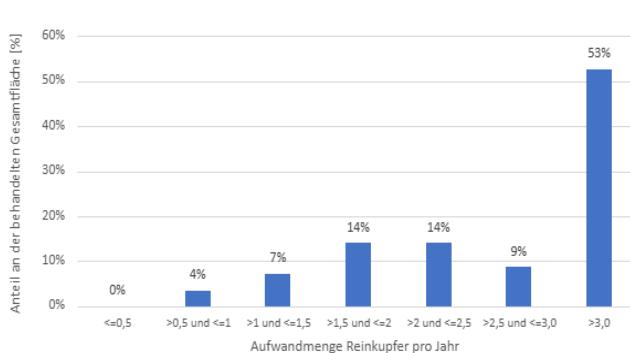


Abbildung 9:  
Aufwandmenge Reinkupfer in kg/ha in 0,5 kg-Schritten.

Langfristig besteht das Potenzial, den Kupfer-einsatz durch vorbeugende Maßnahmen – wie den Einsatz krautfäuleresistenter Kartoffelsorten, die Optimierung von Haftmitteln und weitere kultivierungstechnische Strategien – deutlich zu reduzieren. Zusätzlich würde der Einsatz von Drohnentechnik eine präzise Applikation von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere von Kupferpräparaten, auch bei nassen Bodenverhältnissen ermöglichen, wodurch die mechanische Bodenbelastung minimiert und der Bodenschutz verbessert würde.

## Kartoffelkäfer

Zur Vorbeugung eines Befalls durch den Kartoffelkäfer sind Anbaupausen sowie ein räumlicher Abstand zu vorherigen Kartoffelflächen wichtige Maßnahmen. Allerdings ist der Kartoffelkäfer flugfähig und mobil, sodass Eier auch in neu angelegten Kartoffelfeldern abgelegt werden können.

Zur Regulierung stehen im ökologischen Landbau vor allem zwei biologische Wirkstoffe zur Verfügung: *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* (Novodor FC) und Azadirachtin (Neem Azal T/S). *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* wirkt sehr selektiv gegen den Kartoffelkäfer, allerdings erschweren die Zulassungssituation sowie die biologische Natur des Mittels dessen Produktion und Lagerung. In starken Befallsjahren stehen daher häufig nicht ausreichend Mengen zur Verfügung. Azadirachtin wirkt ebenfalls effektiv gegen den Kartoffelkäfer, insbesondere gegen Larvenstadien. Aufgrund zunehmender Hitzeperioden kommt es jedoch häufiger zu einer zweiten Generation von Kartoffelkäfern, wodurch in einigen Jahren zusätz-

liche Anwendungen notwendig sind. In diesen Fällen wurde zeitweise eine Notfallzulassung für eine dritte und vierte Behandlung mit Neem Azal T/S erteilt.

2024 wurden 71 % der betrachteten Kartoffelfläche (23,52 ha) mit Insektiziden gegen den Kartoffelkäfer behandelt, während 2023 noch 93,7 % der Fläche (37,55 ha) behandelt wurden. Dabei wurde auf keiner Fläche eine Kombination von Novodor FC und Neem Azal T/S eingesetzt (siehe Tabelle 12). Auf 23,02 ha wurde ausschließlich Novodor FC angewendet (98 % der behandelten Fläche), auf 0,5 ha ausschließlich Neem Azal T/S (2 %).

**Tabelle 12: Übersicht Einsatz Insektizide gegen Kartoffelkäfer.**

|                                       | Anteil der behandelten Fläche (ha) | % der behandelten Fläche |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Nur Novodor FC                        | 23,02                              | 98%                      |
| Nur Neem Azal T/S                     | 0,50                               | 2%                       |
| Novodor FC und Neem Azal T/S          | 0                                  | 0%                       |
| 1 Anwendung (Insektizide insgesamt)   | 17,82                              | 76%                      |
| 2 Anwendungen (Insektizide insgesamt) | 5,70                               | 24%                      |
| 3 Anwendungen (Insektizide insgesamt) | 0                                  | 0%                       |

**Tabelle 13: Einsatz Neem Azal T/S im Öko-Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2024.**

|                                      |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|
| Mittlere Aufwandmenge, je Anwendung  | 0,03  | kg/ha |
| Mittlere Anzahl Anwendungen          | 1,00  |       |
| Durchschnittliche Gesamtaufwandmenge | 0,025 | kg/ha |

**Tabelle 14: Einsatz Novodor FC im Öko-Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2024.**

|                                      |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|
| Mittlere Aufwandmenge, je Anwendung  | 0,15  | kg/ha |
| Mittlere Anzahl Anwendungen          | 1,38  |       |
| Durchschnittliche Gesamtaufwandmenge | 0,187 | kg/ha |

Die detaillierten Angaben zum Wirkstoffeinsatz sind in den Tabellen 13 und 14 zusammengefasst:

Die Daten zeigen, dass Novodor FC aufgrund seiner hohen Selektivität und Wirksamkeit gegen den Kartoffelkäfer auf der Mehrheit der Flächen eingesetzt wurde, während Neem Azal T/S nur auf sehr kleinen Flächen zur Anwendung kam.

Mit Blick auf den Klimawandel und die zunehmenden warmen, trockenen Sommerperioden wird erwartet, dass der Kartoffelkäfer künftig eine noch größere Bedeutung für die Pflanzengesundheit haben wird. Daraus folgt, dass der gezielte und sachgerechte Einsatz von Insektiziden, ggf. in Kombination mit Notfallzulassungen, sowie vorbeugende Maßnahmen wie Anbaupausen, Fruchtfolgestandorte und frühzeitige Beobachtung des Befalls weiterhin an Bedeutung gewinnen werden.

## **Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems**

Der Kartoffelanbau stellt für viele Biobetriebe ein bedeutendes Standbein dar. Neben der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) ist vor allem der Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) ein entscheidender Schadorganismus mit hohem Befallspotenzial. Mit dem Auslaufen der Zulassung des *Bacillus-thuringiensis*-Präparats Novodor stehen dem ökologischen Kartoffelanbau derzeit nur noch zwei alternative Wirkstoffe zur Verfügung: Pflanzenschutzmittel mit Azadirachtin und mit Spinosad. Letztere sind im ökologischen Kartoffelanbau jedoch durch die Richtlinien der Anbauverbände nicht zulässig, wodurch die Optionen für wirksamen chemischen Pflanzenschutz stark eingeschränkt sind. Novodor wurde in den vergangenen Jahren in Deutschland nur über eine Notfallzulassung bereitgestellt. Perspektivisch ist daher die Wiedergenehmigung von *Bacillus-thuringiensis*-Präparaten sowie die Neuzulassung entsprechender Produkte von entscheidender Bedeutung für die Stabilität und Wirtschaftlichkeit des Bio-Kartoffelanbaus.

Neben dem Einsatz chemisch-biologischer Mittel werden zunehmend physikalische Methoden zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers erprobt. Hierbei liegt der Fokus auf der gezielten Entfernung von Larven von den Pflanzen, um den Befallsdruck zu senken und den Pflanzenschutzmitteleinsatz zu minimieren. In der Vergangenheit wurden hierfür bereits mechanische Sauger eingesetzt, die Larven von den Blättern absaugen. Aktuell gibt es neu entwickelte Maschinen, die mithilfe rotierender, elastischer Kunststoffblätter die Kartoffelkäferlarven effektiv von den Pflanzen fegen. Die Praxistauglichkeit dieser Ansätze muss jedoch noch weiter überprüft werden, insbesondere hinsichtlich Effizienz, Flächenleistung, Schädlingsreduktion und wirtschaftlicher Umsetzbarkeit.

Diese Entwicklungen verdeutlichen das fortlaufende Bestreben im ökologischen Kartoffelanbau, Pflanzenschutzmittel so weit wie möglich zu reduzieren, indem sowohl biotechnische als auch mechanische Strategien miteinander kombiniert werden. Langfristig ist ein integrierter Ansatz aus resistenten Sorten, vorbeugender Fruchtfolgegestaltung, gezieltem Pflanzenschutz und mechanischer Regulierung entscheidend, um die Anbausicherheit und Ertragsstabilität nachhaltig zu gewährleisten.

# 3. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Ökologischen Anbau von Winterweizen

Weizen (*Triticum* spp.) ist in Deutschland, insbesondere in Baden-Württemberg, die wichtigste landwirtschaftlich genutzte Getreideart, sowohl für den konventionellen als auch für den ökologischen Landbau. Zur Gattung *Triticum* zählen neben Winter- und Sommerweichweizen auch Hartweizen, Dinkel, Emmer und Einkorn. Unter diesen Arten nimmt der Winterweichweizen die mit Abstand größte Bedeutung für den Anbau in Deutschland ein. Weizen wird vielseitig verwendet: Nach der Vermahlung dient er als Speiseweizen für Backmehle, Hartweizen wird überwiegend für Nudeln genutzt, daneben findet Weizen Anwendung in der Tierfütterung, im Brauwesen sowie in der Alkoholherstellung. Die unterschiedlichen Verwendungszwecke stellen spezifische Anforderungen an die Qualität der Körner. Für Speiseweizen sind insbesondere Rohproteingehalt, Feuchtklebergehalt, Fallzahl, Volumenausbeute im Rapid-Mix-Test, Sedimentationswert und weitere technologische Parameter relevant. Diese Eigenschaften werden durch genetische Sorteneigenschaften, agronomische Entscheidungen, Standortfaktoren und jahresspezifische Einflüsse bestimmt. Für die Vermarktung sind nach Einhaltung der Höchstfeuchte vor allem Rohproteingehalt und Fallzahl entscheidend.

## 3.1. Krankheiten und Schädlinge

Die Resistenz und Toleranz von Weizen gegenüber Krankheiten ist stark genetisch geprägt, während acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen die Ausbreitung von Krankheitserregern und deren Schadwirkung entscheidend beeinflussen. Relevante Pilzerkrankungen im Weizenbau sind insbesondere Roste, insbesondere Gelbrost (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), Septoria *tritici*-Blattflecken, Drechsler-

*triticirepentis* (DTR), Mehltau, Steinbrand, Halmbruch sowie Fusarium. Resistenzgene innerhalb der Sorten können Befall einschränken oder verhindern. Daneben spielen agronomische Maßnahmen eine zentrale Rolle: Die Wahl von Sorten mit hoher Widerstandskraft, eine angepasste, reduzierte Stickstoffdüngung, die Nutzung antiphytopathogener Effekte von Stallmist und Kompost, angepasste Saatzeiten, die gezielte Bodenbearbeitung und eine abgestimmte, erweiterte Fruchtfolge tragen maßgeblich dazu bei, Weizen im ökologischen Landbau ohne den Einsatz chemisch-synthetischer Fungizide anzubauen. Für die Bekämpfung von Steinbrand kommen in seltenen Fällen Beizungen mit Bakterienpräparaten oder Mitteln auf Senfmehlbasis zum Einsatz.

## 3.2. Sorten und Züchtung

Die Wahl der Weizensorte richtet sich primär nach der späteren Verwendungsrichtung. E-Sorten (Eliteweizen) und einige A-Sorten eignen sich für Backweizen, zeichnen sich jedoch durch geringere Erträge aus. B- und C-Sorten werden überwiegend als Futtergetreide angebaut und liefern höhere Erträge, unterscheiden sich aber insbesondere im Feuchtklebergehalt und in der Fallzahl, die für Backfähigkeit und Teigvolumen entscheidend sind. Neben der Verwertungsrichtung sind im ökologischen Landbau vor allem Pflanzengesundheit, Resilienz gegenüber Schaderregern und ein ausgeprägtes Beikrautunterdrückungsvermögen wichtig. Sorten sollten eine schnelle Bodendeckung, Frohwüchsigkeit und ausreichende Pflanzenlänge aufweisen. Ältere Sorten sind häufig anfälliger, da Pathogene Resistzenzen überwinden können, weshalb die kontinuierliche Züchtung neuer, resistenter Sorten unerlässlich ist.

Da die Anforderungen an Sorten für den öko-

logischen Landbau häufig von denen der konventionellen Landwirtschaft abweichen, werden zunehmend spezifische Ökosorten gezüchtet, die besonders widerstandsfähig gegenüber Krankheiten und Schaderregern sind. Historisch spielten kleinere Ökozüchter wie die Getreidezüchtung Peter Kunz (Sorten: Wiwa, Prim) oder der Dottenfelder Hof (Sorten: Grannosos, Thomaro) eine zentrale Rolle. Mittlerweile bieten auch größere Züchter wie Secobra, DSV oder KWS Sorten für den ökologischen Landbau an. Diese Sorten besitzen teils Eigenschaften, die für den ökologischen Anbau vorteilhaft sind, stammen jedoch nicht immer aus explizit ökologischer Züchtung.

Insgesamt zeigt sich, dass ein erfolgreicher ökologischer Weizenanbau auf einem integrierten Ansatz basiert: Gesunde, resistente Sorten, an den Standort und die Verarbeitung angepasste Qualitätsparameter, vorbeugende acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen sowie eine langfristig angelegte, abwechslungsreiche Fruchtfolge. Nur durch die Kombination dieser Strategien lassen sich stabile Erträge, hochwertige Körner und gesunde Bestände ohne organisch-chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel erreichen.

Tabelle 15 gibt einen Überblick über die im Anbaujahr 2024 in der Erhebung verwendeten Winterweizensorten, ihre Anbaufläche und die Anzahl der Schläge.

**Tabelle 15: Häufigkeit und Flächenanteil der Weizensorten.**

| Weizensorte                             | In der Erhebung betrachtete Anbaufläche (ha) | Anzahl Schläge |
|---|--|----------------|
| Argument [B]                            | 5,84   | 4              |
| Aristaro [E], Graziaro [B], Philaro [E] | 6,54   | 4              |
| Aristaro [E]                            | 7,47   | 10             |
| Asory [A]                               | 7,16   | 4              |
| Granosos [E]                            | 5,21   | 3              |
| Liocharls [E]                           | 9,27   | 12             |
| Pizza [E]                               | 14,50  | 1              |
| Thomaro [E]                             | 0,74   | 1              |
| Dekan [B]                               | 0,40   | 1              |
| Wendelin [E]                            | 8,50   | 1              |

Die am häufigsten angebauten Winterweizensorten in der Erhebung 2024 waren Liocharls [E] mit 9,27 ha auf 12 Schlägen, gefolgt von Aristaro [E] mit 7,47 ha auf 10 Schlägen. Weitere bedeutende Sorten waren Pizza [E] mit 14,50 ha auf einem Schlag und Wendelin [E] mit 8,50 ha auf einem Schlag. Kleinere Anbauflächen entfielen auf Sorten wie Thomaro [E] (0,74 ha), Dekan [B] (0,40 ha) sowie Granosos [E] (5,21 ha auf 3 Schlägen). Mischungen aus Aristaro [E], Graziaro [B] und Philaro [E] wurden auf 6,54 ha verteilt auf 4 Schläge angebaut. Argument [B] war auf 5,84 ha in der Erhebung vertreten und auf 4 Schlägen verteilt, während Asory [A] auf 7,16 ha auf 4 Schlägen kultiviert wurde.

Insgesamt wurden auf 65,63 ha 11 verschiedene Sorten angebaut. Dabei überwogen mit einem Flächenanteil von etwa 44,5 % die E-Sorten, die primär als Backweizen genutzt werden. Der Anbau dieser Sorten erfolgte auf rund 52,25 ha der untersuchten Flächen. Entscheidende Kriterien für die Wahl dieser Sorten waren vor allem die konstante Korn- und Backqualität, die positive Bilanz in Bezug auf Pflanzengesundheit, gute Erfahrungswerte der Betriebe sowie ein hoher Strohertrag. Die Futterweizensorten [A/B] wurden entsprechend ihres Verwertungsziels überwiegend aufgrund ihres Ertragspotenzials und des Eiweißgehaltes gewählt.

### 3.3. Fruchtfolge

Für die Produktion von qualitativ hochwertigem Winterweizen, insbesondere für Backweizen mit hohen Feuchtklebergehalten, spielen neben Sortenwahl und Standortbedingungen vor allem die Nährstoffversorgung und die Fruchtfolgegestaltung eine zentrale Rolle. Die Stickstoffversorgung stellt im ökologischen Landbau eine besondere Herausforderung dar, da chemisch-synthetische Düngemittel nicht verwendet werden dürfen. Entsprechend häufig werden Leguminosen in den erfassten Fruchtfolgen integriert, da diese über die Knöllchenbakterien biologisch fixierten Stickstoff aus der Atmosphäre im Boden verfügbar machen und damit den nachfolgenden Kulturen zugutekommen (siehe Tabelle 16).

## Fruchtfolge

---

**Tabelle 16: Vorkommen einzelner Kulturen in der Fruchtfolge 2018 – 2022 vor Weizen 2023**

| Kultur                          | Anzahl in Fruchtfolgen (2019 - 2023) | Anzahl in Vorfrucht (2023) |
|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Dinkel                          | 30                                   | 4                          |
| Kleegras                        | 30                                   | 8                          |
| Luzernegras                     | 26                                   | 2                          |
| Silomais                        | 14                                   | 9                          |
| Körnermais                      | 12                                   | 1                          |
| Wintergerste                    | 11                                   | -                          |
| Hafer                           | 10                                   | -                          |
| Weizen                          | 9                                    | -                          |
| Ackerbohne                      | 9                                    | 5                          |
| Triticale                       | 8                                    | -                          |
| Kartoffel                       | 7                                    | 1                          |
| Soja                            | 6                                    | 2                          |
| Roggen                          | 5                                    | -                          |
| Linsen + Leindotter             | 5                                    | 5                          |
| Winterweizen                    | 4                                    | -                          |
| Mais                            | 3                                    | -                          |
| Sonnenblume                     | 3                                    | -                          |
| Linsen-Hafer-Leindotter Gemenge | 2                                    | -                          |
| Wintergerste u. Winterroggen    | 2                                    | -                          |
| Stilllegung                     | 1                                    | -                          |
| Klee                            | 1                                    | 1                          |
| Emmer                           | 1                                    | -                          |
| Luzerne                         | 1                                    | -                          |
| Linsen                          | 1                                    | 1                          |
| Zuckerrübe                      | 1                                    | 1                          |
| Öllein                          | 1                                    | -                          |
| Ackerbohne-Erbse-Hafer Gemenge  | 1                                    | -                          |
| Sommergerste                    | 1                                    | -                          |

In den ökologischen Fruchtfolgen der Erhebung dominieren Luzernegras und Kleegras, die in der Regel an erster Stelle der Rotation stehen. Ihre intensive Durchwurzelung verbessert die Bodenstruktur, erhöht die Humusbildung und fördert die Bodengesundheit. Zudem erhöhen sie die Stickstoffvorräte im Boden, wodurch stark stickstoffzehrende Kulturen wie Winterweizen optimale Wachstumsbedingungen erhalten. Auf etwa 53 % der Anbauflächen dienten Leguminosen als direkte Vorfrucht für Weizen, was sowohl zur Verbesserung der Ertragsstabilität als auch zur Sicherstellung der Backqualität beiträgt.

Weizen ist selbst nicht selbstverträglich, weshalb in der Praxis Anbaupausen von zwei bis drei Jahren zwischen den Weizenkulturen eingehalten werden müssen. In der Erhebung wurde diese Praxis überwiegend umgesetzt (siehe Tabelle 17). Längere Pausen von vier bis fünf Jahren werden genutzt, um die Gefahr von Fruchtfolgekrankheiten, insbesondere Schwarzbeinigkeit und ähnliche pilzbedingte Erkrankungen, zu reduzieren. Diese Krankheiten können durch aufeinanderfolgende Weizen-, Dinkel-, Wintergerste- oder Roggenanbauzyklen begünstigt werden. Als Nachfrucht von Weizen eignen sich daher vor allem Sommerungen wie Hafer, Sonnenblumen oder andere Zwischenfrüchte, die die Bodenstruktur erhalten und Krankheitsdruck abbauen.

**Tabelle 17:**  
**Anbaupause Winterweizen zu Weizen/Dinkel.**

| Jahre Anbaupause | Anzahl von Schlägen (von 41) | Anteil der Gesamtfläche (%) | Fläche (ha) |
|------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|
| 1                | 0                            | 0%                          | 0,00        |
| 2                | 8                            | 10%                         | 6,38        |
| 3                | 2                            | 3%                          | 1,81        |
| 4                | 3                            | 8%                          | 5,05        |
| 5                |                              | 22%                         | 14,50       |
| >5               | 27                           | 58%                         | 37,89       |

Zwischenfrüchte wurden in der Erhebung nur auf 6 Schlägen bzw. 7,88 ha von insgesamt 65,63 ha Gesamtfläche angebaut. Der Anbau von Zwischenfrüchten vor Winterweizen ist insbesondere aus

zeitlichen Gründen begrenzt: Winterweizen wird meist im Oktober oder November gesät, und für eine erfolgreiche Zwischenfruchtentwicklung ist eine Vegetationszeit von mehr als acht Wochen erforderlich. In vielen Fällen steht Winterweizen zudem direkt nach Kleegras, sodass der Stickstoffeintrag und die Bodenbedeckung durch die Leguminosen ausreichend sind und ein zusätzlicher Zwischenfruchtanbau nicht erforderlich ist. Die verbleibende Zeit vor der Weizenaussaat wird stattdessen für den Umbruch und die Einarbeitung des Klee- oder Luzernegrases genutzt.

Die Analyse der Fruchfolge zeigt, dass die bewusste Integration von Leguminosen, die Einhaltung von Anbaupausen und die gezielte Auswahl nachfolgender Kulturen zentrale Werkzeuge im ökologischen Winterweizenbau sind. Sie tragen dazu bei, Nährstoffverluste zu minimieren, die Bodengesundheit zu fördern und gleichzeitig die Qualität des Weizens, insbesondere für Backzwecke, nachhaltig zu sichern.

### 3.4. Düngung

Die zentralen Nährstoffe für den Winterweizen sind Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K). Stickstoff ist essenziell für die Photosynthese, die Proteinsynthese sowie die Bildung von Enzymen und strukturellen Pflanzenteilen. Phosphor spielt eine Schlüsselrolle im pflanzlichen Stoffwechsel, dient als Energieträger (ATP) und ist für Zellteilung, Wurzelentwicklung und Blütenbildung von entscheidender Bedeutung. Kalium unterstützt den Wasserhaushalt, die Synthese von Kohlenhydraten, die Stresstoleranz gegenüber Trockenheit und Frost sowie die Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern.

Wie bereits in Kapitel 3.3 zur Fruchfolge erläutert, beeinflusst die Stickstoffnachlieferung aus der Vorfrucht maßgeblich den Nährstoffstatus des Weizens. Vor allem Leguminosen wie Kleegras oder Luzerne tragen zur biologischen Stickstoffversorgung bei, die den Einsatz externer Düngemittel reduziert. Ergänzend können organische Dünger eingesetzt werden, um den verbleibenden Nährstoffbedarf zu decken. Dabei spielt der Düngeter-

min eine wichtige Rolle: Ein frühzeitiger Termin im Frühjahr fördert die Biomasseproduktion und den Ertrag, während spätere Applikationen insbesondere die Backqualität durch die gezielte Erhöhung des Rohproteinangehalts positiv beeinflussen können.

Pro erzeugter Dezitonnen Frischmasse nimmt Winterweizen durchschnittlich etwa 2,2 kg Stickstoff, 1 kg Phosphat ( $P_2O_5$ ) und 1,7 kg Kaliumoxid ( $K_2O$ ) auf.

Im Anbaujahr 2024 wurden auf 45,52 ha, das entspricht etwa 69 % der insgesamt erfassten Winterweizenfläche, organische Dünger ausgebracht. Die durchschnittliche Stickstoffaufgabe auf den gedüngten Flächen betrug 45 kg N/ha, was im Vergleich zu 2023 (90,45 kg N/ha) eine deutliche Reduktion darstellt.

Als Dünger wurden ausschließlich organische Wirtschaftsdünger wie Rind- und Pferdemist, Gülle, Biogas-Gärreste, Grüngutkompost sowie organische Handelsdünger (z. B. Hühneretrockenkot) verwendet. Durch die Kombination aus Vorfruchtdickstoff und organischer Düngung konnte der Nährstoffbedarf des Weizens vollständig gedeckt werden, wobei die Düngestrategie im ökologischen Landbau stets darauf abzielt, eine Überversorgung zu vermeiden, die Nitratverluste und ökologische Belastungen verursachen könnte.

### 3.5. Mechanische Beikrautregulierung

ökologischen Weizenanbau spielt die mechanische Beikrautregulierung eine zentrale Rolle, da chemisch-synthetische Herbizide nicht eingesetzt werden dürfen. Bei der Bodenbearbeitung wurde im Anbaujahr 2024 auf 25 % der betrachteten Weizenflächen (2023: 40,61 %) pfluglos gearbeitet. Gleichzeitig bleibt die Grundbodenbearbeitung ein entscheidendes Instrument, um Beikraut zu regulieren, die Bodendurchlüftung zu verbessern und die Mobilisierung von Nährlementen durch Förderung der Mineralisation zu unterstützen. Auf 72 % der Flächen reichten ein bis zwei Überfahrten zur

## Mechanische Beikrautregulierung

Grundbodenbearbeitung aus, um die gewünschte Beikrautregulierung zu erreichen (vgl. Tabelle 18 und Abbildung 10).

**Tabelle 18: Bodenbearbeitung in Winterweizen.**

| Gerät   | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 41) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|---------|--|--|------------------------------|
| Pflug   | 75%  | 28   | 28                           |
| Grubber | 67%  | 26   | 35                           |
| Egge    | 69%  | 27   | 27                           |
| Fräse   | 0%   | 0  | 0                            |

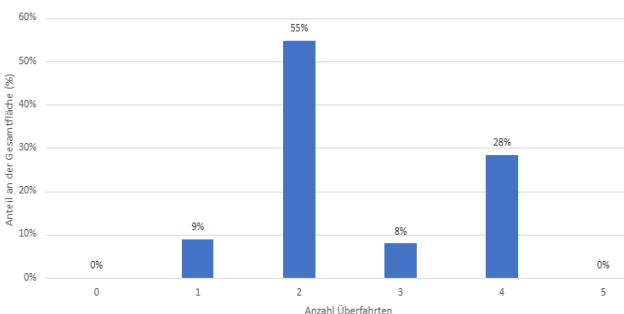


Abbildung 10: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche.

Generell ist im ökologischen Ackerbau nicht das Ziel, einen vollständig beikrautfreien Bestand zu erreichen. Maßgeblich ist vielmehr die Reduktion der Ackerbegleitvegetation auf ein nicht ertragsrelevantes Niveau, unter Berücksichtigung der nachfolgenden Kulturen und der mittelfristigen Fruchtfolgeplanung. Durch den gezielten Wechsel zwischen Sommer- und Winterungen, Halm- und Blattfrüchten sowie Ackerfutterbau, in Kombination mit Bodenbearbeitung und mechanischer Beikrautkontrolle, kann die Massenvermehrung einzelner Beikrautarten weitgehend vermieden werden.

Ein gewisser Bestand an Begleitflora, wie beispielsweise Acker-Stiefmütterchen, Taubnessel und Vogelmiere, ist ökologisch sinnvoll, da er die Biodiversität innerhalb der Pflanzengesellschaft erhöht und nützliche Insekten unterstützt.



Bild 8: oben: Acker-Stiefmütterchen (links), Stängelumfassende Taubnessel und Vogelmiere (mitte), Klettenlabkraut (rechts); unten: Ackerfuchsschwanz (links), Stumpfblättriger Ampfer (mitte), Acker-Kratzdistel (rechts). (© Philip Köhler)

Einige Beikräuter, wie Klettenlabkraut oder Ackerfuchsschwanz, verfügen über ein hohes Nährstoffaufnahmevermögen und können bei starkem Auftreten die Konkurrenzfähigkeit des Weizens hinsichtlich Licht, Wasser und Nährstoffen erheblich beeinträchtigen. Neben den Grundlagen durch Fruchtfolge und Bodenbearbeitung können Samenunkräuter durch Maßnahmen wie falsches Saatbett, Blindstriegeln und das Kämmen der Pflanzen in späteren Vegetationsstadien mit dem Striegel effektiv reguliert werden. Wurzelunkräuter wie Ampfer und Acker-Kratzdistel stellen größere Herausforderungen dar, da mechanische Mittel in der Weizenkultur nur eingeschränkt wirksam sind. Hacken kann Teilerfolge erzielen, weshalb Fruchtfolge und Bodenbearbeitung von entscheidender Bedeutung sind und im ökologischen System oft stärker ausgeprägt werden als in konventionellen Systemen.

Die Sortenwahl beeinflusst die Beikrautkontrolle entscheidend. Höher wachsende Sorten mit plangräffiger (waagerechter) Blattstellung und schneller Jugendentwicklung beschatten den Boden frühzeitig.



Bild 9: Erektophile (aufrechte) (links) und mäßig planophile (mitte) Blattstellung zweier Weizensorten sowie sehr planophile Blattstellung einer Dinkelsorte (rechts). (© Philip Köhler)

tig, unterdrücken konkurrierende Begleitpflanzen und realisieren einen erheblichen Teil des Ertrags über die Bestandsdichte. Sorten mit guter Standfestigkeit und Halmgesundheit, moderater Düngung und höheren Pflanzenlängen können Beikraut effektiv reduzieren, ohne dass Wachstumsregler erforderlich sind.

Im ökologischen Weizenanbau kann durch die Kombination aus angepasster Sortenwahl, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und mechanischer Beikrautkontrolle vollständig auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel verzichtet werden. Diese Maßnahmen können jedoch ertragsbezogene Einschränkungen im Vergleich zu konventionellen Systemen mit sich bringen. Die Ertragsdifferenz hängt stark von Standortbedingungen, Nährstoffverfügbarkeit und der Stellung in der Fruchtfolge ab. Zudem muss das Produktionsziel, insbesondere die gewünschte Qualitätsstufe des Erntegutes, berücksichtigt werden.

Ein Standortvorteil ergibt sich durch den Anbau in windoffener Lage, da die verbesserte Luftzirkulation die Trocknung der Bestände beschleunigt und das Risiko pilzlicher Infektionen reduziert. Zusätzlich kann die Reihenausrichtung in Windrichtung diesen Effekt verstärken. 2024 wurden 32 % der betrachteten Weizenflächen (21,04 ha) in windoffener Lage angebaut (2023: 29,54 %). Anders als 2023 wurden in dieser Erhebung keine Angaben zur Reihenausrichtung in Windrichtung gemacht, sodass dieser Aspekt aktuell keine Rolle spielte.

Im Zuge des Klimawandels sind im ökologischen Weizenanbau gezielte Anpassungen erforderlich, um Ertrag, Qualität und Pflanzengesundheit zu sichern. Längere Vegetationsperioden und mildere Winter verschieben die optimalen Zeitfenster

**Tabelle 19: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung in Winterweizen.**

| Gerät    | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 41) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|----------|--|--|------------------------------|
| Striegel | 79%  | 27   | 42                           |
| Hacke    | 23%  | 12   | 15                           |
| Walze    | 0%   | 0  | 0                            |

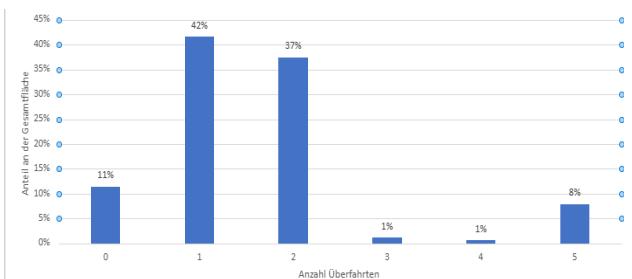


Abbildung 11: Anzahl der Überfahrten zur Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

für entscheidende Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Aussaat und mechanische Beikrautregulierung. In milderen Wintern zeigt Beikraut ein verlängertes Wachstum, wodurch die mechanische Kontrolle erschwert wird. Zudem profitieren Pflanzarten, die zuvor als nicht winterhart galten, von den veränderten Bedingungen, da sie nicht mehr vollständig abfrieren und sich dadurch unkontrolliert im Bestand etablieren können.

Parallel dazu verändern sich die relevanten Pflanzenpathogene. Krankheitserreger, die an höhere Temperaturen und Trockenheit angepasst sind, können sich verstärkt ausbreiten, während die Bedeutung von durch Insekten übertragenen Krankheiten, insbesondere Viruserkrankungen, zunimmt. Damit steigen die Anforderungen an die Züchtung und Sortenwahl: Sorten müssen sowohl eine verbesserte Trockenheitstoleranz als auch eine hohe Resistenz oder Toleranz gegenüber veränderten Krankheitsprofilen aufweisen.

Die Stickstoffversorgung stellt weiterhin eine zentrale Herausforderung dar, da sie im Ökolandbau stark von der Mineralisierung organischer

Dünger wie Stallmist, Kompost oder Grüngut abhängt. Bodentemperatur, Bodenfeuchtigkeit und die Verfügbarkeit von Nährstoffen beeinflussen die Umsetzung dieser organischen Materialien. Gleichzeitig verschlechtern sich die Wachstumsbedingungen für Leguminosen, die als Vorfrucht oder Gründüngung maßgeblich Stickstoff fixieren, wodurch die Gesamtstickstoffversorgung der Weizenpflanzen beeinträchtigt wird.

Vor diesem Hintergrund gewinnen früher abreiende Sorten zunehmend an Bedeutung. Durch

die vorgezogene Entwicklung können die Pflanzen ihre Hauptwachstumsphase vor Beginn der kritischen Trocken- und Hitzeperioden im Frühsommer abschließen. Dies reduziert Stressbelastungen, sichert die Proteinausbildung und minimiert qualitative Einbußen. Eine gezielte Kombination aus Sortenwahl, Fruchfolgeplanung, Bodenbearbeitung und Nährstoffmanagement ist somit zentral, um den ökologischen Weizenanbau unter sich verändernden klimatischen Bedingungen nachhaltig zu gestalten.

## **4. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Mais**

Mais ist im ökologischen Landbau häufig gut in Fruchfolgen integrierbar, da er seinen Hauptnährstoffbedarf in der Zeit deckt, in der die Mineralisation organischer Dünger und pflanzlicher Rückstände aufgrund der höheren Bodentemperaturen besonders effektiv ist. Als Hackfrucht trägt Mais zudem zur Lockerung des Bodens bei und kann so positive Effekte auf die Bodengesundheit und die nachfolgenden Kulturen haben. Die lange Vegetationsperiode im Sommer erlaubt eine kontinuierliche Bodenbedeckung, wodurch Niederschläge effizient genutzt werden können und die Erosionsanfälligkeit verringert wird.

Dennoch bestehen insbesondere zu Beginn der Vegetation erhebliche Risiken in Bezug auf Bodenerosion durch Wasser. Während der Jugendentwicklung liegen die Maisflächen oft unbedeckt, und die Reihenkultur erhöht die Gefahr von Abschwemmungen bei Starkregenereignissen. Um diesem Risiko entgegenzuwirken, sind verschiedene pflug- und bodenschonende Maßnahmen erforderlich. Dazu zählen die Verbesserung der Bodengefügestruktur zur Erhöhung der Infiltrationsrate, Mulchsaaten, die Anlage von Erosionsschutzstreifen sowie die Saat entlang der Hanglinien. Solche Maßnahmen reduzieren die Erosionsgefahr und verbessern gleichzeitig die

Wasserspeicherfähigkeit des Bodens, was gerade in Trockenphasen die Versorgung der jungen Pflanzen unterstützt.

Mais ist aufgrund seines hohen Energiegehalts sowohl in der Milchviehfütterung als Silomais als auch in der Monogastrierfütterung als Körnermais von großer Bedeutung. Auch als Grundfutterlieferant in Zeiten knapper Grünlanderträge ist er im ökologischen Landbau besonders wertvoll. In Baden-Württemberg wird daher in weiten Teilen ökologischer Maisanbau betrieben, teils sogar in höheren Lagen, wo die klimatischen Bedingungen für andere Kulturarten weniger günstig sind.

### **4.1. Krankheiten und Schädlinge**

Ein zunehmendes Problem im ökologischen Maisanbau stellen Schäden durch Rabenvögel, insbesondere Saat- und Rabenkrähen, dar. Diese Vögel treten häufig in Schwärmen auf und verursachen erhebliche Schäden, indem sie angekeimte Körner herauspicken oder bis zu fünf Zentimeter hohe Keimpflanzen ausreißen, um an das Saatkorn zu gelangen. Da im Ökolandbau keine systemischen

Beizmittel zur Verfügung stehen, ist der Schutz der Saatkörner stark eingeschränkt. In einigen Regionen, wie dem Rheintal, haben einzelne Landwirtinnen und Landwirte den Maisanbau bereits eingestellt, da die Schäden durch Krähen die Wirtschaftlichkeit der Kultur erheblich beeinträchtigen. Hohe Saatgutkosten und die Unsicherheit des Schädlingsdrucks verringern die Anbauintensität trotz optimaler Standortbedingungen.

Pflanzenbauliche Maßnahmen, wie eine tiefere Saatkornablage und ein beschleunigter Feldaufgang, können den Schaden nur begrenzt reduzieren. Auch der Einsatz zugelassener Pflanzenschutz- oder -stärkungsmittel ist unter hohen Krähenpopulationen weitgehend wirkungslos. Am wirksamsten erweisen sich derzeit mechanische und akustische Vergrämungsmaßnahmen, wie Knallgaskanonen oder Lautsprecher mit Greifvogelrufen, die jedoch vor allem in kleinräumigen Strukturen oder in der Nähe von Siedlungen nur eingeschränkt einsetzbar sind.



Bild 10: Lückiger Mais aufgrund von Krähenschäden.  
© Jonathan Kern)

Um den ökologischen Maisanbau nachhaltig zu sichern, sind weitere Forschung und Entwicklung erforderlich. Ziel ist es, effektive Strategien zur Regulierung von Krähenpopulationen zu entwickeln, die sowohl ökologisch vertretbar als auch

praktikabel für Betriebe in unterschiedlichen Regionen Baden-Württembergs sind. Dabei könnten neue Vergrämungs- oder Vergällungsmaßnahmen, alternative Saatmethoden oder innovative Fruchtfolgestrategien helfen, die Schäden durch Rabenvögel langfristig zu minimieren.

## 4.2. Sorten und Züchtung

Das sehr umfangreiche Sortenspektrum im ökologischen Maisanbau bevorzugt aufgrund späterer Saatzeitpunkte tendenziell frühreifende Sorten, welche vor allen Dingen eine zügige Jugendentwicklung aufweisen. Allerdings werden im Ökolandbau auch vereinzelt wieder Populationssorten und sogenanntes Heterogenes Material angebaut. Ziel dabei ist, eine höhere genetische Vielfalt zu erhalten und zudem auch Sorten zu verwenden, die für den Nachbau geeignet und zugelassen sind.

Im Jahr 2024 wurden bei den befragten Betrieben insgesamt 22,37 ha (2023: 17,04 ha) Mais angebaut. Die folgende Tabelle verdeutlicht, welche Sorten wie häufig und auf welcher Fläche gesät wurden:

**Tabelle 20: Häufigkeit und Flächenanteil der Maissorten.**

| Sorte   | Anbaufläche (ha) | Anzahl Schläge |
|---------|------------------|----------------|
| Ashley  | 11,75            | 3              |
| Clooney | 3,20             | 1              |
| Amello  | 3,37             | 2              |
| Crosbey | 2,58             | 3              |
| Evolino | 1,48             | 1              |

Hierbei sticht die Sorte Ashley heraus, die auf mehreren Parzellen und insgesamt auf der größten Fläche angebaut wurde. Sie wurde von drei verschiedenen Betrieben aufgrund ihrer schnellen Jugendentwicklung gewählt. Entsprechend den Herausforderungen bei der Pflanzenentwicklung (siehe 4.5) war die schnelle Jugendentwicklung allerdings für fast alle gewählten Sorten das Hauptargument. Darüber hinaus wurden die Reife bzw. Ertragsstabilität von den Befragten als Entscheidungskriterien genannt.

## 4.3. Fruchfolge

Um den hohen Nährstoffbedarf des Maises zu decken und auch den Beikrautdruck unter Kontrolle zu halten, ist die richtige Fruchfolgegestaltung von besonderer Bedeutung. Der Leguminosenanteil in der Fruchfolgeübersicht (siehe Tabelle 21) ist mit 43,33 % entsprechend hoch. Auch wurde nur auf drei Schlägen Mais in den vorherigen fünf Jahren auf derselben Fläche angebaut und hier jeweils mit mindestens 3 Jahren Anbaupause, um den Ansprüchen dieser Kultur genügen zu können.

Auffällig ist, dass als direkte Vorfrucht zum Mais relativ häufig andere Getreidearten standen. Um aber trotzdem die Nährstoffversorgung des Maises sicherzustellen und gleichzeitig den Beikrautdruck zu reduzieren, wurden auf vielen Schlägen (60,4%, 2013: 48,12 %) vor dem Mais Zwischenfrüchte in Form von leguminosenreichen Mischungen angebaut. Auf den Maisanbauflächen der betrachteten Betriebe ohne expliziten Zwischenfruchtanbau standen mit Luzernegras bzw. Kleegras aber ohnehin Leguminosen als Vorfrucht vor der Maiskultur.

**Tabelle 21: Fruchfolge im Mais 2024.**

| Kultur                   | Anzahl in Fruchfolgen (2019 - 2023) | Anzahl in Vorfrucht (2022) |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Luzernegras              | 8                                   | 1                          |
| Kleegras                 | 7                                   | 3                          |
| Winterweizen             | 6                                   | 3                          |
| Dinkel                   | 6                                   | -                          |
| Kartoffel                | 5                                   | -                          |
| Wintergerste             | 4                                   | 3                          |
| Hafer                    | 3                                   | -                          |
| Luzerne                  | 2                                   | -                          |
| Silomais                 | 2                                   | -                          |
| Lupine                   | 2                                   | -                          |
| Sommerhafer              | 1                                   | -                          |
| Ackerbohne               | 1                                   | -                          |
| Körnermais               | 1                                   | -                          |
| Triticale                | 1                                   | -                          |
| Ackerbohne-Hafer Gemenge | 1                                   | -                          |

**Tabelle 22: Anbaupause im Mais.**

| Jahre Anbau-pause | Anzahl von Schlägen (von 10) | Anteil der Gesamtfläche (%) | Fläche (ha) |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|
| 1                 | 0                            | 0%                          | 0           |
| 2                 | 0                            | 0%                          | 0           |
| 3                 | 3                            | 43%                         | 9,64        |
| 4                 | 0                            | 0%                          | 0           |
| 5                 | 3                            | 31%                         | 6,95        |
| >5                | 4                            | 26%                         | 5,78        |

## 4.4. Düngung

Mais zeigt eine hohe Effizienz bei der Aufnahme und Nutzung von Nährstoffen aus organischen Düngerquellen, wie Festmist, Gülle oder Gärresten aus Biogasanlagen. Diese Effizienz ermöglicht es der Pflanze, auch größere Mengen an Stickstoff, Phosphor und Kalium aus organischen Düngern effektiv in Biomasse und Körnerertrag umzusetzen. Gleichzeitig erfordert der Einsatz organischer Dünger eine präzise Planung, um Stickstoffverluste durch Ammoniakverluste, Denitrifikation oder Auswaschung zu minimieren. Dazu gehört insbesondere die zeitnahe Einarbeitung unmittelbar nach der Ausbringung, um den Nährstoffverlust zu reduzieren und die Verfügbarkeit für die Maispflanze zu optimieren.

Festmist sollte, wenn möglich, bereits vor der Zwischenfrucht ausgebracht werden, um eine gleichmäßige Mineralisation bis zum Maisanbau zu gewährleisten. Die Nährstoffversorgung kann zudem gezielt an den Bedarf der Kultur gekoppelt werden: Gülle- oder Gärrestgaben während der Vegetation, idealerweise bei einer Pflanzenhöhe von 40–70 cm, decken den Zeitraum des höchsten Stickstoffbedarfs optimal ab. Organische Handelsdünger wie Haar- oder Hornmehlpellets liefern ebenfalls relevante Mengen an Stickstoff und Spurelementen, sind jedoch häufig aus betriebswirtschaftlicher Sicht nur eingeschränkt praktikabel.

Im Anbaujahr 2024 setzten alle erhobenen Betriebe ausschließlich auf organische Dünger. Verwendet wurden Rindermist, Rindergülle, Schweinegülle und -mist sowie Hähnchenmist. Die ausgebrachten

Dünger wurden größtenteils zeitnah eingearbeitet, um Verluste zu minimieren und die Nährstoffverfügbarkeit zu verbessern. Auf den 22,37 ha gedüngten Flächen (2023: 17,04 ha) wurden durchschnittlich 76 kg N/ha aus organischen Quellen appliziert (2023: 74,25 kg N/ha). Diese Düngungspraxis gewährleistet, dass der Mais sowohl während der Jugendentwicklung als auch in der Phase der höchsten Nährstoffaufnahme ausreichend versorgt wird, und trägt so zu stabilen Erträgen und einer effizienten Nutzung organischer Ressourcen bei.

## 4.5. Mechanische Beikrautregulierung

Neben den erwähnten Anforderungen, welche die Maispflanze an ein möglichst intaktes Bodengefüge und an eine ausreichende Nährelementversorgung stellt, ist die Beikrautregulierung in der Jugendentwicklung die größte Herausforderung. Äußerst wichtig ist daher, dass die Maispflanze eine möglichst zügige Jugendentwicklung durchläuft, ohne dabei von Begleitflora in zu großem Maße beeinträchtigt zu werden. Dies wird einerseits durch den Anbau geeigneter Sorten erreicht, vor allem aber auch mit einem etwas späteren Saatzeitpunkt. Wie Abbildung 12 darstellt, ist die Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung und der damit verbundenen Beikrautregulierung etwas höher als bspw. im Weizen. 82% der in der Erhebung betrachteten Maisanbauflächen wurden mit max. drei Überfahrten zur Grundbodenbearbeitung bearbeitet. Nahezu alle Schläge wurden mit Pflug und Egge bearbeitet, der Grubber kam auf 32% der Fläche zum Einsatz und die Fräse fand keine Anwendung.

Eine Aussaat in warmen Boden in Verbindung mit einem möglichen Striegelgang im Vorauflauf, dem sogenannten Blindstriegeln führt zu einem schnellen Feldaufgang und bietet dadurch die besten Voraussetzungen für die folgende Beikrautregulierung.

Die mechanische Beikrautregulierung findet dann mit Striegel und Reihenhackmaschine statt. In der Regel wird der Mais einmal ab 10 cm Wuchshöhe

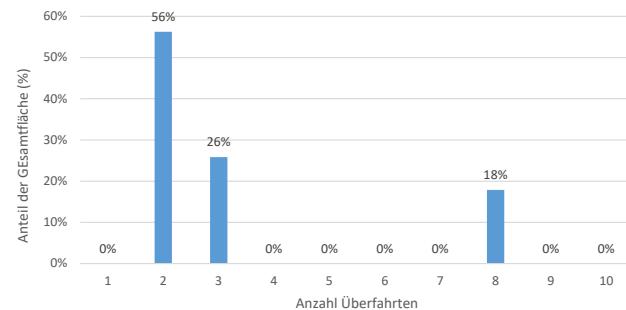


Abbildung 12: Anzahl Überfahrten zur Bodenbearbeitung prozentual über die Gesamtfläche.

Tabelle 23: Bodenbearbeitung im Mais 2024.

| Gerät   | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 10) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|---------|--|--|------------------------------|
| Pflug   | 86%  | 9  | 10                           |
| Grubber | 32%  | 2  | 3                            |
| Egge    | 100%   | 10   | 17                           |
| Fräse   | 0%   | 0  | 0                            |

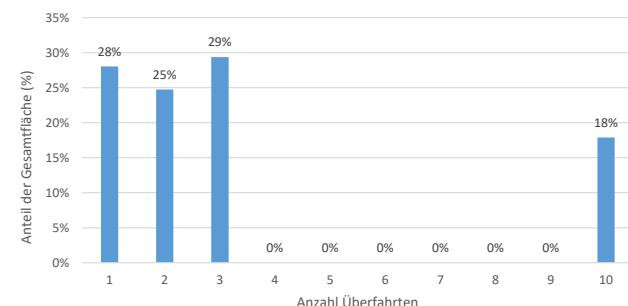


Abbildung 13: Anzahl der Überfahrten zur mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche im Mais.

Tabelle 24: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung in Mais.

| Gerät          | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 10) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|----------------|--|--|------------------------------|
| Striegel       | 47%  | 4  | 10                           |
| Hacke          | 100%   | 10   | 18                           |
| Walzen/Mulchen | 18%  | 1  | 2                            |

vorsichtig gestriegelt und dann abhängig vom Beikrautbesatz und der Bestandesentwicklung ein bis zweimal durchgehackt. Moderne Hackmaschinen

setzten dabei häufig zusätzlich zu den normalen Hackscharen noch auf Werkzeuge wie die Fingerhacke oder Häufelkörper, welche die Beikräuter auch innerhalb der Maisreihen regulieren können.

Abbildung 13 zeigt genau diese Tendenz hinsichtlich der (zwei bis drei) Überfahrten zur Beikrautregulierung auf 82% (2023: 81,58%, 2022: 83,76%) der Fläche. Wie Tabelle 24 entnommen werden kann, kam die Hacke dabei deutlich öfter und auf der gesamten Fläche (100%, 2023: 88,26%, 2022: 94,52 %) zum Einsatz. Der Striegel hingegen wurde weniger häufig genutzt und auf 47,2% (2023: 36,03%, 2022: 63,67 %) der Fläche verwendet.

## **4.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln**

Im ökologischen Körnermaisanbau der untersuchten Betriebe wurde im Jahr 2024 auf den Einsatz von Pflanzenschutzmittel vollständig verzichtet, analog zum Vorgehen im ökologischen Weizen und bei den Körnerleguminosen. Grundlage dieser pessizidfreien Anbaupraxis sind acker- und pflanzen-

bauliche Maßnahmen, die die Pflanzenressourcen, Bodengesundheit und die natürliche Konkurrenz zwischen Kultur- und Unkrautpflanzen gezielt nutzen. Dazu zählen unter anderem die gezielte Fruchtfolgegestaltung, die Nutzung organischer Düngung in angemessener Dosierung sowie die Auswahl robuster, widerstandsfähiger Sorten.

Auch der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*), ein potenziell bedeutender Schädling im Maisanbau, spielte auf den betrachteten Flächen keine entscheidende Rolle. Die Betriebe sahen keinen Bedarf, biologische Bekämpfungsmaßnahmen wie den Einsatz von Trichogramma-Schlupfwespen durchzuführen. Die Kombination aus resistenten bzw. gesundheitsstabilen Sorten, angemessener Fruchtfolge sowie einer optimalen Kulturführung hat offenbar ausgereicht, um den Befall auf ein ökologisch tolerierbares Niveau zu begrenzen. Diese Vorgehensweise zeigt, dass im ökologischen Maisanbau durch vorbeugende Maßnahmen und eine ganzheitliche Kulturführung der Pflanzenschutzmittelbedarf deutlich reduziert werden kann, ohne dass dabei die Ertragsstabilität oder die Kulturgesundheit gefährdet wird.

# **5. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Wintergerste**

Wintergerste war in der Vergangenheit auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben vergleichsweise selten in den Fruchtfolgen vertreten und spielte daher eine untergeordnete Rolle. Mit der steigenden Nachfrage nach ökologisch erzeugtem Schweinefleisch gewinnt der Anbau von Öko-wintergerste als Futtermittel jedoch zunehmend an Bedeutung. Gleichzeitig bietet Wintergerste eine Reihe von agronomischen Vorteilen, die insbesondere im ökologischen Landbau relevant sind.

Aufgrund der vergleichsweise frühen Ernte können Stoppeln gründlich bearbeitet und Wurzelunkräuter gezielt reguliert werden. Außerdem ermöglicht die frühzeitige Ernte eine zeitigere Aussaat von Kleegras oder Zwischenfrüchten, wodurch sich die Vegetationsperiode optimal nutzen lässt. Auf betrieblicher Ebene kann die frühere Saat und Ernte zudem helfen, Arbeitsspitzen zu entzerren und die Ressourcen im Betrieb besser zu verteilen.

Im ökologischen Landbau wird Wintergerste überwiegend als Futtergetreide angebaut und in der Regel im eigenen Betrieb genutzt. Marktfruchtbetriebe vermarkten die Ernte häufig über Erzeugergenossenschaften an Futtermittelhersteller. Wintergerste weist im Vergleich zu anderen Getreidearten ein moderates Ertragspotenzial auf, stellt dafür jedoch geringere Ansprüche an Standortbedingungen und Nährelementversorgung. Das Wurzelsystem reagiert empfindlich auf Bodenverdichtungen und stauende Nässe, weshalb gut durchlüftete, tiefgründige Böden mit ausreichender Humusschicht und mittlerer bis hoher Wasserspeicherkapazität besonders geeignet sind. Lehmige Sandböden bis zu humosen, kalkreichen Lehmböden bieten meist optimale Wachstumsbedingungen.

## 5.1. Krankheiten und Schädlinge

Wintergerste ist prinzipiell anfällig für eine Vielzahl phytopathogener Pilze und Schaderreger. Zu den wirtschaftlich relevanten Pilzerkrankungen zählen Roste (Gelbrost, Zvergrost), Mehltau, Halmbruch, Fusarium, Rhynchosporium-Blattflecken, Ramularia-Sprenkelkrankheit sowie der Gerstenflugbrand. Da Wintergerste im ökologischen Landbau in der Regel auf einem niedrigen Stickstoffniveau angebaut wird, ist der generelle Infektionsdruck tendenziell moderat. Unter bestimmten Witterungsbedingungen können jedoch spezifische Erkrankungen auftreten: Netzflecken treten bevorzugt bei feucht-warmen Bedingungen auf, Rhynchosporium-Blattflecken unter feucht-kühler Witterung, während Mehltau bei Trockenstress auftreten kann.

Um eine gesunde Bestandsentwicklung sicherzustellen, ist die Wahl blattgesunder und krankheitsresistenter Sorten entscheidend. Zusätzlich sollte ausschließlich qualitativ hochwertiges, keimfähiges und frei von Krankheitserregern Saatgut eingesetzt werden. Kombiniert mit ackerbaulichen Maßnahmen wie Fruchtfolgegestaltung, angepasster Düngung und mechanischer Unkrautkontrolle lassen sich so Infektionsdruck und Krankheitsrisiko im ökologischen Anbau signifikant reduzieren.

## 5.2. Sorten und Züchtung

Bei der Sortenwahl sind vor allem blattgesunde Sorten zu bevorzugen. Es ist auf eine hohe Toleranz gegenüber den Pilzkrankheiten Netzflecken, Zvergrost und Ramularia zu achten. Durch die Verwendung von zertifiziertem Saatgut kann das Befallsrisiko bzgl. samenbürtiger Krankheiten wie Gerstenflugbrand oder die Streifenkrankheit deutlich reduziert bzw. vermieden werden. Von Bedeutung für die Sortenwahl ist auch eine ausgeprägte Standfestigkeit der Sorte und eine geringe Neigung zu Halm- und Ährenknicken. Darüber hinaus ist das Vemögen der Sorte Beikräuter unterdrücken zu können ein weiterer wichtiger Parameter bei der Sortenwahl. Die Winterfestigkeit ist eine weitere wichtige Eigenschaft für Sorten der Wintergerste. Und nicht zuletzt ist auch das Vorhandensein einer Resistenz gegen das Gelbmosaikvirus (GMV) von Bedeutung. Bzgl. der Züchterungsarbeit bei Gerste werden in einigen Bundesländern auch Versuche auf Öko-Betrieben durchgeführt.

## 5.3. Fruchtfolge

Die Aussaat von Wintergerste sollte idealerweise bis spätestens Ende September erfolgen, um ausreichend Winterhärte aufzubauen. Dies setzt voraus, dass Vorfrüchte frühzeitig geräumt werden. Eine zu frühe Bestellung kann jedoch zu erhöhtem Beikrautdruck vor dem Winter führen, was eine gezielte mechanische Beikrautregulierung erforderlich macht.

Für eine stabile Kornqualität ist neben Sortenwahl und Standort vor allem die kontinuierliche Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff über den gesamten Vegetationsverlauf entscheidend. Im ökologischen Landbau stellt dies eine besondere Herausforderung dar, da ausschließlich organische Nährstoffquellen genutzt werden. Leguminosen als Vorfrucht oder Bestandteil der Fruchtfolge sind daher zentral, da sie durch Stickstofffixierung die Nährstoffversorgung verbessern und die Bodenfruchtbarkeit erhöhen.

Aus der Erhebung der Jahre 2019–2023 zeigt sich, dass Wintergerste typischerweise in vielfältigen

Fruchtfolgen integriert wird (siehe Tabelle 25). Häufige Vorfrüchte sind stickstoffliefernde Leguminosen wie Ackerbohnen (9 Schläge 2023) oder Lupinen (4 Schläge 2023), aber auch Luzernegras (1 Schlag 2023) und Rotklee (nicht als Vorfrucht 2023) werden genutzt, um den Stickstoffnachschub zu sichern. Weitere Bestandteile der Fruchtfolgen sind Getreidearten wie Winterweizen (2 Schläge 2023), Dinkel, Wintertriticale und Sommergerste sowie Silomais und Körnermais. Kulturarten wie Zuckerrüben, Soja oder Biodiversitätsgemenge tragen zusätzlich zur Bodenfruchtbarkeit, Humusanreicherung und Förderung der Biodiversität bei.

Die strategische Integration von Leguminosen und stickstoffzehrenden Kulturen in die Fruchtfolge ist somit ein zentrales Element, um Wintergerste im Ökolandbau stabil, ertragreich und qualitativ hochwertig anzubauen, ohne auf chemische Stickstoffdünger zurückgreifen zu müssen.

**Tabelle 25: Vorkommen einzelner Kulturen in der Fruchtfolge 2019 – 2023 vor Wintergerste 2024.**

| Kultur                               | Anzahl in Fruchtfolgen (2019 - 2023) | Anzahl in Vorfrucht (2023) |
|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Winterweizen                         | 21                                   | 2                          |
| Luzernegras                          | 16                                   | 1                          |
| Körnermais                           | 14                                   | -                          |
| Ackerbohne                           | 12                                   | 9                          |
| Wintergerste                         | 8                                    | -                          |
| Rotklee                              | 8                                    | -                          |
| Silomais                             | 7                                    | -                          |
| Kleegras                             | 7                                    | -                          |
| Sommergerste                         | 7                                    | -                          |
| Dinkel                               | 5                                    | -                          |
| Winterraps                           | 5                                    | 1                          |
| Lupine                               | 4                                    | 4                          |
| Triticale-Wintererbsen-Gemenge       | 4                                    | 4                          |
| Wintertriticale                      | 3                                    | -                          |
| Biodiversitätsgemenge (Blühmischung) | 2                                    | 1                          |
| Triticale                            | 2                                    | 1                          |
| Kartoffel                            | 1                                    | -                          |
| Soja                                 | 1                                    | 1                          |
| Ackerbohne-Erbse-Hafer Gemenge       | 1                                    | -                          |
| Zuckerrübe                           | 1                                    | 1                          |
| Linse                                | 1                                    | 1                          |

Da Wintergerste relativ frühzeitig bis spätestens Ende September gesät sein sollte, ist ein Zwischenfruchtanbau vor einer Wintergerstenkultur nur sehr schwierig umzusetzen. Einer der betrachteten Betriebe hatte auf 2 seiner Schläge trotzdem eine Zwischenfrucht angebaut. In der Gesamtbetrachtung macht dieser Zwischenfruchtanbau aber nur 5% (1,9 ha) von der insgesamt bei der Erhebung berücksichtigten Wintergerstenanbaufläche aus (insgesamt 37,13 ha). Verwendet wurden Untersäaten aus der Vorfrucht sowie bei einem der Schläge mit Zwischenfruchtanbau wurde eine Zwischenfrucht-Einsaat ohne Leguminosenanteil genutzt.

## 5.4. Düngung

Wintergerste zeigt eine vergleichsweise hohe Sensitivität gegenüber ungleichmäßiger Nährstoffversorgung, insbesondere im Hinblick auf Stickstoff (N). Eine kontinuierliche und gleichmäßige N-Versorgung über den gesamten Vegetationsverlauf ist entscheidend für die Ertragsbildung, die Bestandesdichte sowie die Kornqualität, insbesondere den Rohproteingehalt. Stickstoff wirkt als limitierender Faktor für Wachstum und Kornentwicklung, während andere Nährelemente wie Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Spurenelemente eine unterstützende Rolle für Stoffwechselprozesse, Enzymaktivität, Standfestigkeit und Trockenheitsresistenz übernehmen.

Die Stickstoffnachlieferung aus der Vorfrucht ist für Wintergerste von zentraler Bedeutung. Leguminosen wie Ackerbohne, Lupine oder Luzernegras liefern durch Stickstofffixierung signifikante Mengen an pflanzenverfügbaren N und verbessern gleichzeitig die Bodenfruchtbarkeit und Mikrobiologie. Auf viehhaltenden Ökobetrieben kann die N-Versorgung zusätzlich durch organische Wirtschaftsdünger wie Gülle oder Jauche erfolgen. Eine frühzeitige Versorgung im Frühjahr unterstützt die Ausbildung einer dichten Bestandesstruktur und fördert die Jugendentwicklung, wodurch Konkurrenzvorteile gegenüber Beikräutern entstehen.

Neben der Stickstoffversorgung über Vorfrüchte und Wirtschaftsdünger kann auch die Ausbringung weiterer organischer Dünger, z. B. Mist, Kompost

oder Biogas-Gärreste, den Gesamt-Nährstoffbedarf decken und gleichzeitig die Versorgung mit Phosphor, Kalium und Magnesium sicherstellen. Bei organischer Düngung sind Einbringung und Einarbeitung entscheidend, um Stickstoffverluste durch Ammoniakvolatilisation zu minimieren.

Für Wintergerste wird der N-Gesamtbedarf unter ökologischen Anbaubedingungen auf etwa 110 kg N/ha geschätzt. Im Anbaujahr 2024 wurde auf allen erfassten Wintergerstenflächen (37,13 ha) organischer Dünger ausgebracht, um eine ausreichende Stickstoffversorgung sicherzustellen. Die Durchschnittsgabe lag bei 64 kg N/ha, was im Vergleich zum Vorjahr (2023: 91,24 kg N/ha) einen moderate ren Einsatz darstellt und den ökologischen Grundsätzen entspricht. Gedüngt wurde hauptsächlich mit Rindermist, Schweinemist sowie Rinder- und Schweinegülle, wobei die Einarbeitung unmittelbar nach der Ausbringung erfolgte, um Stickstoffverluste zu reduzieren und die Nährstoffverfügbarkeit für die Wintergerste zu maximieren.

Die strategische Kombination aus stickstofffixierenden Vorfrüchten und gezielter organischer Düngung ermöglicht es, Wintergerste im ökologischen Anbau stabil zu ernähren, gute Kornqualitäten zu erzielen und gleichzeitig den ökologischen Richtlinien gerecht zu werden.

## 5.5. Mechanische Beikrautregulierung

Wintergerste stellt im ökologischen Anbau vergleichsweise hohe Anforderungen an die Saatbettbereitung. Eine krumentiefe Lockerung des Bodens fördert die Jugendentwicklung der Kulturpflanzen, verbessert die Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit und begünstigt die Keimung von Wintergerste. Gleichzeitig reagiert die Kultur empfindlich auf zu feuchte Bodenbedingungen, insbesondere bei starker Verdichtung oder Nachbearbeitung, was zu Auflaufverlusten und verzögerter Jugendentwicklung führen kann.

Im Anbaujahr 2023 wurde auf 48 % der betrachteten Wintergerstenflächen pfluglos gearbeitet

(2022: 61,48 %). Die Grundbodenbearbeitung bleibt jedoch ein zentrales Element zur Beikrautregulierung und gleichzeitig zur Mobilisierung von Nährstoffen im Boden. Die Förderung der organischen Substanzmineralisierung durch Lockerung und Belüftung des Bodens unterstützt die Nährstoffversorgung während der gesamten Vegetationsperiode. Auf rund 70 % der Flächen reichten ein bis zwei Überfahrten mit Bodenbearbeitungsgeräten, was auf eine schonende und effiziente Bearbeitung hindeutet. Die Verteilung der eingesetzten Geräte ist in Tabelle 26 dargestellt, während Abbildung 14 die Anzahl der Überfahrten über die Gesamtfläche visualisiert.

**Tabelle 26: Bodenbearbeitung in Wintergerste 2023.**

| Gerät   | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 26) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|---------|--|--|------------------------------|
| Pflug   | 52%  | 15   | 15                           |
| Grubber | 78%  | 18   | 42                           |
| Egge    | 22%  | 8  | 8                            |
| Fräse   | 0%   | 0  | 0                            |

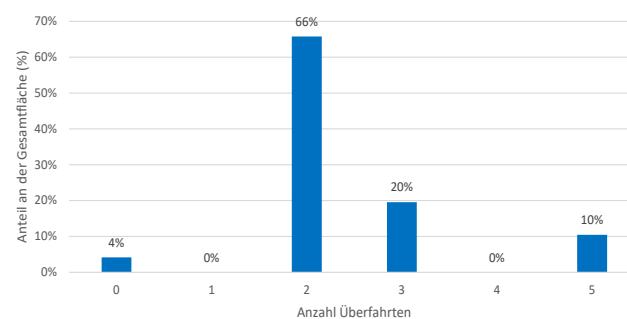


Abbildung 14: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Wintergerste 2023.

Die Konkurrenzkraft von Wintergerste gegenüber Beikräutern ist begrenzt, weshalb eine gezielte mechanische Beikrautregulierung im Frühjahr notwendig ist. Das Striegeln stellt dabei das zentrale Instrument dar, um den Beikrautbesatz frühzeitig einzudämmen. Besonders auf schüttenden oder leichten Böden kann Wintergerste selbst noch im Drei-Blatt-Stadium empfindlich auf Striegeleinsätze reagieren. Um unerwünschte Stickstofffreisetzung, Zwiewuchs oder mechanische Schäden

an der Kultur zu vermeiden, sollte intensives Hacken oder Striegeln vor dem Zwei-Knoten-Stadium abgeschlossen sein.

Im untersuchten Betriebsmittelset wurden alle Flächen mindestens einmal mit dem Striegel bearbeitet. Ein zweiter Striegeleinsatz erfolgte auf 84 % der Flächen (2023: 87,04 %). Hacken wurde nur auf 11 von 26 Schlägen, bzw. 37 % der Anbaufläche, eingesetzt, um robuste Unkrautarten gezielt zu reduzieren. Walze kam auf den betrachteten Flächen nicht zum Einsatz. Tabelle 27 gibt einen Überblick über die eingesetzten Geräte und deren Flächenanteile, während Abbildung 15 die Anzahl der Überfahrten zur mechanischen Beikrautregulierung visualisiert.

**Tabelle 27: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung in Wintergerste 2023**

| Gerät    | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 26) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|----------|--|--|------------------------------|
| Striegel | 84%  | 22   | 39                           |
| Hacke    | 37%  | 11   | 11                           |
| Walze    | 0%   | 0  | 0                            |

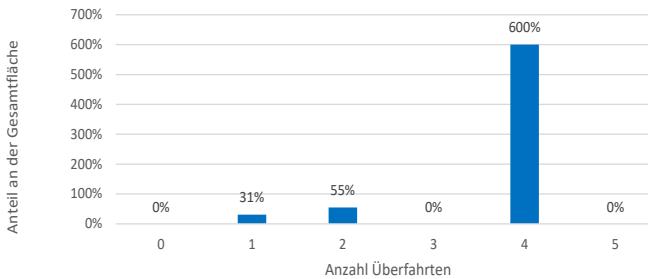


Abbildung 15: Anzahl der Überfahrten zur mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

Die mechanische Beikrautregulierung ist im ökologischen Wintergerstenanbau von zentraler Bedeutung, da chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel nicht eingesetzt werden dürfen. Eine gut geplante Kombination aus Bodenbearbeitung, Striegeln und gezieltem Hacken ermöglicht es, Beikrautpopulationen nachhaltig zu kontrollieren und gleichzeitig die Kultur zu schonen. Die Stra-

tegie sollte in Verbindung mit einer geeigneten Fruchtfolge, gesunden und konkurrenzstarken Sorten sowie einer optimalen Nährstoffversorgung umgesetzt werden, um hohe Erträge und qualitativ hochwertige Körner zu gewährleisten.

## Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems

Wintergerste zeichnet sich durch ihre frühe Ernte aus, was mehrere strategische Vorteile im ökologischen Anbau bietet. Die frühzeitige Ernte ermöglicht eine Entzerrung von Arbeitsspitzen im Betrieb und schafft die Voraussetzung für eine gründliche Stoppelbearbeitung noch im Herbst. Dies ist besonders vorteilhaft für die gezielte Regulierung von Wurzelunkräutern wie Ampferarten oder Disteln, deren Bekämpfung nach der Ernte effizienter erfolgen kann. Zudem eröffnet die frühzeitige Freistellung der Fläche die Möglichkeit, zeitnah Zwischenfrüchte auszusäen, die den Boden bedecken, die Biodiversität fördern und die Stickstoffversorgung der folgenden Kultur unterstützen.

Im Hinblick auf den Klimawandel gewinnt die Züchtung und Bereitstellung von Öko-Saatgut eine zentrale Bedeutung. Ziel ist die Entwicklung von Sorten, die eine breite Toleranz gegenüber biotischen Stressfaktoren wie Pilzkrankheiten (z. B. Netzflecken, Zwergrost, Ramularia), Virusinfektionen und Beikrautunterdrückung aufweisen. Gleichzeitig müssen die Sorten robust gegenüber abiotischen Stressfaktoren sein, darunter veränderte Temperatur- und Niederschlagsmuster, frühe Trockenperioden oder spätere Frostereignisse. Die Züchtung sollte daher die Resilienz der Pflanzen hinsichtlich Winterfestigkeit, Wurzelausbildung, Wasser- und Nährstoffaufnahme sowie Standfestigkeit stärken.

Darüber hinaus spielt die Verfügbarkeit von zertifiziertem Öko-Saatgut eine entscheidende Rolle, um samenbürtige Krankheiten wie Gerstenflugbrand oder Streifenkrankheit zu minimieren und die Pflanzengesundheit auf hohem Niveau zu halten. Durch die Integration von widerstandsfähigen Sor-

ten in eine angepasste Fruchfolge, kombiniert mit passender Bodenbearbeitung und Nährstoffversorgung, kann der ökologische Wintergerstenanbau langfristig stabilisiert und ertragssicher gestaltet

## **6. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Möhren**

Die Möhre (*Daucus carota* subsp. *sativus*) zählt in Baden-Württemberg zu den bedeutendsten Kulturen des Freilandgemüsebaus. Auch im ökologischen Landbau besitzt sie eine zentrale wirtschaftliche Rolle und gehört zu den am häufigsten vermarkteten Gemüsearten im Biosektor. Möhren werden sowohl in spezialisierten Gemüsebaubetrieben, insbesondere im Norden des Landes, als Wasch- oder Bundmöhren für den Lebensmitteleinzelhandel angebaut, als auch in vielseitigen Gartenbau- oder Landwirtschaftsbetrieben, in denen sie als Teil einer vielfältigen Fruchfolge für die Direktvermarktung kultiviert werden. Durch eine zeitlich gestaffelte Aussaat und geeignete Lagerverfahren kann Möhrenernte und -vermarktung nahezu über das gesamte Jahr erfolgen. Frühkulturen werden dabei in begünstigten Lagen bereits ab Februar oder März unter Doppelabdeckung oder Vlies angebaut, um eine frühe Marktversorgung zu ermöglichen. Neben dem Frischgemüsebereich spielt die Möhre auch in der Verarbeitung, beispielsweise für Babynahrung, Konserven oder Saft, eine wichtige Rolle.

### **6.1. Krankheiten und Schädlinge**

Wie in allen Bereichen des ökologischen Landbaus ist auch im Möhrenanbau die Gesunderhaltung der Pflanzen in erster Linie durch vorbeugende Maßnahmen zu sichern. Eine weite Fruchfolge ist

dabei die zentrale Grundlage. Empfohlen wird eine Anbaupause von mindestens vier Jahren, auch gegenüber anderen Doldenblüttern wie Sellerie oder Pastinake. Diese Maßnahme reduziert das Risiko von bodenbürtigen Schaderregern wie Nematoden sowie pilzlichen und bakteriellen Krankheitserregern. Darüber hinaus tragen eine ausgewogene Nährstoffversorgung, eine gute Bodenstruktur und eine standortgerechte Bewässerung wesentlich zur Pflanzengesundheit bei.

An Möhren treten verschiedene Blattkrankheiten auf, darunter insbesondere die Möhrenschwärze (*Alternaria dauci*), die Cercospora-Blattfleckenkrankheit (*Cercospora carotae*) und der Echte Mehltau (*Erysiphe heraclei*). Diese Krankheiten beeinträchtigen die Assimilationsleistung der Pflanzen und führen zu vorzeitigem Blattverlust. Bild 11 zeigt einen typischen Befall mit Echtem Mehltau an Möhren (© Martina Barbi).



Bild 11: Echter Mehltau in Möhren. (© Martina Barbi)

Besonders problematisch sind diese Krankheiten bei Bund- und Waschmöhren, die mit Klemmbanddörrn geerntet werden, da hierbei stabiles und gesundes Laub erforderlich ist. Neben der Wahl gesunder und widerstandsfähiger Sorten kann auch eine frühere Ernte dazu beitragen, den Krankheitsdruck zu umgehen. Eine direkte Bekämpfung ist im ökologischen Landbau nur eingeschränkt möglich: Gegen Echten Mehltau sind Schwefelpräparate zugelassen, während zur Bekämpfung der Möhrenschwärze Kupferpräparate eingesetzt werden dürfen. Deren Verwendung ist jedoch abhängig von den Richtlinien der jeweiligen Öko-Anbauverbände und daher nicht in allen Betrieben zulässig. In der Anbausaison 2024 verzichteten alle fünf untersuchten Betriebe auf ihren insgesamt 17,90 Hektar Möhrenfläche vollständig auf Pflanzenschutzmittel, was die hohe Relevanz präventiver Strategien unterstreicht.

Neben den Blattkrankheiten stellen verschiedene Wurzel- und Lagerfäulen eine Gefahr dar. Hierzu gehören Pilz- und Bakterienerreger wie *Rhizoctonia solani*, *Alternaria radicina*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Pectobacterium carotovorum* (bakterielle Weichfäule). Diese Krankheitserreger verursachen insbesondere während der Lagerung erhebliche Qualitätsverluste. Eine sorgfältige Ernte und Nacherntebehandlung ist daher essenziell. Rodungen sollten nur bei abgetrockneten Bodenverhältnissen erfolgen, um Verletzungen an den empfindlichen Wurzeln zu vermeiden. Ebenso sollten Fallhöhen bei der maschinellen Ernte gering gehalten werden. Nur gesundes und unbeschädigtes Erntegut sollte eingelagert werden. Eine gute Lagerhygiene, regelmäßige Reinigung der Lagerräume sowie eine Kontrolle von Temperatur und Luftfeuchte sind grundlegende Voraussetzungen, um Fäulnisbefall zu verhindern.

Auch tierische Schaderreger können im ökologischen Möhrenanbau beträchtliche Schäden verursachen. Zu den wichtigsten zählen zystenbildende und freilebende Nematoden sowie Drahtwürmer (*Agriotes*-Arten). Da im Ökolandbau keine direkten Bekämpfungsmittel zur Verfügung stehen, ist eine vorbeugende Regulierung über die Fruchtfolge und über nichtwirtliche Zwischenfrüchte wie Getreide oder Gräser von entscheidender Bedeutung. Gegen

Nematoden kann zudem der Anbau von Tagetes-Arten als Fallenpflanze wirksam sein.

Unter den tierischen Schadinsekten stellt die Möhrenfliege (*Psila rosae*) den bedeutendsten Schädling dar. Sie tritt ab Anfang Mai mit zwei Generationen pro Jahr auf. Ihre Larven verursachen Fraßgänge in den Wurzeln, die zu erheblichen Qualitätsminderungen führen. Zur Reduzierung des Befallsrisikos sollten möglichst windoffene Standorte gewählt werden, da die Möhrenfliege feuchte und geschützte Biotope bevorzugt. Im Jahr 2024 wurden 5,3 Prozent (0,94 ha) der untersuchten Möhrenflächen in windoffener Lage angelegt, während im Jahr 2023 lediglich 4,55 Prozent (0,81 ha) diesen Kriterien entsprachen. Auf den restlichen Flächen lagen keine eindeutigen Angaben zur Windoffenheit vor. Während 2023 auf 0,3 Hektar zusätzlich die Reihenorientierung in Windrichtung angelegt wurde, um den abwehrenden Effekt zu verstärken, spielte dieser Aspekt im Jahr 2024 keine Rolle. Neben der Standortwahl ist auch ein möglichst großer Abstand zu letztjährigen Möhrenflächen sinnvoll. In kleineren Anbausystemen können Kulturschutznetze mit einer Maschenweite von  $0,8 \times 0,8$  Millimetern eingesetzt werden, um den Zuflug der Möhrenfliege zu verhindern. Der Flugbeginn lässt sich mithilfe von Prognosemodellen abschätzen, wodurch Schutzmaßnahmen gezielter umgesetzt werden können.

Weitere mögliche Schädlinge im Möhrenanbau sind die Möhrenminierfliege (*Napomyza carotae*), der Möhrenblattfloh (*Trioza apicalis*) sowie verschiedene Blattlausarten, beispielsweise die Gierschblattlaus (*Cavariella aegopodii*), die als Virusüberträger eine besondere Bedeutung hat. Bei starkem Lausbefall kann der Einsatz im ökologischen Landbau zugelassener Präparate auf Basis von Neemöl oder Kaliseife sinnvoll sein. Ein Befall mit Wurzelläusen kann hingegen durch regelmäßige Beregnung in seiner Schadwirkung deutlich reduziert werden.

Zusammenfassend beruht die Gesunderhaltung der Möhrenkultur im ökologischen Anbau im Wesentlichen auf vorbeugenden Maßnahmen. Eine weite Fruchtfolge, eine sorgfältige Sortenwahl, standortgerechte Anbaubedingungen sowie eine

angepasste Bewässerung und Bodenpflege bilden die Grundlage für gesunde Bestände. Ergänzend tragen eine schonende Ernte, eine hygienische Lagerung und ein konsequentes Monitoring von Krankheiten und Schädlingen dazu bei, die Pflanzen auch ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel gesund zu erhalten. Damit zeigt sich, dass durch eine systematisch aufgebaute, präventive Kulturführung im ökologischen Möhrenanbau stabile Erträge und eine hohe Produktqualität erzielt werden können.

## 6.2. Sorten und Züchtung

Für den Möhrenanbau in Deutschland im Jahr 2024 stehen zahlreiche Sorten zur Verfügung, die sowohl F1-Hybriden als auch samenfeste Sorten umfassen. Die Wahl der Sorte richtet sich nach Vegetationsdauer, Verwendungszweck, Krankheitsresistenz, Jugendentwicklung, Durchfärbung und innerer Qualität. Frühe und mittelfrühe Sorten werden überwiegend für Bund- und Waschmöhren eingesetzt, während mittelspäte und späte Sorten bevorzugt als Lagermöhren genutzt werden.

### F1-Hybriden:

Die Mehrheit der eingesetzten Sorten sind F1-Hybriden, die sich durch hohe Einheitlichkeit, stabile Erträge und gute Resistenz gegenüber Pilz- und Bakterienkrankheiten auszeichnen. Dazu gehören:

- **Fiedra (F1-Hybride):** frühe Sorte (80–90 Tage), geeignet für Bund- und Waschmöhren, schnelle Jugendentwicklung und hohe Ertragsleistung.
- **Dolciva (F1-Hybride):** frühe Sorte (80–90 Tage), hohe Einheitlichkeit, schnelle Jugendentwicklung, gut für Bund- und Waschmöhren.
- **Robila (F1-Hybride):** mittelfrühe Sorte (110–120 Tage), hohe Ertragsleistung und gute Krankheitsresistenz.
- **Solveig (F1-Hybride):** mittelfrühe Sorte (110–120 Tage), hohe Einheitlichkeit, gute Lagerfähigkeit.

- **Milan (F1-Hybride):** mittelspäte Sorte (120–140 Tage), besonders geeignet für die Industrie.

- **Trennetaler (F1-Hybride):** mittelspäte Sorte (120–140 Tage), hohe Ertragsleistung, gute Lagerfähigkeit.

- **Filia (F1-Hybride):** mittelspäte Sorte (120–140 Tage), hohe Einheitlichkeit, stabile Erträge.

- **Soletta (F1-Hybride):** mittelspäte Sorte (120–140 Tage), hohe Ertragsleistung, gute Lagerfähigkeit.

### Samenfeste Sorten (nicht F1-Hybriden):

Neben den Hybriden werden auch samenfeste Sorten angebaut, die insbesondere im Ökolandbau eingesetzt werden und eine größere genetische Vielfalt bieten:

- **Jerada (samenfest):** frühe Sorte (80–90 Tage), besonders für Bund- und Waschmöhren geeignet.

- **Rodelika (samenfest):** mittelfrühe Sorte (110–120 Tage), hohe Ertragsleistung, gute Krankheitsresistenz.

- **Gelbe Gochsheimer (samenfest):** späte Sorte (140–190 Tage), besonders für Lagermöhren geeignet.

- **Eigene Sorte (samenfest):** individuell gezüchtet, an die Anforderungen des Betriebs angepasst.

Die Ökobetriebe wählen ihre Sorten je nach Standortbedingungen, gewünschter Jugendentwicklung, Krankheitsresistenz, Durchfärbung, Geschmack und Lagerfähigkeit. Die Mehrheit der eingesetzten Sorten sind F1-Hybriden, jedoch spielen samenfeste Sorten wie Rodelika und Dolciva eine wichtige Rolle. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von ökologischem Saatgut kann auch nicht-gebeiztes, konventionelles Saatgut verwendet werden, wenn die Sorte nicht als Öko-Saatgut verfügbar ist.

Als Besonderheit gibt es außerdem noch bunte Sorten, also gelbe, rote und lila Sorten, die als

Ergänzung auf dem Frischmarkt und als Farbstoffquelle für die Lebensmittelindustrie genutzt werden können.

Die betrachteten Betriebe setzten neun verschiedene Sorten ein:

**Tabelle 28: Möhrensorten 2024.**

| Sorte             | Anbaufläche (ha) | Anzahl Schläge |
|-------------------|------------------|----------------|
| Fiedra            | 5,95             | 6,0            |
| Dolciva           | 5,91             | 3,6            |
| Jerada            | 4,99             | 4,0            |
| eigene Sorte      | 0,32             | 0,6            |
| Robila            | 0,18             | 0,3            |
| Solveig           | 0,17             | 0,3            |
| Rodelika          | 0,15             | 1,0            |
| Milan             | 0,15             | 0,5            |
| Trennetaler       | 0,03             | 0,2            |
| Filia             | 0,03             | 0,2            |
| Soletta           | 0,03             | 0,2            |
| Gelbe Gochsheimer | 0,03             | 0,2            |

Die Auswahl der Sorten durch die Ökobetriebe orientiert sich fachlich an mehreren Kriterien: Neben der Vegetationsdauer und der geplanten Nutzung (Wasch- oder Lagermöhre) stehen Krankheitsresistenz, Jugendentwicklung, Einheitlichkeit, Lagerfähigkeit und Durchfärbung im Vordergrund. Die Kombination aus überwiegend F1-Hybriden für stabile Erträge und einigen samenfesten Sorten für genetische Vielfalt und Standortanpassung spiegelt eine gezielte Strategie wider, die sowohl wirtschaftliche Erträge sichert als auch die Anforderungen des ökologischen Anbaus berücksichtigt.

### 6.3. Fruchfolge

Die Möhre wird je nach Sortentyp unterschiedlich in die Fruchfolge integriert. Späte Sorten mit lan-

ger Kulturzeit werden in der Regel als Hauptfrucht angebaut, da sie eine lange Vegetationsperiode benötigen und die Fläche über einen längeren Zeitraum besetzen. Frühe oder kurzzeitig kultivierte Sorten, die vor allem für den Frischmarkt bestimmt sind, können flexibel als Vor- oder Nachkultur in Fruchfolgen eingesetzt werden und stehen somit im Wechsel zu anderen Kulturen.

Die Wahl geeigneter Vorfrüchte ist entscheidend für die Bodenqualität und den Möhrenaustrieb. Gute Vorfrüchte sind beispielsweise:

- Getreide (z. B. Winterweizen, Roggen, Hafer)
- Kartoffeln
- schnellwachsende Zwischenfrüchte wie Phacelia

Diese Kulturen hinterlassen wenige unzersetzte Ernterückstände und reduzieren das Risiko von Beinigkeit, das insbesondere bei Vorfrüchten aus der Familie der Doldenblütler (z. B. Pastinake, Petersilie) auftreten kann.

Als ungeeignete Vorfrüchte gelten:

- Andere Doldenblütler, die die gleiche Pathogen- und Schädlingsflora begünstigen
- Mais und Kohlarten, deren Ernterückstände langsam zersetzen und die Bodenstruktur negativ beeinflussen
- Kleearten und Luzerne, die zu hohe Nmin-Gehalte hinterlassen und so das Risiko von Nährstoffüberschuss und ungünstigen Wachstumsbedingungen erhöhen
- Kleegras, das zu Durchwuchs führen kann und Drahtwurmbefall begünstigt

Die Analyse der Fruchfolgen der Jahre 2019 bis 2023 zeigt eine große Vielfalt an Vor- und Zwischenfrüchten. Kulturen und deren Häufigkeit in den Fruchfolgen sowie als Vorfrucht sind in Tabelle 29 aufgezeigt:

**Tabelle 29: Fruchfolge in Möhren 2024.**

| Kultur                         | Anzahl in Fruchfolgen (2019 - 2023) | Anzahl in Vorfrucht (2023) |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Kleegras                       | 26                                  | 4                          |
| Kartoffel                      | 9                                   | 1                          |
| Kürbis                         | 9                                   | 1                          |
| Lauch                          | 7                                   | 4                          |
| Ackerbau                       | 6                                   | 1                          |
| Luzernegras                    | 4                                   | -                          |
| Dinkel                         | 4                                   | -                          |
| Schwarzer Rettich              | 3                                   | 2                          |
| Zwiebel                        | 3                                   | 2                          |
| Winterweizen                   | 2                                   | -                          |
| Roggen                         | 2                                   | -                          |
| Ackerbohne                     | 2                                   | -                          |
| Hafer                          | 2                                   | 1                          |
| Zwiebel                        | 1                                   | -                          |
| Weizen                         | 1                                   | -                          |
| Lupine                         | 1                                   | -                          |
| Linse-Hafer-Leindotter Gemenge | 1                                   | -                          |
| Chinakohl                      | 1                                   | -                          |
| Brache (Hühnermobil)           | 1                                   | -                          |
| Salat                          | 1                                   | 1                          |

Ein zentraler Aspekt der Fruchfolge im ökologischen Anbau ist die Zwischenfruchtwirtschaft. Auf 97 % der Möhrenfläche (2023: 97,14 %, 2022: 93,64 %) wurden Zwischenfrüchte angesät, wobei es sich überwiegend um Getreide-Leguminosenmischungen handelt. Diese Mischungen dienen der Bodenstrukturverbesserung, Erosionskontrolle, Nährstoffbindung und Förderung der Biodiversität. Durch den Einsatz von Leguminosen wird zusätzlich Stickstoff im Boden fixiert, was die Nährstoffversorgung für nachfolgende Kulturen verbessert.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Ökobetriebe die Fruchfolge strategisch nutzen, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, Schädlings- und Krankheitsdruck zu reduzieren und gleichzeitig die

Produktionserträge der Möhren zu stabilisieren. Besonders die Kombination aus geeigneten Vorfrüchten, Zwischenfrüchten und die Vermeidung von problematischen Vorfrüchten wie Kleegras, Luzerne oder Doldenblütlern ist entscheidend für eine nachhaltige Kulturführung.

## 6.4. Düngung

Möhren haben grundsätzlich einen geringen Stickstoffbedarf, der stark von Verwendungszweck, erwarteten Erträgen und Bodenbedingungen abhängt. Für die Berechnung des Bedarfs kann man von etwa 20 kg Stickstoff pro 100 dt Wurzelgemüseertrag ausgehen.

Unter bestimmten Bedingungen kann die Möhrenkultur gänzlich auf zusätzliche Düngung verzichten. Dies ist insbesondere dann möglich, wenn:

- eine lange Standzeit der Kultur realisiert werden kann,
- der Boden über eine hohe Stickstoffnachlieferung verfügt, z. B. durch vorhergehende Gründüngung, organische Bodenvorräte oder mineralische N-Reserven.

In solchen Fällen reicht die Mineralisation organischer Bodensubstanz aus, um den Stickstoffbedarf der Möhren zu decken.

Bei geringem Bodenvorrat oder unzureichender Stickstoffnachlieferung können organische Handelsdünger zum Einsatz kommen. Aufgrund der langsamen Jugendentwicklung der Möhren benötigen die Pflanzen Stickstoff und andere Nährelemente typischerweise erst ab der sechsten Entwicklungswoche. Eine frühzeitige Überversorgung mit Stickstoff führt hingegen zu mehreren unerwünschten Effekten:

- Übermäßiger Laubwuchs, der die Pflanze schwächt und die Ernte erschwert
- Verschlechterung der Geschmackseigenschaften der Wurzeln

- Reduzierte Lagerfähigkeit
- Zunahme von Wurzelplatzern, insbesondere bei frühen Kulturen

Diese Zusammenhänge erklären, warum in der betrachteten Erhebung kein Betrieb eine gezielte Düngungsmaßnahme auf den Möhrenanbauflächen durchführte. Stattdessen verlässt man sich auf die natürliche Stickstoffversorgung durch die Vorfrüchte, Gründüngung oder Bodenvorräte.

Für den ökologischen Anbau gilt darüber hinaus: Eine maßvolle Stickstoffversorgung ist entscheidend, um den ökologischen Anforderungen zu genügen und die Qualität der Wurzeln zu sichern. Die Düngestrategie sollte daher stets an Bodenanalyse, Fruchfolge und Nutzung der Möhren angepasst werden, um eine Überversorgung oder Unterversorgung zu vermeiden.

können. Dies wirkt sich positiv auf Ertrag und Qualität aus und erleichtert die Ernte. Im kleinflächigen Anbau wird dagegen häufig direkt im Beet gesät, da die Anschaffung und der Betrieb von Spezialgeräten wie Dammfräsen wirtschaftlich selten rentabel ist.

Für eine erfolgreiche Aussaat muss der Boden vorab tiefgründig bearbeitet werden. Die Bearbeitung erfolgt je nach Bodentyp und Aussaattermin im Frühjahr oder Herbst. Bei tonreichen Böden und frühen Saatterminen empfiehlt sich die Bearbeitung bereits im Herbst. In der Dammkultur werden die Dämme mit einer Dammfräse gezogen und müssen vor der Aussaat einige Wochen absetzen. Ohne Dämme wird das Saatbett mit Kreiseleggen oder Beetfräsen vorbereitet, um eine feinkrümelige Struktur zu gewährleisten. Im Jahr 2024 kamen Pflug, Grubber, Egge und Fräse in unterschiedlicher Intensität zum Einsatz, wobei insbesondere das Fräsen und Dammformen flächendeckend genutzt wurden siehe Tabelle 30 und Abbildung 16). Eine gründliche Saatbettvorbereitung ist die Grundlage für eine erfolgreiche Kultur.

## 6.5. Mechanische Beikrautregulierung

Möhren (*Daucus carota*) lassen sich auf unterschiedlichen Bodentypen anbauen, bevorzugen jedoch lockere, gut durchlässige und steinfreie sandige Lehmböden. Entscheidend für eine erfolgreiche Kultur sind eine stabile Bodenstruktur ohne Störschichten oder Kluten sowie das Vermeiden von Staunässe und Verschlämungen. Letztere behindern die Keimung, da die empfindlichen Keimlinge die gebildete Kruste nicht durchbrechen können. Steine im Boden führen zu deformierten Wurzeln, während ein hoher Sandanteil zu mechanischen Verletzungen der Wurzelhaut und einem Grauschleier nach der Wäsche führen kann. Zudem sollte der Beikrautdruck auf den Flächen möglichst gering sein, um den späteren Pflegeaufwand zu reduzieren und die Jugendentwicklung der Möhren zu fördern.

Insbesondere auf schweren Böden hat sich im großflächigen Anbau die Dammkultur etabliert. Bei dieser Methode werden die Möhren auf hochgelegten Dämmen gepflanzt, wodurch das Bodenprofil lockerer bleibt und die Wurzeln gerade wachsen

**Tabelle 30: Bodenbearbeitung in Möhren 2024.**

| Gerät       | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 17) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|-------------|--|--|------------------------------|
| Pflug       | 47%  | 10   | 10                           |
| Grubber     | 38%  | 8  | 13                           |
| Egge        | 1%   | 1  | 1                            |
| Fräse       | 97%  | 16   | 16                           |
| Damm formen | 100%   | 17   | 20                           |

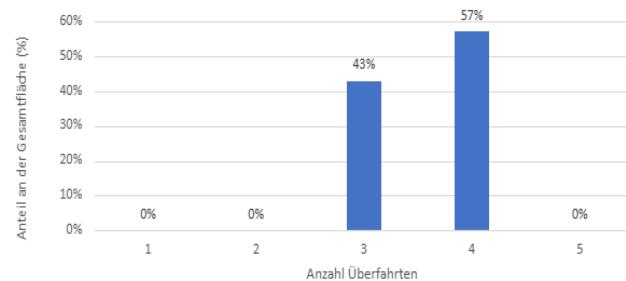


Abbildung 16: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Möhren 2024.

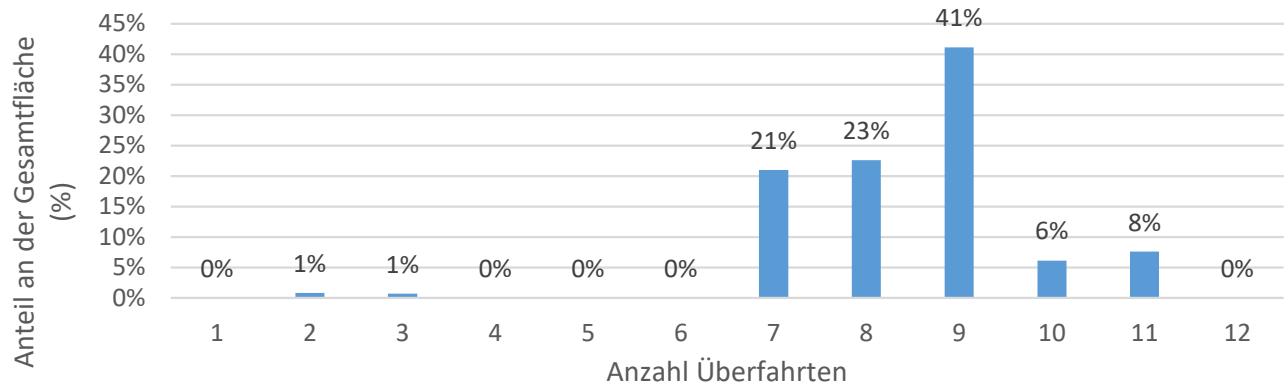


Abbildung 17: Anzahl der Überfahrten zur mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

Aufgrund der sehr langsamen Jugendentwicklung der Möhren ist die Beikrautregulierung von zentraler Bedeutung. Präventive Maßnahmen umfassen die Wahl geeigneter Flächen mit geringem Beikrautdruck sowie eine angepasste Fruchtfolge, die die Ausgangsbelastung reduziert. Ein falsches Saatbett kann die Keimung von Unkraut bereits vor der Möhrensaat anregen, sodass diese Unkräuter durch Abflammen oder mechanische Maßnahmen entfernt werden. Im Vorauflauf kann eine weitere Abflammbehandlung erfolgen. Sobald die Möhrenreihen sichtbar sind, kommt die erste Maschinenhacke mit Schutztunneln oder -scheiben zum Einsatz. Die Hackdurchgänge werden je nach Bedarf wiederholt, und ab einer Laubhöhe von etwa 10 cm kann zusätzlich Häufeln erfolgen. Im Dammanbau werden spezielle Hackschare für die Dammflanken und Parallelogramme für die Dammkronen eingesetzt. 2024 wurde die mechanische Beikrautregulierung intensiv durchgeführt, wobei Hacke, Häufeln und Abflammen die Hauptmaßnahmen

darstellten. Striegel kamen in geringem Umfang zur Anwendung, Abschlegeln spielte keine Rolle (vgl. Tabelle 31 sowie Abbildung 17).

Handjätarbeiten wurden 2024 in drei von fünf Betrieben durchgeführt, wobei ein Betrieb einen Arbeitsgang, zwei Betriebe drei Arbeitsgänge und ein Betrieb vier Arbeitsgänge aufwiesen (vgl. Abbildung 18). Die übrigen Betriebe setzten ausschließlich auf maschinelle Maßnahmen. Insgesamt zeigt sich, dass der Erfolg der Möhrenkultur stark von einer sorgfältigen Bodenbearbeitung, einer optimalen Saatbettvorbereitung und einer konsequenten Beikrautregulierung abhängt. Nur durch die Kombination dieser Maßnahmen lassen sich Ertrag, Qualität und Wirtschaftlichkeit langfristig sichern.

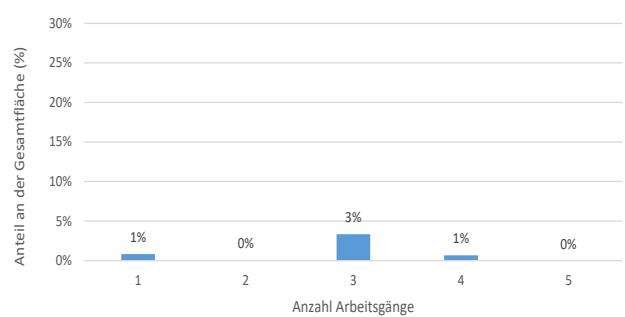


Abbildung 18: Anzahl der Handjätarbeitsgänge über die Gesamtfläche.

**Tabelle 31: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung in 2024.**

| Gerät       | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 17) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|-------------|--|--|------------------------------|
| Striegel    | 17%  | 2  | 5                            |
| Hacke       | 99%  | 16   | 59                           |
| Häufeln     | 86%  | 15   | 54                           |
| Abflammen   | 93%  | 15   | 17                           |
| Abschlegeln | 0%   | 0  | 0                            |

## **Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems**

Die Weiterentwicklung des ökologischen Möhrenanbaus erfordert sowohl züchterische als auch agrartechnische Maßnahmen, um Ertrag, Qualität und Resilienz gegenüber Umwelt- und Schaderregern zu steigern. Ein zentraler Ansatzpunkt ist die Züchtung ökologischer Sorten. Ziel ist es, die Verfügbarkeit von zertifiziertem ökologischem Saatgut zu erhöhen und neue Sorten mit spezifischen Eigenschaften zu entwickeln. Neben Geschmack und Ertrag sollte hierbei insbesondere die Toleranz gegenüber relevanten Pilzkrankheiten verbessert werden. Dazu zählen vor allem die Möhrenschwärze (*Alternaria dauci*) sowie der Echte Mehltau, die nicht nur die Blattgesundheit beeinträchtigen, sondern auch bei der maschinellen Ernte mit Klemmbandrodern zu Qualitätsverlusten führen können. Sorten mit schnellem Auflauf und zügiger Jugendentwicklung erleichtern zusätzlich das Beikrautmanagement, da sie die Konkurrenzfähigkeit der Möhren gegenüber Unkräutern erhöhen.

Angesichts der zunehmenden Häufigkeit von heißen und regenarmen Sommern gewinnt die gezielte Bewässerung als entscheidender Faktor für einen sicheren Anbau an Bedeutung. Ohne Zusatzbewässerung ist der Anbau in vielen Regionen riskant oder unter den aktuellen Klimabedingungen kaum realisierbar. Moderne Anbausysteme setzen zunehmend auf Tropfbewässerung, die eine präzise und wassersparende Wasserversorgung ermöglicht. Tropfschläuche können direkt im Damm oder im Beet verlegt werden, wodurch Wasserverluste durch Verdunstung minimiert und die Pflanzen kontinuierlich mit der benötigten Wassermenge versorgt werden. Diese Technik unterstützt insbesondere die Jugendentwicklung der Pflanzen in kritischen Wachstumsphasen und reduziert das Risiko von Ertragseinbußen.

Ein weiterer innovativer Ansatz ist die Mulchsaat von Möhren, bei der organische oder synthetische Mulchmaterialien auf dem Boden ausgebracht werden. Der Mulch schützt den Boden vor Verschlammung, vermindert die Verdunstung und stabilisiert



Bild 12: Im Damm verlegter Tropfschlauch bei Möhrenkultur.  
(© Dr. Wolfgang Patzwahl)

die Bodentemperatur. Gleichzeitig unterdrückt er das Beikrautwachstum, wodurch der Pflegeaufwand reduziert und die Bodenfruchtbarkeit langfristig gefördert wird. Kombinationen aus gezielter Sortenwahl, effizienter Bewässerung und Mulchtechniken bieten somit ein erhebliches Potenzial, die Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit des Möhrenanbaus zu steigern.

# 7. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Kohlgemüse

Obwohl Kohlarten im Gemüsebau Baden-Württembergs historisch eine bedeutende Rolle spielten, ist in den letzten Jahren ein deutlicher Rückgang der Anbauflächen zu verzeichnen. Dennoch zählt das Bundesland weiterhin zu den zentralen Anbaugebieten für biologisch erzeugtes Kohlgemüse. Ökologisch produzierter Weißkohl, Rotkohl und Wirsing werden dabei nicht nur als Frischware vermarktet, sondern zunehmend auch in verarbeiteter Form, beispielsweise als Sauerkraut, küchenfertiger Rotkohl in Essig oder tiefgefrorener Wirsing. Während der Absatz von Frischgemüse leicht rückläufig ist, steigt die Nachfrage nach verarbeiteten Produkten.

## 7.1. Krankheiten und Schädlinge

Beim ökologischen Anbau von Kohlgemüse ist eine kontinuierliche und präzise Beobachtung potenzieller Schaderreger von zentraler Bedeutung. Im Fokus stehen dabei sowohl tierische Schädlinge als auch mikrobiell bedingte Krankheiten. Zu den relevanten Insekten zählen die mehlige Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*), der Kohlgallenrüssler bzw. Kohl-Rüsselkäfer (*Ceutorhynchus spp.*), die kleine Kohlfliege (*Delia radicum*), der Kohlerdfloh (*Phyllotreta spp.*), die kleinen und großen Kohlweißlinge (*Pieris rapae* und *P. brassicae*), die Kohlmotte (*Plutella xylostella*), Thripse sowie der Japankäfer (*Popillia japonica*). Parallel dazu stellen pilzliche Erkrankungen und bakterielle Infektionen, wie Kohlschwärze (*Alternaria brassicae*), Grauschimmel (*Botrytis cinerea*), Phytophthora-Infektionen, Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) und Adernschwärze (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*), ein signifikantes Risiko dar.

Vorbeugende Maßnahmen haben im ökologischen Kohlgemüseanbau einen besonders hohen Stellenwert, da chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel nicht verwendet werden dürfen. Eine fachgerechte Bodenbearbeitung ist hierbei grundlegend. Durch das gezielte Auflockern bestehender Verdichtungen wird die Wurzelentwicklung gefördert, was eine optimale Aufnahme von Wasser und Nährstoffen sowie eine höhere Stressresistenz der Pflanzen ermöglicht.

Ein zentraler Bestandteil des vorbeugenden Pflanzenschutzes ist die Gestaltung einer weitgestellten, abwechslungsreichen Fruchtfolge mit einem hohen Anteil an Ackerkulturen. Eine zu enge Fruchtfolge bei Kohlgemüse begünstigt schnell Wachstums- und Ertragsdepressionen, selbst wenn keine offensichtlichen Krankheitserscheinungen auftreten. Ebenso wichtig ist die Auswahl geeigneter Sorten: Resistente oder zumindest tolerant gegenüber häufig auftretenden Schaderregern, tragen sie wesentlich zur Stabilität des Bestandes bei.

Die Regulierung tierischer Schaderreger erfolgt im ökologischen Anbau in erster Linie mechanisch. Vliese und Kulturschutznetze mit einer Maschenweite von 0,8 x 0,8 mm sind gängige Schutzmaßnahmen. Vliese reduzieren die Winddurchlässigkeit, was eine höhere Temperatur unter der Abdeckung zur Folge hat. Diese Temperaturerhöhung kann insbesondere in den Sommermonaten nachteilig auf das Pflanzenwachstum wirken; daher werden Vliese überwiegend in den kühleren Jahreszeiten, also im Frühjahr und Herbst, eingesetzt, während Kulturschutznetze ganzjährig genutzt werden können.

In der Anbausaison 2023 wurden fünf Betriebe betrachtet, die Kohlgemüse auf insgesamt 3,93 ha

in 11 Einzelschlägen kultivierten. 2024 reduzierte sich die bei der Datenerhebung berücksichtigten Anbaufläche auf 1,24 ha, aufgeteilt auf 6 Einzelschläge.

Auch in der Saison 2024 wurde wiederum auf allen betrachteten Flächen keinerlei Pflanzenschutzmittel eingesetzt.

Zur Prävention pilzlicher Erkrankungen ist die Anlage der Kulturen in windoffener Lage von Vorteil, da die Bestände nach Niederschlag, Tau oder Bewässerung schneller abtrocknen. Im Jahr 2024 wurden 82 % der biologisch bewirtschafteten Kohlgemüseflächen (1,02 ha) in windoffener Lage angebaut, während es 2023 nur 57,7 % (2,27 ha) waren. 2023 wurde zusätzlich bei etwa der Hälfte der windoffenen Flächen die Bepflanzung entlang der Windrichtung ausgerichtet, um den Abtrocknungseffekt zu verstärken. Diese Maßnahme wurde 2024 jedoch auf keiner der windoffenen angelegten Flächen umgesetzt.

## 7.2. Sorten und Züchtung

Für die Sortenwahl bei Kohlgemüse sind mehrere agronomische Eigenschaften von zentraler Bedeutung. Im Vordergrund steht die Feldgesundheit der Sorte, wobei Resistenzen gegenüber Pilzkrankheiten wie Fusarium- oder Verticillium-Welke sowie gegenüber Schadinsekten wie Thripsen besonders wichtig sind. Sorten mit stark ausgeprägtem Wurzelwachstum und schneller Jugendentwicklung sind von Vorteil, da sie das empfindliche Jugendstadium rasch überbrücken, in dem die Pflanzen besonders anfällig für Erdflöhe sind. Der Befall durch Weißlinge, Kohlmotten oder Kohleulen ist hingegen nur gering sortenabhängig, lässt sich jedoch durch mechanische Schutzmaßnahmen wie Vliese oder Kulturschutznetze effektiv regulieren. Größere Unterschiede zeigen sich bei der Anfälligkeit gegenüber Pilzkrankheiten, weshalb die Züchtung gezielt auf Resistenzen gegen die wichtigsten Pathogene ausgerichtet ist. Für die Aussaat 2024 in Deutschland stehen verschiedene zugelassene Kohlgemüsesorten zur Verfügung, die den gesetzlichen Anforderungen entsprechen und auf ihre Krankheitsresistenz sowie Pflanzengesundheit

geprüft sind. Im ökologischen Anbau ist der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel stark eingeschränkt; für bestimmte Kulturen gibt es jedoch Notfallzulassungen, beispielsweise für Mittel gegen pilzliche Erkrankungen, deren Anwendung in der Regel auf besondere Situationen beschränkt ist. Die gezielte Auswahl resisternter Sorten in Kombination mit mechanischen Schutzmaßnahmen ist daher entscheidend, um die Gesundheit der Pflanzen zu fördern, Ertragsausfälle zu minimieren und den Pflanzenschutz im ökologischen Anbau auf ein Minimum zu beschränken.

Im Jahr 2024 wurden von den bei dieser Datenerhebung berücksichtigten Öko-Betrieben unter anderem die Sorten Filderkraut, Dowinda, Rodynda, Smaragd, Granat, Marwei, Turner, Filderkraut Donator, Caraflex F1, Integro F1, Futurima F1 und Kalorama F1 Donator angebaut.

## 7.3. Fruchtfolge

Beim Anbau von Kohlgemüse kommt der Fruchtfolgegestaltung eine zentrale Bedeutung zu, da sie eine der wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen zur Minimierung von Schäden durch pilzliche und tierische Schaderreger darstellt. Besonders relevant ist hierbei die Vermeidung der Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*). Um dieser Krankheit vorzubeugen, muss zwischen aufeinanderfolgenden Kreuzblütlern eine Anbaupause von mindestens vier Jahren eingehalten werden.

Neben der zeitlichen Trennung ist bei der Fruchtfolgeplanung auch die Auswahl der Kulturen von Bedeutung: Kreuzblütlerarten wie Senf (*Sinapis alba*) oder Ölrettich (*Raphanus sativus*) dürfen nicht als Gründüngung in unmittelbarer Vorfruchtkultur eingesetzt werden, da sie als Wirte für ähnliche Pathogene dienen können. Besonders vorteilhaft für die Fruchtfolgegestaltung aller Kohlsorten ist der Anbau eines einjährigen Leguminosengemenges als Vorfrucht, da Leguminosen durch ihre stickstoffbindenden Eigenschaften die Bodenfruchtbarkeit verbessern und gleichzeitig die Pathogenbelastung für die nachfolgende Kohlkultur reduzieren. Kann eine solche Vorfrucht nicht

vorgesehen werden, empfiehlt sich der Anbau einer Zwischenkultur mit Leguminosen, um die Bodenstruktur und -gesundheit zu stabilisieren.

**Tabelle 32: Vorkommen einzelner Kulturen in der Fruchtfolge 2019 – 2023 vor Kohlgemüse 2024.**

| Kultur                         | Anzahl in Fruchtfolgen (2019 - 2023) | Anzahl in Vorfrucht 2023 |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Kleegras                       | 8                                    | 3                        |
| n.b.                           | 7                                    | -                        |
| Luzernegras                    | 4                                    | -                        |
| Getreide                       | 2                                    | -                        |
| Winterweizen                   | 2                                    | 2                        |
| Dinkel                         | 2                                    | -                        |
| Linse                          | 1                                    | 1                        |
| Linse-Hafer-Leindotter Gemenge | 1                                    | -                        |
| Ölrettich-Sandafer             | 1                                    | -                        |
| Kartoffel                      | 1                                    | -                        |
| Roggen                         | 1                                    | -                        |

Wie bereits erläutert, sollte zur Vermeidung von Schäden durch pilzliche und tierische Schaderreger eine Anbaupause von mindestens vier Jahren zwischen den Kohlanbauzyklen eingehalten werden. Im Jahr 2024 wurde diese Anforderung auf 100 % der betrachteten Kohlgemüseanbaufläche erfüllt (2023: 84,01 %).

**Tabelle 33: Anbaupause vor Kohlgemüse 2024.**

| Jahre Anbaupause | Anzahl von Schlägen (von 6) | Anteil der Gesamtfläche (%) | Fläche (ha) |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| 1                | 0                           | 0%                          | 0,00        |
| 2                | 0                           | 0%                          | 0,00        |
| 3                | 0                           | 0%                          | 0,00        |
| 4                | 0                           | 0%                          | 0,00        |
| 5                | 0                           | 0%                          | 0,00        |
| >5               | 6                           | 100%                        | 1,24        |

Im Vergleich zum Jahr 2023, in dem auf 100 % der Kohlgemüsefläche überwiegend Zwischenfrüchte in Form von Getreide-Leguminosenmischungen angebaut wurden, erfolgte im Jahr 2024 bei den

Öko-Betrieben der Datenerhebung im Bereich Kohlgemüsebau kein Zwischenfruchtanbau. Dies deutet darauf hin, dass die Betriebe 2024 auf eine direkte Kohlanbaufolge gesetzt haben, wobei die konsequente Einhaltung der mehrjährigen Anbaupause eine wesentliche Rolle zur Minimierung von Schaderregern und zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit spielte.

## 7.4. Düngung

Kohlgemüse zeichnet sich durch einen vergleichsweise hohen Bedarf an Nährstoffen, insbesondere an Stickstoff, Phosphor und Kalium, aus. Eine nachhaltige und ertragsorientierte Nährstoffversorgung lässt sich am besten durch eine gezielte Fruchtfolge mit Leguminosen realisieren. Im Jahr 2024 betrug der Anteil von Leguminosen in der Fruchtfolge 47 %, was einen erheblichen Beitrag zur natürlichen Stickstoffversorgung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit leistet. Besonders vorteilhaft ist der Anbau nach zweijährigem Kleegrasanbau, Winterwicke (*Vicia villosa*) oder anderen Leguminosen, da diese Pflanzen durch die Knöllchenbakterien (Rhizobien) atmosphärischen Stickstoff binden und den Boden mit organischer Substanz anreichern.

Auf Flächen ohne vorhergehenden Leguminosenanbau ist eine gezielte Düngung erforderlich, um die hohen Nährstoffansprüche von Kohlgemüse zu decken und Wachstums- sowie Qualitätsverluste zu vermeiden. In der ökologischen Praxis erfolgt die Nährstoffversorgung überwiegend über organische Düngemittel. Auf 100 % der untersuchten Kohlgemüseflächen im Jahr 2024 (2023: 94,49 %) beziehungsweise 1,24 ha (2023: 3,71 ha) wurde eine Düngung mit Wirtschaftsdünger, darunter überwiegend Rindermist, sowie Kompost und Schafwoll-Pellets durchgeführt.

Diese organischen Dünger tragen nicht nur zur Versorgung mit Stickstoff, Phosphor und Kalium bei, sondern verbessern auch die Bodenstruktur, fördern die mikrobielle Aktivität und erhöhen die Wasserspeicherkapazität des Bodens. Die durchschnittliche Stickstoffgabe auf den mit Wirtschaftsdünger und organischen Handelsdüngern

versorgten Flächen betrug 134 kg N/ha, was im Vergleich zum Vorjahr (2023: 246 kg N/ha) eine deutliche Reduktion darstellt.

## 7.5. Mechanische Beikrautregulierung

Nach der Grundbodenbearbeitung sollte bei Pflanzungen ab Mai zunächst ein erster Schub von Beikrautkeimlingen abgewartet werden. Dieser gezielte Warterhythmus ermöglicht es, den Beikrautschub gezielt bei der Vorbereitung der Pflanzbeete mit dem Beetstriegel zu behandeln. Durch das Striegeln wird den jungen Beikrautpflanzen Wasser entzogen, wodurch ihr Aufwuchs deutlich zurückgedrängt wird. Nach der Pflanzung kann das Striegeln erst wieder durchgeführt werden, sobald die Kulturpflanzen gut angewurzelt sind, um Schäden an den Pflanzen zu vermeiden.

Auf den untersuchten Anbauflächen erfolgte 2024 die Grundbodenbearbeitung auf 49 % der Fläche mit dem Pflug (2023: 29,24 %). Der Grubber kam auf 83 % der Fläche (2023: 31,02 %) zum Einsatz. Die Fräse wurde auf 76 % (2023: 74,57 %) der Flächen verwendet, während die Egge lediglich auf 18 % der Fläche eingesetzt wurde.

**Tabelle 34: Bodenbearbeitung in Kohlgemüse 2024.**

| Gerät   | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 6) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|---------|--|---|------------------------------|
| Pflug   | 49%  | 1   | 1                            |
| Grubber | 83%  | 4   | 4                            |
| Egge    | 18%  | 2   | 3                            |
| Fräse   | 76%  | 5   | 9                            |

Abbildung 19 zeigt die Anzahl der Überfahrten zur Grundbodenbearbeitung auf den betrachteten Kohlgemüseflächen im Anbaujahr 2024.

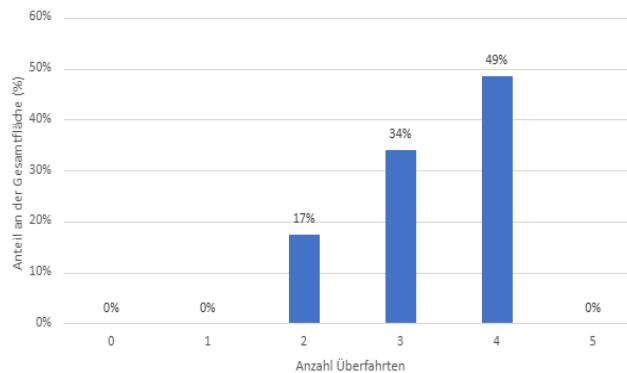


Abbildung 19: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Kohlgemüse 2024.

Für die weitere Kultur wird die mechanische Beikrautregulierung kontinuierlich fortgesetzt. Hierbei kommen Striegel, Hacke oder Häufel zum Einsatz. Im Jahr 2024 wurden auf lediglich 17 % der Fläche bis zu zweimalig Striegelarbeiten durchgeführt (2023: 74,57 %). Das Häufeln erfolgte auf 74 % der Fläche ein- bis dreimal (2023: 77,12 %), während auf 100 % der Fläche ein- bis dreimal gehackt wurde. Im Gegensatz zu 2023 wurde auf keinem Schlag zusätzlich von Hand gehackt (2023: 5 von 11 Schlägen).

**Tabelle 35: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung in Kohlgemüse 2024.**

| Gerät          | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 6) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|----------------|--|---|------------------------------|
| Striegel       | 17%  | 2   | 2                            |
| Hacke          | 100%   | 6   | 13                           |
| Häufeln        | 74%  | 4   | 6                            |
| Handhac-<br>ke | 0%   | 0   | 0                            |

Durch die mechanischen Maßnahmen zur Beikrautregulierung ergab sich auf den betrachteten Flächen eine maximale Anzahl von fünf Überfahrten. Auf 25,9 % der Fläche waren lediglich zwei Überfahrten erforderlich (2023: 22,88 %).

Abbildung 20 zeigt die Verteilung der Überfahrten zur mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

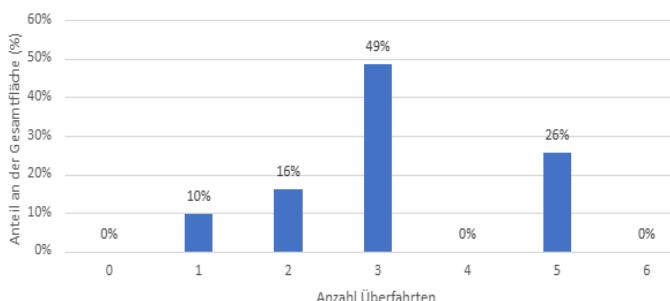


Abbildung 20: Anzahl der Überfahrten zur direkten mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

## **Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems**

Ein zentraler Ansatz zur Optimierung des Anbaus von Öko-Kohlgemüse, insbesondere mit Blick auf die Pflanzengesundheit, liegt in der gezielten züchterischen Weiterentwicklung der Kultursorten. Ziel ist es, Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge polygenetisch in den Sorten zu verankern.

Im Gegensatz zu monogenetischen Resistenzen, die nur auf einem einzelnen Gen beruhen, erhöhen polygenetische Resistenzen die Stabilität und Dauerhaftigkeit des Schutzes, da mehrere Gene beteiligt sind, die synergistisch wirken. Diese genetisch breit verankerte Widerstandskraft verringert die Wahrscheinlichkeit eines Resistenzdurchbruchs, was besonders im ökologischen Anbau wichtig ist, wo der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel stark eingeschränkt ist.

Durch die polygenetische Verankerung können Kohlsorten gegenüber einem breiteren Spektrum von Pathogenen, wie Falschem Mehltau, Kohlherne oder Schwarzem Kohlblattläusebefall, widerstandsfähiger werden. Züchterische Maßnahmen umfassen dabei sowohl klassische Kreuzungs-züchtungen als auch moderne molekulare Methoden, wie Marker-gestützte Selektion oder gezieltes Genom-Editing, um gewünschte Resistenzen effizient zu etablieren.

## **8. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Tomate**

Tomaten gehören zu den beliebtesten Sommer-Gewächshauskulturen im ökologischen Gemüsebau. Während die Nachfrage in den Wintermonaten überwiegend durch Produzenten aus Mittelmeerländern gedeckt wird, ist bei geeigneter Kulturführung auch im mitteleuropäischen Raum ein wirtschaftlich lohnenswerter Anbau möglich. Ökologisch erzeugte Tomaten rechtfertigen ihre höheren Marktpreise vor allem durch überlegene Qualität und intensiven Geschmack, wodurch sie sich klar von konventionell produzierten Produkten abheben.

Die Wahl der Anbauweise und Anbauintensität hängt entscheidend von mehreren betriebsspezifischen Faktoren ab, darunter die verfügbaren Vermarktungskanäle, die technische Ausstattung, der Gewächshaustyp und die angestrebten Fruchtsorten. Ebenso müssen Fruchttyp, Lieferperiode und Qualitätsanforderungen mit den Abnehmern abgestimmt werden. Für eine effiziente Nutzung der Gewächshausflächen sollten auch Vor- und Nachkulturen, wie Feldsalat, Kopfsalat, Kohlrabi oder Radies, berücksichtigt werden, da es wirtschaftlich sinnvoll sein kann, die Tomatenkultur früher zu beenden, um eine Nachkultur anzubauen, oder zunächst eine Vorkultur zu kultivieren und erst später mit den Tomaten zu beginnen.

Im Rahmen der Erhebung wurden fünf Betriebe mit Tomatenanbau betrachtet. Die Gesamtanbaufläche dieser Betriebe betrug 0,70 ha, verteilt auf 13 Schläge. Alle Betriebe kultivieren Tomaten aus-

schließlich im geschützten Anbau, wobei unterschiedliche Gewächshaustypen genutzt werden. Drei Schläge, das entspricht 44 % der Fläche, wurden in Glashäusern angebaut, davon waren 19 % beheizt und 81 % unbeheizt, ohne Einnetzung. Drei weitere Schläge (34 % der Fläche) befanden sich in Thermohäusern oder Doppelfolie und waren vollständig beheizt, ebenfalls ohne Einnetzung. Sieben Schläge, entsprechend 22 % der Fläche, wurden in Folientunneln kultiviert; diese Flächen waren unbeheizt, wobei 38 % der Tunnelflächen eingesetzt waren, um den Schutz vor Schadinsekten zu erhöhen.

Die Analyse zeigt, dass der Großteil der Anbaufläche auf unbeheizte Systeme entfällt, was im ökologischen Anbau von Vorteil ist, da Heizenergie reduziert und das natürliche Wachstum gefördert wird. Gleichzeitig ermöglicht die gezielte Beheizung bestimmter Flächen, wie im Thermohaus, eine frühere Kulturführung und eine verlängerte Lieferperiode. Die teilweise Einnetzung der Folientunnelflächen trägt zum Schutz vor Schadinsekten bei, was im ökologischen Anbau von zentraler Bedeutung ist, da der chemische Pflanzenschutz eingeschränkt ist. Die Wahl des Gewächshaustyps, die Beheizbarkeit und die Einnetzung sind daher entscheidende Faktoren für die erfolgreiche und gesunde Tomatenproduktion, da sie direkt das Pflanzenwachstum, die Krankheitsresistenz und die Fruchtqualität beeinflussen.

**Tabelle 36: Gewächshaustypen und Ausstattung bei den Betrieben mit Tomateanbau 2024.**

| Gewächshaustyp         | Anzahl von Schlägen (von 13) | Anteil der Gesamtfläche (%) | Anteil der Fläche (ha) | davon beheizt | davon unbeheizt | Haus eingenetzt |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Glashaus               | 3                            | 44%                         | 0,31                   | 19%           | 81%             | 0%              |
| Thermohaus/Doppelfolie | 3                            | 34%                         | 0,24                   | 100%          | 0%              | 0%              |
| Folientunnel           | 7                            | 22%                         | 0,16                   | 0%            | 100%            | 38%             |
| Gesamt                 | 13                           | 100%                        | 0,70                   | 32%           | 68%             | 9%              |

## 8.1. Krankheiten und Schädlinge

Ein gesunder, aktiver Boden mit gut strukturierter Bodengefüge ist für die Gesunderhaltung von Tomaten von zentraler Bedeutung. Er bildet die Grundlage für eine ausgewogene Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen und trägt wesentlich dazu bei, das Mikroklima im Wurzelbereich an die Ansprüche der Kulturpflanzen anzupassen. Erst wenn diese Faktoren nicht optimal erfüllt sind – sei es durch ungünstige Witterung, ungünstige Fruchtfolge, Bodenerschöpfung oder andere Stressfaktoren – werden Pflanzen anfällig für Krankheiten und Schädlinge.

Zur Vorbeugung von Wurzelkrankheiten wie Fusarium oder Korkwurzeln sowie Nematodenbefall hat sich der Einsatz widerstandsfähiger Unterlagen bewährt. Diese veredelten Unterlagen stärken die Pflanzen von Beginn an und reduzieren die Gefahr signifikanter Ertragseinbußen.

Bei oberirdischen Schadorganismen stellen insbesondere Kraut- und Braunfäule (*Phytophthora infestans*) sowie Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) ein erhebliches Risiko dar. Diese Pathogene können unter feuchten und kühlen Kulturbedingungen

schnell zu massiven Ertragseinbußen führen. Als wichtigste vorbeugende Maßnahme gilt daher eine trockene Kulturführung, bei der eine ausgewogene Belüftung und ein angepasstes Bewässerungsmanagement das Mikroklima im Blattbereich trocken hält. Darüber hinaus sind inzwischen züchterisch entwickelte Sorten mit erhöhter Resistenz gegen Kraut- und Braunfäule verfügbar. Bei der Sortenwahl sollte zudem auf eine C5-Resistenz gegen die Samtfleckenkrankheit geachtet werden, um die Pflanzengesundheit zu stabilisieren.

Tierische Schaderreger werden im ökologischen Anbau vorrangig durch Nützlinge reguliert. Gegen Weiße Fliegen werden beispielsweise die Schlupfwespe Encarsia formosa sowie räuberische Arten wie die Raubwanze Macrolophus eingesetzt. Gegen Blattläuse hat sich der kombinierte Einsatz von Parasiten und Räubern bewährt: Die räuberische Gallmücke Aphidoletes aphidimyza wird zusammen mit den Parasiten Aphidius ervi und Aphelinus abdominalis ausgebracht, um Blattlauspopulationen effektiv zu kontrollieren. Ein weiterer seit den späten 1990er Jahren zunehmend relevanter Schadorganismus ist die Rostmilbe (*Aculops lycopersici*), deren Schadbild teilweise mit dem der Kraut- und Braunfäule verwechselt werden kann. Hiergegen wird die Raubmilbe Amblyseius cucumeris eingesetzt.

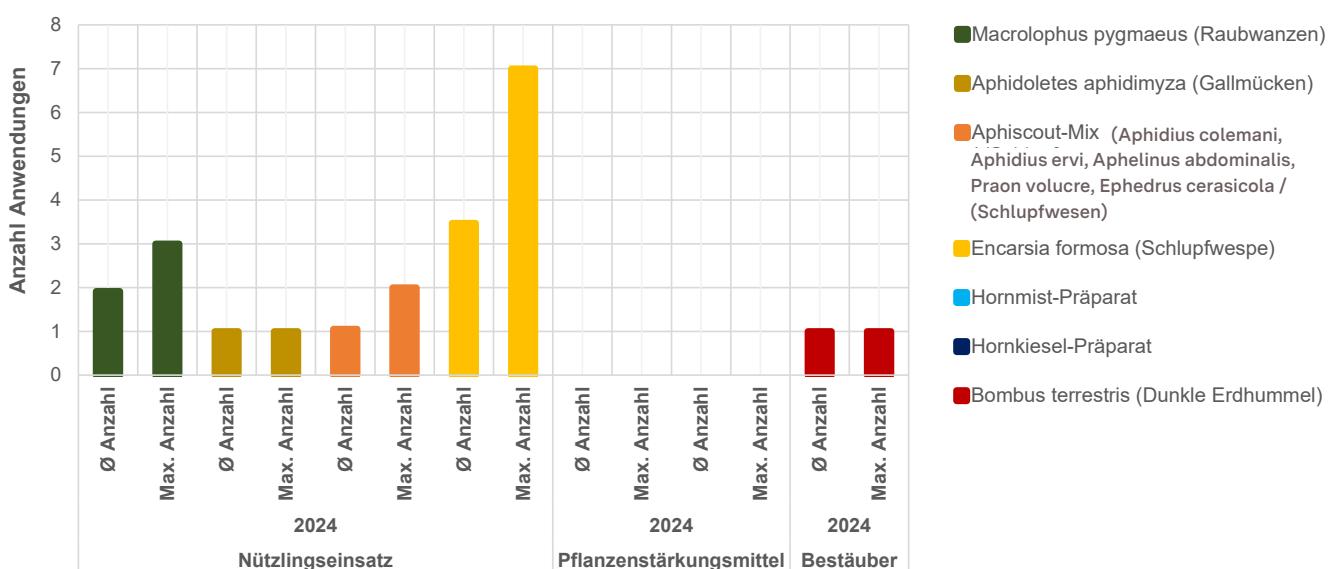


Abbildung 21: Darstellung aller im Jahr 2024 auf den Betrieben eingesetzten Pflanzenbehandlungsmittel und die jeweilige durchschnittliche Anzahl der Anwendungen sowie die max. Anzahl Anwendungen.

In den betrachteten Betrieben wurde der Pflanzenschutz ausschließlich über den Einsatz von Nützlingen realisiert; die Anwendung von Kupferpräparaten oder anderen zugelassenen Pflanzenschutzmitteln erfolgte nicht. Auf 42 % der Anbaufläche (0,30 ha; 2023: 78,24 %, 0,48 ha) wurden die Ertragssorten auf resistenten Unterlagen veredelt angebaut, um die Pflanzen zusätzlich gegen Wurzelkrankheiten und Nematodenbefall abzusichern.

Zur Unterstützung des Pflanzenwachstums und zur Stärkung der natürlichen Abwehrkräfte wurden in einem Betrieb zusätzlich hornmist- und hornkieselhaltige Präparate eingesetzt. Für eine verbesserte Bestäubung wurde in einem weiteren Betrieb der Einsatz von Hummeln praktiziert, wodurch die Fruchtbildung und -qualität verbessert werden konnte.

Abbildung 21 zeigt eine Übersicht aller im Jahr 2024 eingesetzten Pflanzenbehandlungsmittel, die durchschnittliche Anzahl der Anwendungen sowie die maximale Anzahl der Anwendungen pro Betrieb.

## 8.2. Sorten und Züchtung

Die Auswahl geeigneter Tomatensorten ist im ökologischen Anbau von zentraler Bedeutung, da der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel stark eingeschränkt ist. Entscheidend für die Sortenwahl sind sowohl äußerliche Fruchteigenschaften wie Größe, Form und Farbe als auch innere Merkmale wie Geschmack, Lagerfähigkeit, Transportstabilität und vor allem die Resistenz gegenüber relevanten Krankheiten und Schädlingen. Die Fruchtformen variieren stark und reichen von flachrund über kugelig bis hin zu oval oder birnenförmig. Rote Tomaten werden am häufigsten angebaut, da sie sich am besten vermarkten lassen, während gelbe, orange, violette, schwarzrote oder mehrfarbige Sorten für Nischenmärkte und spezielle Vermarktungsstrategien genutzt werden.

Im Jahr 2024 wurden in den untersuchten Betrieben eine Vielzahl von Sorten kultiviert. Klassische rote Sorten wie ‚Pilu‘, ‚Ruthje‘, ‚Trixi‘, ‚AmishPasta‘, ‚Giulietta F1‘, ‚Gustafano F1‘, ‚Baylee F1‘ und ‚Pro-

spano F1‘ dominierten das Sortiment, ergänzt durch gelbe und orange Typen wie ‚Sungold F1‘, ‚Lyterno F1‘ und ‚Imagine Maxi Rose F1‘ sowie Multicolor- und Raritätensorten wie ‚Sonnenherz‘, ‚Artisan Green Tiger‘, ‚Artisan Lucky Tiger‘, ‚Artisan Pink Tiger‘ und ‚Berner Rose‘. Weitere resistente Hybriden wie ‚Tica Trixi‘ und ‚Ruthje Trixi‘ wurden ebenfalls angebaut. Diese breite Sortenpalette ermöglicht eine flexible Anpassung an unterschiedliche Vermarktungskanäle, Lieferperioden und Qualitätsanforderungen.

Besonders wichtig im ökologischen Anbau ist die Krankheitsresistenz der Sorten. Viele der verwendeten Sorten zeigen spezifische Resistenzeigenschaften: So ist ‚Pilu‘ bekannt für Robustheit gegenüber Fusarium-Welke, während ‚Ruthje‘ eine gute Widerstandsfähigkeit gegen Kraut- und Braunfäule aufweist. ‚Trixi‘ und ‚Tica Trixi‘ zeigen eine moderate Resistenz gegenüber Fusarium-Welke, während die Kombination ‚Ruthje Trixi‘ die Resistenzeigenschaften beider Sorten vereint. Hybridsorten wie ‚Giulietta F1‘, ‚Baylee F1‘, ‚Gustafano F1‘, ‚Lyterno F1‘, ‚Imagine Maxi Rose F1‘ und ‚Prospano F1‘ weisen eine hohe Resistenz gegenüber Fusarium-Welke auf, ‚Sungold F1‘ zusätzlich gegen Verticillium-Welke, Nematoden und das Tomaten-Mosaikvirus. Die Raritätensorten ‚Sonnenherz‘ und ‚Berner Rose‘ verfügen über gute Resistenz gegen Kraut- und Braunfäule, während die Artisan-Serie („Artisan Green Tiger“, „Artisan Lucky Tiger“, „Artisan Pink Tiger“) moderate Resistenz gegenüber verschiedenen Krankheiten aufweist. Bei ‚AmishPasta‘ ist die Anfälligkeit gegenüber Fusarium-Welke und Kraut- und Braunfäule höher, weshalb eine sorgfältige Fruchtfolge und Bodenhygiene erforderlich sind.

Die gezielte Wahl dieser resistenten Sorten, kombiniert mit widerstandsfähigen Unterlagen, stärkt die Pflanzengesundheit, reduziert Ertragsverluste und macht die Pflanzen widerstandsfähiger gegenüber Stressfaktoren wie Bodenmüdigkeit, Witterungsschwankungen und Schädlingen. Züchterisch wird im ökologischen Anbau verstärkt auf polygenetische Resistenzen gesetzt, um einen stabilen Schutz gegenüber einer Vielzahl von Pathogenen zu gewährleisten. Gleichzeitig werden Sorten auf ihre Anpassungsfähigkeit an lokale Anbaubedingungen hin optimiert.

gungen geprüft, um Stress für die Pflanzen zu minimieren und die Qualität sowie den Ertrag nachhaltig zu sichern. Insgesamt trägt die Kombination aus geeigneten Sorten, resistenten Unterlagen und der Berücksichtigung von Fruchtform, Farbe, Geschmack und Lagerfähigkeit entscheidend dazu bei, die Gesunderhaltung der Tomatenpflanzen im ökologischen Anbau zu gewährleisten und unterschiedliche Marktanforderungen abzudecken.

### 8.3. Fruchtfolge

Im ökologischen Tomatenanbau spielt die Fruchtfolge eine zentrale Rolle für die Pflanzengesundheit und die Reduzierung von Fruchtfolgekrankheiten. Besonders wichtig ist eine ausreichende Anbaupause nach Kulturen aus der Familie der Solanaceae, da hier häufig bodenbürtige Pathogene wie Fusarium spp., Verticillium spp. oder Phytophthora spp. überdauern. Optimal wäre eine Fruchtfolgepause von vier Jahren nach Solanaceen, in der Praxis lässt sich dies jedoch selten realisieren, da in Gewächshaus-Sommerkulturen häufig ein hoher Anteil an Solanaceen angebaut wird.

Um das Risiko von Fruchtfolgekrankheiten zu mindern, ist es entscheidend, die Bodenqualität zu fördern. Ein hoher Gehalt an organischer Substanz trägt dazu bei, dass der Boden mikrobiell aktiv bleibt, wodurch Krankheitserreger schlechter überdauern können. Da Beeinträchtigungen durch Fruchtfolgekrankheiten zu Beginn oft äußerlich nicht sichtbar sind, sind regelmäßige Bodenuntersuchungen sowie langfristige Ertrags- und Gesundheitsbeobachtungen über mehrere Jahre hilfreich, um frühe Hinweise auf Pathogene zu erkennen.

Ein weiterer Ansatz zur Risikominderung ist der gezielte Einsatz von Tomatensorten mit Resistenz gegen häufig auftretende Fruchtfolgekrankheiten. Ist die gewünschte Sorte nicht ausreichend resistent gegen bodenbürtige Pathogene, kann eine Veredelung auf resistente Unterlagen erfolgen. Diese Maßnahme erhöht die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen und reduziert das Risiko signifikanter Ertragsverluste.

Die Auswertung der Fruchtfolgedaten der Jahre 2019 bis 2023 zeigt, dass Tomaten in den betrachteten Betrieben insgesamt achtmal in unterschiedlichen Fruchtfolgen vorkommen, während Gurken achtmal als Hauptkultur und viermal als Vorfrucht vor Tomaten angebaut wurden. Weitere Fruchtfolgen umfassen Mischkulturen wie Gurke/Feldsalat (15-mal, davon fünfmal als Vorfrucht), sowie Zucchini/Feldsalat, Paprika/Wicke-Roggen und Saatgutvermehrungen von Möhren, Kohl oder Endivien. Auch Bracheflächen oder Gründüngung wurden zur Förderung der Bodengesundheit genutzt. Tabelle 37 gibt einen Überblick über die Häufigkeit verschiedener Kulturen in der Fruchtfolge vor Tomaten im Jahr 2024.

**Tabelle 37: Anteil verschiedener Kulturen an der Fruchtfolge vor Tomate 2024**

| Kultur   | Anzahl in Fruchtfolgen (2019 - 2023) | Anzahl in Vorfrucht (2023) |
|--|--------------------------------------|----------------------------|
| Tomate   | 8                                    | -                          |
| Gurke  | 8                                    | 4                          |
| Gurke / Feldsalat                                      | 15                                   | 5                          |
| Ingwer/Stangenbohnen/ Winterroggen                     | 1                                    | 1                          |
| Brache   | 5                                    | -                          |
| Gurken und Melonen                                     | 1                                    | -                          |
| Tomaten, Bohnen, Salate, Petersilie, Rucola, Feldsalat | 4                                    | -                          |
| Zucchini, Feldsalat                                    | 1                                    | -                          |
| n.b.   | 3                                    | -                          |
| Gründüngung  | 1                                    | 1                          |
| Saatgutvermehrung von Möhren, Kohl, Endivien           | 1                                    | 1                          |
| Saatgutvermehrung Kohl, Begrünung                      | 1                                    | -                          |
| verschiedene Freiland-Gemüse (Satzanbau)               | 4                                    | -                          |
| Tomate / Feldsalat                                     | 10                                   | -                          |
| Paprika und Wicke-Roggen                               | 1                                    | 1                          |
| Salat, Paprika   | 1                                    | -                          |

Aufgrund des hohen Intensitätsgrades des Gemüseanbaus im Gewächshaus ist ein Zwischenfruchtanbau in den betrachteten Betrieben kaum praktikabel. Ein solcher Anbau würde zusätzliche Zeit, Fläche und Ressourcen erfordern, die im intensiv bewirtschafteten Sommerkulturanbau häufig nicht verfügbar sind. Daher führen die untersuchten Betriebe keinen systematischen Zwischenfruchtanbau durch, sondern setzen stattdessen auf resistente Sorten, Bodenpflege und Gründüngung, um die Pflanzengesundheit langfristig zu sichern.

## 8.4. Düngung

Die Erträge von Tomaten im ökologischen Gewächshausanbau können je nach Anbauform, Standortbedingungen und Klimabedingungen stark variieren und liegen typischerweise zwischen 7 kg/m<sup>2</sup> und über 20 kg/m<sup>2</sup>. Die erforderliche Nährstoffversorgung richtet sich dabei nach der angestrebten Ertragshöhe sowie nach dem Nährstoffnachlieferungsvermögen des Bodens, das durch organische Substanz, vorherige Kulturen und Bodenbiologie bestimmt wird.

Im ökologischen Anbau werden zur Deckung des Nährstoffbedarfs überwiegend organische Wirtschaftsdünger, Komposte sowie organische Handelsdünger eingesetzt. Diese Düngerarten liefern neben Stickstoff auch andere wichtige Makro- und Mikronährstoffe und tragen gleichzeitig zur Verbesserung der Bodenstruktur und zur Förderung der mikrobiellen Aktivität bei.

Im Anbaujahr 2024 wurden 58 % der untersuchten Tomatenanbauflächen mit Nährstoffen versorgt, was einen Anstieg gegenüber 2023 (47,83 %) darstellt. Dabei kamen pflanzlicher Kompost, Schafwollpellets und weitere organische Handelsdünger zum Einsatz. Die durchschnittlich ausgebrachte Stickstoffmenge betrug mit 152 kg N/ha deutlich mehr als im Vorjahr (127 kg N/ha), was auf höhere geplante Erträge oder Anpassungen an den Nährstoffbedarf des Bodens zurückzuführen sein kann.

## 8.5. Mechanische Beikrautregulierung

Die Beikrautregulierung ist ein zentraler Bestandteil des ökologischen Tomatenanbaus im Gewächshaus, da der Einsatz chemischer Herbizide nicht zulässig ist. Zur Unterdrückung von Unkraut empfiehlt sich zunächst der Einsatz von Mulchmaterialien, wie Stroh, organischem Mulch oder Bändchengewebe/Mulchfolie, sowie die Anlage von Graswegen zwischen den Pflanzreihen. Diese Maßnahmen reduzieren die Lichtverfügbarkeit für Beikräuter, hemmen deren Keimung und erleichtern gleichzeitig die Bewirtschaftung und Ernte.

Neben der Flächengestaltung spielt die Bodenbearbeitung eine entscheidende Rolle. Zur Grundbodenbearbeitung werden im ökologischen Tomatenanbau hauptsächlich Fräse, Spatenmaschine und Grubber eingesetzt. Die Erhebung 2024 zeigt, dass auf 100 % der untersuchten Anbaufläche die Fräse verwendet wurde, während die Spatenmaschine auf 42 % und der Grubber auf 9 % der Fläche zum Einsatz kam. Pflug und Egge wurden nicht eingesetzt. Hinsichtlich der Anzahl der Überfahrten konnte die Grundbodenbearbeitung auf 97,9 % der Fläche mit ein bis zwei Überfahrten durchgeführt werden, was eine effiziente Bearbeitung bei minimaler Bodenverdichtung ermöglicht (Tabelle 38 und Abbildung 22).

**Tabelle 38: Bodenbearbeitung in Tomate 2024**

| Gerät          | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 13) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|----------------|--|--|------------------------------|
| Pflug          | 0%   | 0  | 0                            |
| Grubber        | 9%   | 1  | 1                            |
| Spatenmaschine | 42%  | 5  | 5                            |
| Egge           | 0%   | 0  | 0                            |
| Fräse          | 100%   | 13   | 15                           |

Nach der Grundbodenbearbeitung werden verschiedene mechanische und physische Maßnahmen zur weiteren Beikrautregulierung eingesetzt. Dazu gehören das Maschinenhacken, der Einsatz

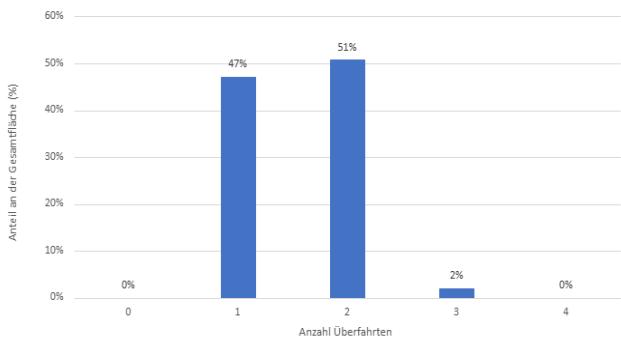


Abbildung 22: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Tomate 2024.

von Mulchmaterial, Graswege als Erntegassen sowie teilweise Handhacken. Die Daten zeigen, dass in 2024 12 % der Anbaufläche organischer Mulch verwendet wurde, während Bändchengewebe/Mulchfolie nicht zum Einsatz kam. Graswege wurden auf 44 % der Fläche angelegt. Maschinelles Hacken wurde in 12 von 13 Schlägen durchgeführt, während Handhacken auf keinem Schlag angewendet wurde. Im Vergleich zu 2023 ist zu erkennen, dass der Anteil maschineller Beikrautregulierung deutlich gestiegen ist, während der Einsatz von Mulchmaterial und Graswegen leicht rückläufig war.

**Tabelle 39: Bodenbearbeitung in Tomate 2024**

| Beikraut-regulierung      | Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamt-fläche (%) | Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 13) | Jeweiliger Einsatz insgesamt |
|---------------------------|---|--|------------------------------|
| Mulch organisch           | 12%   | 3  | 3                            |
| Bändchengewebe/Mulchfolie | 0%  | 0  | 0                            |
| Graswege                  | 44%   | 2  | 2                            |
| Hacken (maschinell)       | 95%   | 12   | 13                           |
| Handhacke                 | 54%   | 0  | 0                            |

Insgesamt zeigt die Erhebung, dass mechanische Maßnahmen die dominierende Strategie zur Beikrautregulierung im ökologischen Tomatenanbau darstellen. Durch die Kombination von gezielter Bodenbearbeitung, maschinellem Hacken, Mulchmaterial und Graswegen lässt sich der Beikrautdruck effektiv reduzieren, die Pflanzenentwicklung

unterstützen und die Bodenfruchtbarkeit langfristig erhalten. Die konsequente Umsetzung dieser Maßnahmen ist besonders wichtig, um eine gesunde Kulturführung ohne chemische Pflanzenschutzmittel zu gewährleisten.

## Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems

Im ökologischen Gewächshausanbau von Tomaten lassen sich pilzliche Schaderreger durch eine gezielte Steuerung der Klimaparameter, wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Luftzirkulation, in der Regel effektiv kontrollieren. Eine niedrige relative Luftfeuchtigkeit, eine ausreichende Belüftung und die Vermeidung von Blattnässe reduzieren beispielsweise das Risiko von Kraut- und Braunfäule (*Phytophthora infestans*) sowie Grauschimmel (*Botrytis cinerea*). Durch diese klimatischen Maßnahmen kann die Anfälligkeit der Pflanzen für pathogene Pilze deutlich gesenkt werden, ohne dass chemische Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden müssen.

Für bodenbürtige Schaderreger, wie *Fusarium spp.*, *Verticillium spp.* oder Nematoden, sind präventive Maßnahmen hingegen weniger stark über das Klima steuerbar. Hier kommt der gezielten Züchtung und Auswahl resistenter Sorten eine besondere Bedeutung zu. Insbesondere die Entwicklung von polygenetischen Resistzenzen, bei denen mehrere Gene gleichzeitig für die Abwehr gegen bestimmte Pathogene sorgen, bietet einen stabileren und dauerhafteren Schutz als monogenetische Resistzenzen. Polygenetische Resistzenzen verringern das Risiko eines Resistenzdurchbruchs und verbessern die Anpassungsfähigkeit der Pflanzen an verschiedene Stressfaktoren.

Die Kombination aus klimatischer Steuerung zur Prävention pilzlicher Erkrankungen und züchterischer Nutzung resistenter Sorten gegen bodenbürtige Pathogene stellt somit einen zentralen Ansatz dar, um die Pflanzengesundheit nachhaltig zu sichern und gleichzeitig die Produktivität im ökologischen Tomatenanbau zu erhöhen. Ergänzend

können Maßnahmen wie Bodenhygiene, Fruchtfolgegestaltung und der Einsatz von veredelten Pflanzen auf resistenten Unterlagen die Wirkung der züchterischen Resistenzen unterstützen und das Risiko von Ertragsverlusten weiter reduzieren.

## **9. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Tafeläpfeln**

Der Tafeläpfelanbau als Dauerkultur kann den Befallsdruck durch Schädlinge und Krankheiten nicht durch Fruchtfolge wie die Ackerkulturen reduzieren. Gleichzeitig werden Tafeläpfel von einer Vielzahl von Krankheiten und Schädlingen befallen, es kommen auch immer wieder neue Erreger dazu. Dieser Herausforderung wird durch Bausteinstrategien aus direkten und indirekten Maßnahmen begegnet, die nur in der Kombination erfolgreich sind.

In die Auswertung des Jahres 2024 gingen die Datensätze von 16 Betrieben ein (2 aus dem Neckarraum und 14 aus dem Bodenseegebiet). Es wurden immer alle Tafeläpfelanlagen des Betriebes mit Alter über 4 Jahre berücksichtigt, die ausgewertete Fläche beträgt 373,8 ha. Jede Anlage bzw. einzelne Sorte ist eine Stichprobe. Von den insgesamt 432 Stichproben gehörten 45 Prozent zu schorfwiderstandsfähigen (schowi) Sorten und 55 Prozent zu nicht schorfwiderstandsfähigen Sorten. Als „schowi-Sorte“ werden alle Sorten klassifiziert, die ein Resistenzgen gegen Schorf tragen, auch wenn die Resistenz inzwischen durchbrochen ist.

Die Daten aus dem Jahr 2024 stammen aus einer Auswertungsreihe, die bundesweit seit 2014 von der FÖKO durchgeführt und veröffentlicht wird.

Das Auswertungs- und Darstellungssystem wurde im Rahmen der BÖLN-Projekte Az 2810OE024 und 2815OE086 erarbeitet. Sowohl das Auswertungssystem als auch eine weitaus ausführlichere Darstellung bundesweiter Daten (nach Obstbauregionen aufgeschlüsselt) sind unter <https://www.foeko.de/publikationen/gesunderhaltung-der-pflanzen-im-oeko-apfelanbau/> zu finden. Wer sich für die Strategien zur Regulierung der einzelnen Schädlinge und Krankheiten, die einzelnen Geräte zur Bodenbearbeitung, die Sortenspektren oder ausführlichere Daten zur Anwendung der Maßnahmen interessiert, kann diese dort einsehen. Für viele Maßnahmen, die im Bericht von 2021 ausführlich beschrieben wurden, werden hier nur die Daten von 2024 dargestellt ohne die Maßnahme im Detail zu erläutern.

### **9.1 Sortenwahl und Züchtung**

Im Jahr 2024 war etwa die Hälfte der ausgewerteten Fläche mit Schowi-Sorten bepflanzt. Auf der übrigen Fläche wurden keine Schowi-Sorten angebaut, jedoch ebenfalls Sorten gewählt, die als weniger empfindlich gelten.

Allerdings führt die Nachfrage der Vermarkter nach den bekannten Marktsorten und der starke Resis-

tenzdurchbruch bei den gängigen schowi-Sorten immer mehr dazu, dass weniger schowi-Sorten gepflanzt werden. Im Jahr 2024 waren nur noch 39 % der Fläche der Neupflanzungen schowi-Sorten. Die wichtigsten neu gepflanzten nicht-schowi Sorten waren Gala und Pinova.

Da die Betriebe in der Stichprobe nicht alle dieselben sind wie bei der Auswertung von 2023 und nicht alle Betriebe jedes Jahr neu pflanzen, können Schwankungen immer auch betriebsspezifisch sein und auf betriebsspezifische unterschiedliche Präferenzen zurückzuführen sein. Von den Resistenzdurchbrüchen sind vor allem die Sorten Topaz und Santana betroffen, die einen hohen Flächenanteil haben. Die Sorte Natyra ist inzwischen ebenfalls etabliert. Ein mittlerweile sehr wichtiges Entscheidungskriterium für oder gegen eine neue Sorte ist das Thema Lagerfähigkeit und Haltbarkeit. Insbesondere für Betriebe, die über große Bündler und Vermarktungsorganisationen ihre Äpfel absetzen, wird ein stabiles Lagersortiment gefordert. In einem Arbeitskreis im regionalen Netzwerk der FÖKO wird die Lagerfähigkeit vielversprechender Prüfsorten am KOB bearbeitet. Es wird aber immer stärker offensichtlich, dass es langfristig einer anderen Sortenstrategie als bisher bedarf (siehe Kap 1.9).

## 9.2 Beikrautregulierung im Baumstreifen

Der Baumstreifen wird mechanisch bearbeitet. Dabei kommen unterschiedliche Geräte zum Einsatz, meist werden mehrere Geräte im Jahresverlauf kombiniert. Das bedeutet aber nicht, dass der Baumstreifen die ganze Zeit vegetationsfrei ist, sondern er grünt zwischendurch immer wieder ein.

In Tabelle 39 ist die jeweilige Häufigkeit der Überfahrten und der Flächenanteil für die unterschiedlichen Bodenbearbeitungstypen dargestellt.

Im Durchschnitt erfolgten in dem niederschlagsreichen Jahr 2024 wo ein schneller Aufwuchs der Vegetation im Baumstreifen nach der Regulierung erfolgte, je nach Betrieb zwischen 4 und 5 Bodenbearbeitungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen zur

Reduktion der Vegetation (Fadenmulcher) im Baumstreifen im Jahresverlauf. Auf 100 % der Fläche wurden Maßnahmen durchgeführt. Am häufigsten kamen Kreiselgeräte zum Einsatz in Kombination mit Anhäufeln mit Rollhacke, Spedo-Gerät oder Scheibenpflug. Das Fadengerät wurde nur auf 18 % der Fläche verwendet, abgehäufelt wurde nur auf 11 % der Fläche. Die Nutzung des Unterschneidegeräts ist vernachlässigbar. Auf 18 % der Flächen wurden zusätzlich zur Bodenbearbeitung Beikrautherde um den Stamm von Hand entfernt (Handhacke).

**Tabelle 39: Übersicht über die Durchführung der Bodenbearbeitung im Baumstreifen: Behandelte Fläche und Anzahl Überfahrten für die verschiedenen Verfahren der Bodenbearbeitung und für alle Verfahren (ohne Handhacke) insgesamt in Jahr 2024.**

| Maßnahme                          | Behandelte Fläche in Prozent | Anzahl Überfahrten |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Kreiselgeräte (z.B. Ladurner)     | 99,99                        | 2,81               |
| Anhäufeln (z.B. Rollhacke, Spedo) | 53                           | 1,87               |
| Abhäufeln                         | 11                           | 1                  |
| Fadengerät                        | 18                           | 1,79               |
| Unterschneidegerät                | 1                            | 1                  |
| <b>Überfahrten gesamt</b>         | <b>100</b>                   | <b>4,64</b>        |
| Handhacke                         | 18                           |                    |



Bild 13: Kreiselgerät im Einsatz. (© Christoph Denzel)

## 9.3 Wichtige Maßnahmen der Kulturführung

Wachstumsregulatoren sind im Öko-Obstbau nicht zulässig. Den mechanischen Maßnahmen zur Erreichung eines harmonischen Pflanzenwachstums und eines ausgeglichenen Fruchtbehangs kommt daher eine große Bedeutung zu. Die mechanische Blütenausdünnung mit dem Fadengerät hat den Nachteil, dass sie ggf. erfolgen muss bevor Schäden durch Blütenfröste vollständig abgeschätzt werden können. Daher ist die Handausdünnung immer noch die wichtigste Ausdünnungsmaßnahme und wurde auf etwa der Hälfte der Fläche durchgeführt. Bei der Regulierung des Wachstums wird vor allem Sommerriß praktiziert. Zur Beruhigung stark triebiger Anlagen erfolgte 2024 ein Wurzelschnitt auf 9 % der Flächen (Tabelle 40).

**Tabelle 40: Übersicht über die Umsetzung der Maßnahmen der Kulturführung im Jahr 2023**

| Maßnahme                     | Mechanische Ausdünnung | Handausdünnung | Sommerriß | Sommerschnitt | Wurzelschnitt |
|------------------------------|------------------------|----------------|-----------|---------------|---------------|
| Behandelte Fläche in Prozent | 15                     | 45             | 35        | 12            | 9             |



Bild 14/15: Handausdünnung (links, © Heinrich Blank; Fadengerät (rechts, © Jürgen Zimmer)

## 9.4 Maßnahmen zur Reduktion des Befallsdrucks durch Krankheiten und Schädlinge

In der Dauerkultur Obstbau ist es von großer Bedeutung, den Befallsdruck durch geeignete Maßnahmen soweit zu reduzieren, dass entweder keine Behandlung mehr notwendig ist oder aber, dass die Wirkungsgrade der verfügbaren direkten Maßnahmen ausreichen. Bei den Regulierungsstrategien handelt es sich also immer um Bausteinstrategien. Ein ruhiger Baum wie im vorigen Kapitel beschrieben ist Voraussetzung für einen geringeren Befallsdruck von Schädlingen wie z.B. Blattläusen aber auch von Krankheiten wie Schorf.

Um den Befallsdruck zu reduzieren werden befallene Früchte bei der Ausdünnung oder auch gesondert (Fruchtmumien im Frühjahr, starker Apfelwickler- oder Sägewespenbefall im Sommer) abgesammelt und aus der Anlage entfernt. Vom Obstbaumkrebs befallene Stellen werden ausgeschnitten. Zum Blattfall wird in Anlagen mit Schorfbefall Vinasse ausgebracht, um den Blattabbau zu fördern und so den Schorfbefall im Folgejahr zu reduzieren (Tabelle 41).

Die Auswahl von Unterstützungsmaterial, das wenig Versteckmöglichkeiten für die Diapauselar-

**Tabelle 41: Übersicht über die Umsetzung der Maßnahmen zur Reduktion des Befallsdrucks**

| Maßnahme   | Behandelte Fläche in Prozent |
|--|------------------------------|
| Maßvolle Düngung   | 53                           |
| Stickstoffaufwandmenge pro ha  | 73                           |
| 31,8 kg  | 1                            |
| Absammeln von Fruchtmumien   | 5                            |
| Absammeln befallener Früchte bei der Ausdünnung  | 22                           |
| Absammeln befallener Früchte nach der Ausdünnung                                       | 8                            |
| Entfernen von Befallsstellen mit Obstbaumkrebs   | 18                           |
| Reduktion des Askosporenpotentials beim Apfelschorf: Einsatz von Vinasse zum Blattfall | 43                           |



Bild 16: Ausbringung von Kompost zur Bodenverbesserung.  
© Heinrich Blank.

ven des Apfelwicklers bietet und das Ausbrechen von Mehltautrieben sind ebenfalls sehr wichtige Maßnahmen, die hier aber nicht quantitativ dargestellt werden.

Sehr wichtig für die Reduktion des Befallsdrucks durch Schädlinge ist auch die Schonung und Förderung von Nützlingen, dafür werden derzeit aber noch keine Praxisdaten erhoben. Das Aushängen von Nisthilfen für Vögel und Wildbienen ist eine verbreitete Praxis, viele Betriebe bringen auch Ohrwurmquartiere aus. Blühstreifen in der Fahrgasse und Hochstaudensäume am Anlagenrand werden vermehrt praktiziert (mehr Informationen hierzu siehe Bericht von 2021).

## 9.5 Maßnahmen nach der Ernte

Um oberflächliche Verunreinigungen zu entfernen (z.B. leichte oberflächliche Flecken durch die Regenfleckenkrankheit) können inzwischen 100 % der Betriebe eine Bürste an der Sortieranlage nutzen. Im Rahmen des BÖL-Projektes OoekoapfelForward wird an einer Optimierung der Bürstentechnik gearbeitet. Für viele Betriebe kann damit der vermarktbare Anteil an Tafelobst erhöht werden. Im Rahmen eines EIP-Projektes wurde untersucht, ob mit Regenflecken befallene Früchte, die sauber abgebürstet wurden, geschmacklich anders beurteilt wurden. Dies war im Beliebtheitstest nicht der Fall.

Zugang zur Nutzung des Heißwassertauchverfahrens zur Reduktion des Befalls durch Lagerkrank-



Bild 17: Innovative Anlage mit Bürstentechnik auf dem Betrieb Glocker © Sascha Buchleither

heiten haben 70 % der Betriebe. Auf allen Betrieben wird die CA-Lagerung genutzt.

## 9.6 Erzeugerpreise und Qualitätskriterien für vermarktungsfähiges Tafelobst

Die Qualitätskriterien für vermarktungsfähiges Tafelobst sind in der Gesamtstrategie zur Gesunderhaltung der Pflanzen ein sehr wichtiger Aspekt und damit ein wesentlicher Teil des Maßnahmenpaketes zur Gesunderhaltung. Sie spielen bei der wirtschaftlichen Abwägung über die Wahl der Strategie eine wichtige Rolle.

Die Grundlage des Systemansatzes im ökologischen Landbau besteht darin, dass Verbraucherinnen und Verbraucher großen Wert auf eine hohe innere Qualität legen. Bei der äußeren Qualität werden kleine Schönheitsfehler – wie leichte Bero stungen oder kleinere Schalenfehler – jedoch nicht als Mangel angesehen, solange Geschmack und Haltbarkeit der Früchte nicht beeinträchtigt sind. Im Gegenteil: leicht berostete Äpfel schmecken oft sogar süßer. Die Anforderungen an die äußere Qualität unterscheiden sich derzeit je nach Ver marktungsweg deutlich. Wenn jedoch einzelne Marktakteure beginnen würden, konventionelle Standards zu übernehmen, hätte das direkte und weitreichende Folgen für die Anbaustrategien im ökologischen Landbau. Weitere Informationen

finden sich unter <https://www.foeko.de/qualitaetskriterien/>.

Aktuell erzielen die ökologischen Obstbäuerinnen und -bauern in den meisten Fällen faire Preise, die die tatsächlichen variablen Kosten und teilweise auch die Fixkosten decken. Faire Preise, die Investitionen und ein gewisses Risiko und Pioniergeist ermöglichen, die für die Weiterentwicklung eines Betriebes und des gesamten Anbausystems so wichtig sind, müssten sogar etwas höher angesetzt werden. Genannt seien hier als Beispiele der Aufbau und die Markteinführung neuer Sorten oder der Praxistest von Verfahren zur Nützlingsförderung und zur Integration von Naturschutzz Zielen in das Anbausystem durch Pionierbetriebe, der mit erheblichen Risiken verbunden ist. Werden die Preise sehr knapp kalkuliert, wird dies auf Kosten dieser genannten Beispiele erfolgen und den Anbau insgesamt negativ beeinflussen.

Aminosäuren, Spurenelemente und Kalzium dienen der Kräftigung der Pflanzen (Abbildung 23), Tenside als Zusatzstoffe der besseren Verteilung der Spritzbrühe und somit der Verbesserung der Wirksamkeit.

An der Strategie zur Kupferminimierung wird intensiv gearbeitet. Das Jahr 2024 war allerdings ein extrem niederschlagsreiches Jahr. Im Durchschnitt wurden in diesem Jahr 2,07 kg Reinkupfer pro ha und Jahr eingesetzt.

Das betraf vor allem die Sommermonate, so dass 64 % der eingesetzten Kupfermenge im Sommer ausgebracht werden musste. Der Anteil der Fläche, auf dem fast die volle zulässige Aufwandsmenge an Kupfer ausgebracht werden musste, war mit fast 25 % in diesem Jahr sehr hoch. 10 % der Flächen wurden aber mit weniger als 1 kg Reinkupfer behandelt (Abbildung 24).

## **9.7 Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln**

In Abbildung 23 ist eine Übersicht über die Ausbringung aller Pflanzenbehandlungsmittel als Behandlungsindex dargestellt (für die Berechnung des Behandlungsindex siehe Kapitel Methodik). Bei der Regulierung der Pilzkrankheiten Schorf, Regenflecken, Mehltau und Marssonina-Blattfallkrankheit sowie von Lagerkrankheiten kommen vor allem mineralische Substanzen zum Einsatz. Schwefel, Schwefelkalkbrühe, Kalium- aber auch Natriumhydrogenkarbonat und Kupferverbindungen sowie Löschkalk sind die wichtigsten eingesetzten Mittel. Das Jahr 2024 war sehr niederschlagsreich, daher ist auch ein hoher Einsatz dieser Mittel zu verzeichnen.

Zur Regulierung von Schädlingen wurden unter anderem die pflanzlichen Mittel Niemextrakt und Pyrethrum sowie Mikroorganismen (Apfelwicklergranulovirus, Schalenwicklergranulovirus Bacillus thuringiensis) verwendet. Zusätzlich wurden zum Niedrighalten der Populationen des Apfelwicklers, des Kleinen Fruchtwicklers und des Schalenwicklers Pheromone ausgebracht. Algenextrakte,

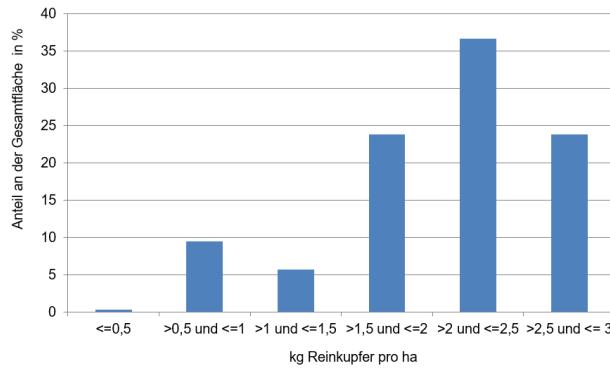


Abbildung 24: Einsatz von Kupferpräparaten in 2024: Anteil der jeweiligen Gesamtfläche, die mit der entsprechenden Menge Reinkupfer (in kg pro ha) behandelt wurde.

Die Resistenz der wichtigsten schowi-Sorten ist zwar durchbrochen, in dem Extremjahr 2024 zeigten sie aber immer noch deutliche Vorteile (Abbildung 25). So wurden nur etwa 80 % der Aufwandmengen an Kupfer, Schwefel und Schwefelkalkbrühe benötigt, der Anteil an schorffreien Anlagen war aber um vieles höher. Die reduzierte Spritzfolge resultierte allerdings in einem etwas höheren Befall der Früchte mit der Regenfleckenkrankheit. Auch die Anzahl der Überfahrten für Spritzungen lag deutlich niedriger. Im Allgemeinen werden pro Spritzung wesent-

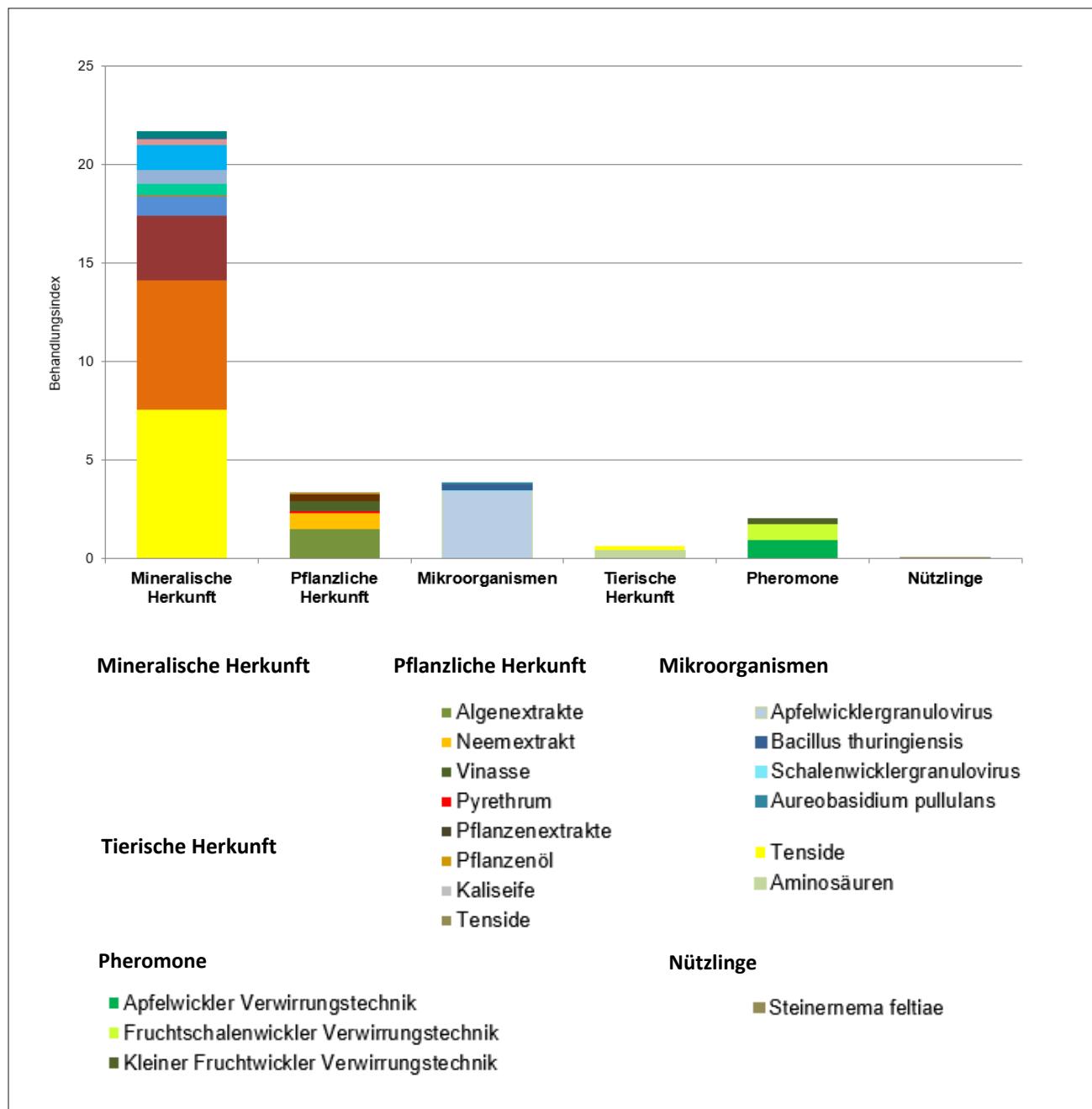


Abbildung 23: Darstellung aller im Jahr 2024 auf den Betrieben eingesetzten Pflanzenbehandlungsmittel als Behandlungsindex. Die Wirkstoffe sind einzeln aufgeführt und für eine bessere Übersichtlichkeit in die in der Zulassung für natürlich vorkommende Substanzen verwendeten Kategorien eingeteilt.

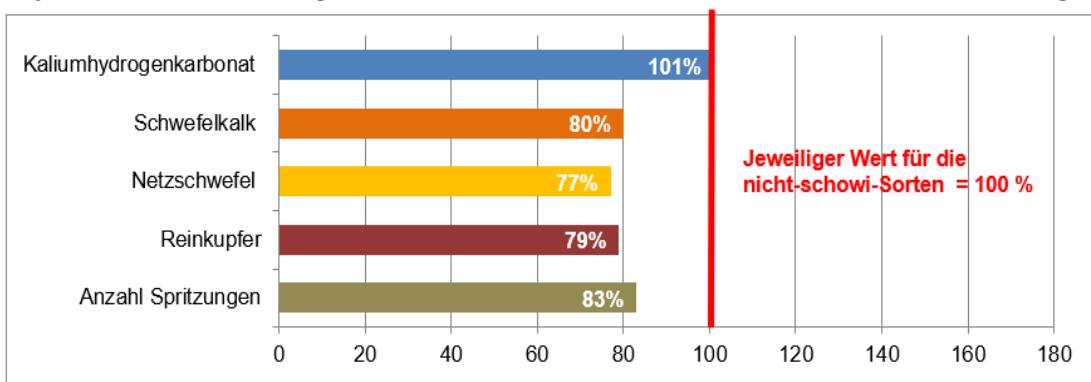
lich niedrigere Aufwandmengen als zugelassen von Kupfer und auch von Schwefel ausgebracht (Splitting). Die meisten verwendeten Präparate wie z.B. das Apfelwicklergranulovirus sind sehr selektiv und sehr wenig persistent. Dies ist einerseits erwünscht, führt aber andererseits zu relativ häufigen Überfahrten zur Ausbringung dieser Präparate. Die Anzahl der Überfahrten für Spritzungen variiert sehr stark je nach Standort, Sorte,

Erntezeitpunkt und Befallsdruck. Es muss dabei immer berücksichtigt werden, dass aus technischen Gründen bei der Datenerfassung auch die Ausbringung der Dispenser für Verwirrungstechniken jeweils als Überfahrt gewertet wird. Die Zahlen sind also etwas zu hoch angesetzt.

## Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln / Einsatz von Insektiziden die vor dem Hintergrund des Schutzes der Artenvielfalt besonders relevant sind

---

**Input** = Gesamt-Aufwandmengen für schowi-Sorten in Relation zu denen für nicht schorfwiderstandsfähige Sorten



**Output** = Prozentsatz der befallsfreien Anlagen bei den schowi-Sorten in Relation zu den nicht schowi-Sorten

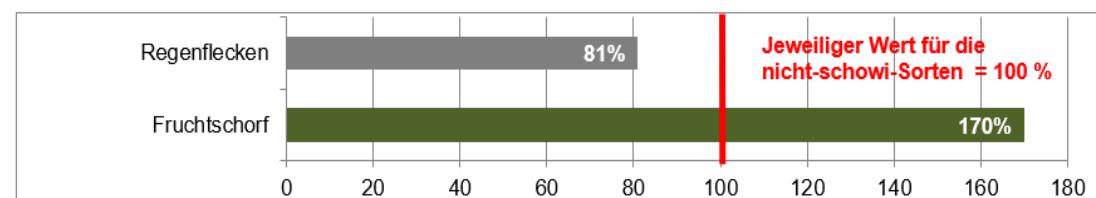


Abbildung 25: Input-Output-Verhältnis im Jahr 2024 von schorfwiderstandsfähigen (schowi-) Sorten in Relation zu den nicht-schowi-Sorten beim Input an Pflanzenbehandlungsmitteln und der Gesamtzahl aller Behandlungen sowie jeweiliger Anteil befallsfreier (befallene Früchte < 5 %) Anlagen mit Fruchtschorf und Regenflecken pro Jahr. Datengrundlage: Nur Betriebe, die sowohl schowi- als auch nicht-schowi-Sorten haben.

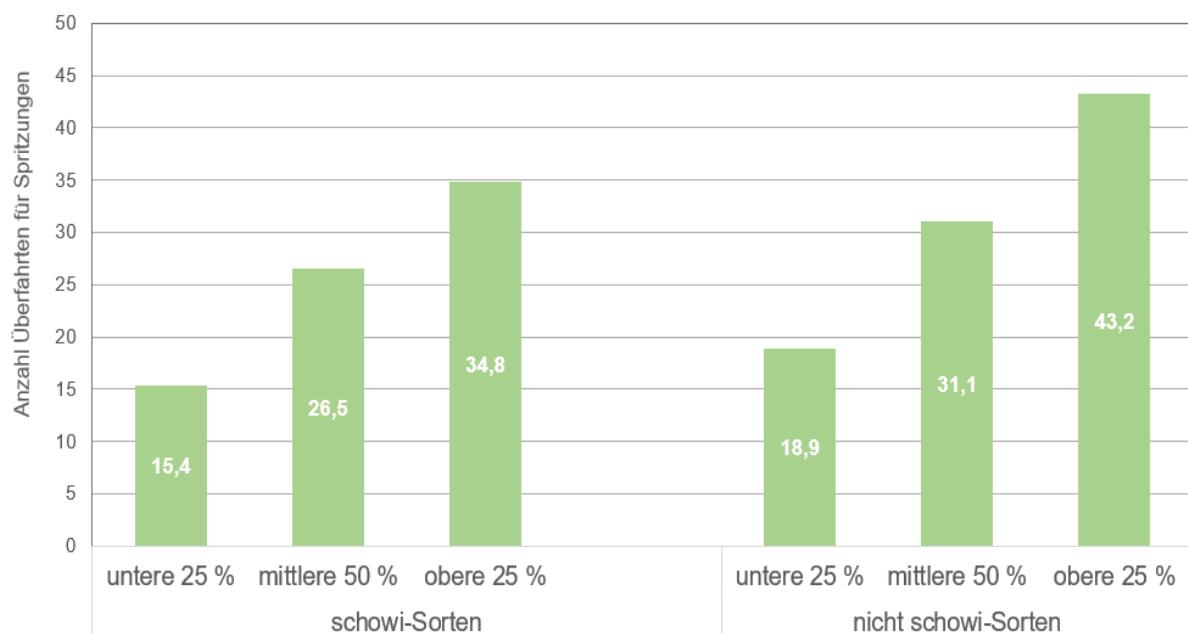


Abbildung 26: Anzahl der Überfahrten für Spritzungen zur Ausbringung aller Pflanzenbehandlungsmittel im Jahr 2024 für schowi und nicht-schowi Sorten (die Zahlen sind etwas zu hoch da aus technischen Gründen auch die Ausbringung der einzelnen Verwirrungs-techniken als Spritzungen gewertet werden).

Betrachtet man die Anzahl der Überfahrten für Spritzungen für die schowi- und nicht-schowi Sorten (Abbildung 26) so fällt vor allem auf, dass die Anzahl bei den oberen 25 %, d.h. bei dem Viertel der Stichproben mit den meisten Überfahrten, bei den schowi-Sorten um fast 10 Überfahrten im Vergleich zu den nicht-schowi Sorten niedriger ist.

## **9.8 Einsatz von Insektiziden, die vor dem Hintergrund des Schutzes der Artenvielfalt besonders relevant sind**

Ein breit wirksames Pyrethrumpräparat wurde im Jahr 2024 zum Austrieb mit einer Applikation gegen Apfelblütenstecher nur auf 17 Prozent der ausgewerteten Flächen eingesetzt. Auf 0,7 Prozent der Fläche erfolgte in 2024 eine zweite Applikation noch im Lauf des Monats März.

Der Einsatz des Mittels Spinosad ist bei den deutschen Ökoverbänden im Kernobst nicht zulässig.

## **9.9 Strategie für die Weiterentwicklung des Anbausystems**

Ein vielfältiges robustes Apfelsortiment ist Basis einer resilienteren Bioobstanlage der Zukunft.

Sehr wichtig ist die Verfügbarkeit von robusten marktgängigen Sorten. Die Schorfresistenz, die auf dem Rvi6-Gen basiert und die derzeit noch eine Mehrheit der Sorten tragen, ist zwar inzwischen weitgehend durchbrochen und es spielen auch zunehmend andere Krankheiten wie z.B. die Regenfleckenkrankheit eine Rolle. Trotzdem hat in 2024 bei den extremen Witterungsverhältnissen ein Großteil dieser Sorten eine deutlich höhere Robustheit gezeigt. Es ist daher nach wie vor sinnvoll, diese Sorten als Brückentechnologie zu nutzen, bis Sorten mit breiterer genetischer Basis der Robustheit zur Verfügung stehen. Es war aber auch sehr gut sichtbar, dass in den am meisten verbreiteten Sorten Topaz und Santana die Resistenzdurchbrüche stärker und häufiger

**Blattschorf Ahausen 2024 und Durchschnitt 22-23**

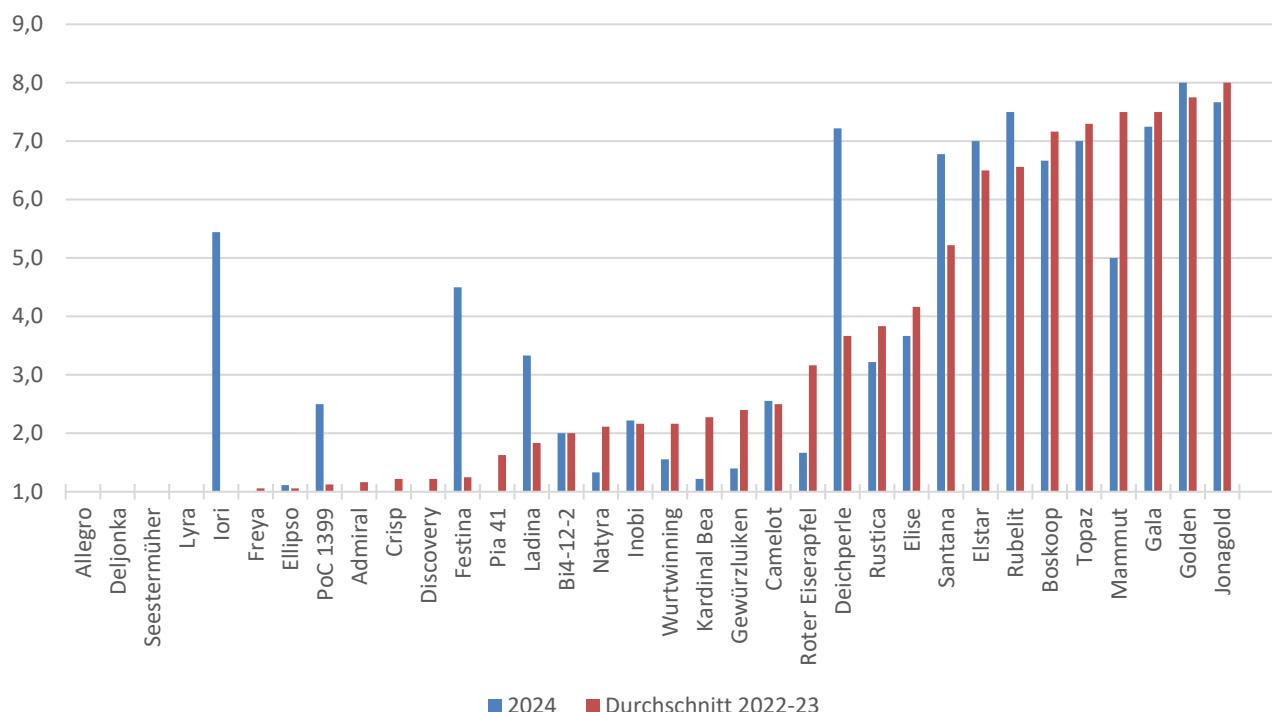


Abbildung 27: Mittlerer Blattschorfbefall 2024 (nach Lateur) am Versuchsstandort Ahausen

waren. Denn auch innerhalb der Rvi6-Gen-basierten Sorten gibt es Unterschiede in der Empfindlichkeit. Um diese zu testen, werden interessante Sorten im Rahmen des vom MLR Baden-Württemberg geförderten regionalen Arbeitsnetzes der FÖKO laufend auf Vitalität und die Möglichkeiten der Reduzierung von Kupferpräparaten beobachtet und abgeprüft (siehe hierzu Abbildung 27). Auch hier ist die hohe Empfindlichkeit von Topaz im Vergleich zu weniger häufig angebauten Sorten sichtbar.

Von entscheidender Bedeutung ist es, dass möglichst schnell neue Sorten mit Resistenzen oder Toleranzen, die nicht auf dem Rvi6-Gen, sondern auf unterschiedlicher, möglichst breiter genetischer Grundlage, basieren, zur Verfügung stehen. Eine zentrale Rolle spielt hierbei die partizipative Züchtungsarbeit an der LVWO Weinsberg, welche zusammen mit KOB und FÖKO in den gemeinsamen EIP-Projekten „Robuste Apfelsorten für den Ökoobstbau“ (2016-2021) und „Frosttolerante Sorten“ (2022-2024), die Sortenentwicklung vorantreiben. Aus diesen Projekten sind am Standort Heuchlingen ca. 3000 innovative Zuchtklone als ein Grundstein für regionale Vielfalt entstanden.

Möglichst umgehend ist eine andere Sortenstrategie, die auf einer Sortenvielfalt beruht, allerdings unverzichtbar. Der Apfelmarkt, insbesondere die konzentrierten LEH-Strukturen, setzt allerdings auf wenige, oft hochanfällige „Welt“sorten. Gemanagt in exklusiven Clubkonzepten verstärkt dies die Abhängigkeit der Betriebe von diesen Strukturen und schließt kleinstrukturierte Betriebe, die in Baden-Württemberg häufig sind, aus.

Im Rahmen des EIP-Projekts der OPG „Inwertsetzung Ökoobst“ (2021-2024) wurde der Flaschenhals der Ladentheken als mögliche Ursache für das Scheitern neuer Sorteninnovationen und großer Vielfalt identifiziert. In diesem von der FÖKO geleiteten Projekt konnten zusammen mit Praxisvertretern und Vermarktung in Baden-Württemberg erste Ansätze erarbeitet werden, wie die Umweltleistungen der Betriebe honoriert und dem Markt verständlich gemacht werden kann. Es entstand die Idee eines Dachmarkenkonzepts, das darauf abzielt, eine Vielzahl von Sorten zu vermarkten und Umweltleistungen zu kommunizieren.

Es gilt nun gemeinsam mit Partnern entlang der ganzen Wertschöpfungskette das Konzept am Markt zu testen, weiter zu entwickeln und einzuführen. Das innovative Konzept steht allen Biobetrieben offen und trägt dazu bei, Einkommen/Wertschöpfung betrieblich und regional zu sichern. Im Rahmen eines neuen EIP-Projektes „Innovatives Dachmarkenkonzept („Biostars“): Ausarbeitung eines Vermarktungskonzepts und Selektion robuster regionaler Sorten zusammen mit Versuchsanstalten, Praxis und der gesamten Wertschöpfungskette“ soll dies umgesetzt werden.

Die bisherigen Arbeiten werden seither über Projekte finanziert. Ein eigenes regionales Züchtungsprogramm mit hierfür fest installierten Personalstellen ist nach wie vor zwingend notwendig. Vorkommen und Anpassung der wichtigsten Pilzkrankheiten sind regional zu betrachten und so sind langfristig stabile schowi-Sorten auch vor Ort zu züchten, zu selektionieren und unter Biopraxisbedingungen abzuprüfen. Um langfristig hoch spezialisierte und motivierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die Züchtungsarbeit zu gewinnen, ist ein institutioneller Züchtungsauftrag mit festen Personalstellen an der LVWO zwingend erforderlich.

Die Reduktion der Anzahl der Überfahrten für Spritzungen und die Minimierung des Kupfereinsatzes bei weniger empfindlichen Sorten sind wesentliche Ziele in der Weiterentwicklung des Anbaus, wobei die Strategie zur Regulierung des Apfelwicklers zusammen mit der Pilzregulierung berücksichtigt werden muss. Diese Fragestellung wird seit Anfang 2023 im Rahmen des BÖL-Projektes OEKOAPFELFORWARD bearbeitet.

Bei der Regulierung von Insekten ist es entscheidend, die Nützlingsförderung und die direkte Regulierung in möglichst optimalen Bausteinstrategien intelligent zu kombinieren und gleichzeitig den Beitrag der Obstanlage zur Biodiversität in der Agrarlandschaft möglichst noch zu erhöhen. Ein erster Maßnahmenkatalog zur Förderung der Biodiversität in Öko-Obstanlagen wurde im Rahmen eines vom BfN mit Mitteln des BMUV aber auch mit Unterstützung

des MLR geförderten Projektes mit den Betrieben zusammen erarbeitet ([www.biodiv-oekoobstbau.de](http://www.biodiv-oekoobstbau.de)). Wenn Biodiversitätsförderung und Insektenregulierung zusammen gedacht werden sollen, ist noch sehr viel Forschungsarbeit zu leisten und die Strategien müssen ständig an die sich ändernden Verhältnisse angepasst werden. Im Rahmen vom MLR geförderter Projekte wird derzeit eine intensive Zusammenarbeit des Instituts für Landschafts- und Pflanzenökologie der Uni Hohenheim mit dem Fachbereich Ökologischer Obstbau des KOB und der FÖKO aufgebaut. Derzeit werden die Nebenwirkungen des Einsatzes von Pyrethrum-präparaten gegen Apfelblütenstecher untersucht, Maßnahmen zur Risiko-minimierung und zur

Reduktion des Befallsdrucks entwickelt sowie an der Strategie zur Regulierung der Blutlaus gearbeitet. Eine Verfestigung des Personals für diese Zusammenarbeit ist für die weitere Entwicklung der Insektenregulierung und Biodiversitätsförderung im Öko-Obstbau unbedingt notwendig.

## 10. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Wein

Ähnlich wie der ökologische Obstbau kann der ökologische Weinbau als Dauerkultur nicht von den Vorteilen der sonst im ökologischen Landbau so wichtigen Fruchtfolge mit ihrer phytosanitären Wirkung profitieren. Die Weinreben sind somit dem stetigen Befallsdruck durch Pilzkrankheiten, Viren oder Schädlinge ausgesetzt, welche über mehrere Jahre die Rebe als Wirt halten. Neben neuen Sortenzüchtungen sorgen vorbeugende Maßnahmen wie eine angepasste Entblätterung oder das rasche Ernten eines Traubenbestandes im ökologischen Weinbau für eine Eindämmung von Krankheiten und Schädlingen. Des Weiteren spielt der Boden eine große Rolle. Bei hochwertigen Weinen wird oftmals über das Terroir gesprochen, also wie sich bspw. die geographische Lage, Bodenbeschaffenheit und Bodenart auf den Wein auswirken. Gerade beim Anbau in Steillagen ist

eine wohl überlegte, angepasste Bodenbearbeitung existenziell. In der Erhebung des Jahres 2024 wurden die Daten von acht Betrieben untersucht, wodurch die getroffenen Aussagen nicht für ganz Baden-Württemberg repräsentativ sind. Vielmehr sollen die Ergebnisse als Teil eines Lernprozesses gelten, in dessen Zuge die Erhebungsbögen bspw. bereits weiterentwickelt wurden und über die Jahre weitere Erkenntnisse gewonnen werden können.

### 10.1. Krankheiten und Schädlinge

Im ökologischen Weinbau stellen vor allem pilzliche Schaderreger die größte Herausforderung

## Krankheiten und Schädlinge

---

für die Pflanzengesundheit dar, da sie erhebliche Ertrags- und Qualitätseinbußen verursachen können. Besonders in Jahren mit hoher Luftfeuchtigkeit und langanhaltender Blattnässe kommt es häufig zu starken Infektionen. Zu den bedeutendsten Krankheiten zählen der Falsche Mehltau (*Plasmopara viticola*) und der Echte Mehltau (*Erysiphe necator*), die weltweit als die beiden wichtigsten Pilzkrankheiten der Rebe gelten.

Der Falsche Mehltau, auch als *Peronospora* bezeichnet, ist eine obligat biotrophe Oomycete, die nur auf lebendem Pflanzengewebe überlebt. Der Erreger überwintert in befallenem Laub und als Oosporen im Boden. Bei feucht-milden Witterungsbedingungen mit Temperaturen über 10 °C und Niederschlägen von mehr als 10 mm innerhalb von 24 Stunden infiziert der Pilz im Frühjahr junge Blätter und Gescheine. Besonders empfindlich sind die Reben zwischen den Entwicklungsstadien BBCH 57 (Gescheine voll entwickelt) und BBCH 75 (Beeren erbsengroß). In diesen Phasen kann es durch Infektionen zu massiven Blattverlusten und Ertragsausfällen kommen, da die Assimilationsleistung der Pflanzen stark eingeschränkt wird. In den niederschlagsreichen Jahren 2016, 2021, 2023 und 2024 kam es vielerorts zu gravierenden *Peronosporaschäden*.



Bild 18: Peronosporabefall. (© BÖW)

Im ökologischen Weinbau wird der Falsche Mehltau in erster Linie präventiv kontrolliert – durch eine luftige Laubwandgestaltung, gezielte Entblätterung, ausgewogene Nährstoffversorgung und die Entfernung von befallenem Laubmaterial.

Ergänzend kommen kupferhaltige Pflanzenschutzmittel zum Einsatz, deren Anwendung durch Richtlinien der ökologischen Verbände streng begrenzt ist. Langfristig spielt auch die Resistenzzüchtung eine wichtige Rolle: Sorten wie Cabernet blanc, Regent oder Souvignier gris verfügen über erhöhte Toleranzen gegenüber *Plasmopara viticola* und tragen somit zur Reduzierung des Pflanzenschutzaufwands bei.

Der Echte Mehltau, auch *Oidium* genannt, wird durch den Schlauchpilz *Erysiphe necator* verursacht. Er überwintert als Myzel oder als Kleistothecien auf Rebholz und infiziert im Frühjahr Triebe, Blätter und Beeren. Befallene Pflanzenteile sind an einem typischen weißen, mehlartigen Pilzbelag zu erkennen. Der Pilz entzieht der Pflanze Nährstoffe, was zu einem verringerten Zuckergehalt der Beeren und somit zu Qualitätseinbußen im Wein führt. Optimale Entwicklungsbedingungen liegen bei Temperaturen zwischen 20 °C und 25 °C sowie bei mäßiger Luftfeuchtigkeit. Besonders gefährlich ist der Befall an Trauben, da diese ihre natürliche Wachssschicht verlieren und dadurch anfälliger für Sekundärinfektionen wie *Botrytis cinerea* werden. Befallenes Traubengut kann zu muffigen Fehltönen im Wein führen. Zur Kontrolle werden im ökologischen Weinbau Schwefelpräparate, Molke- oder Pflanzenstärkungsmittel eingesetzt, ergänzt durch Maßnahmen wie Entblätterung, Ertragsregulierung und eine stabile Laubwand, die für ein günstiges Mikroklima sorgt.

Neben diesen beiden Hauptkrankheiten treten weitere Pilzkrankheiten auf, die regional unterschiedlich stark von Bedeutung sind. Die Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) verursacht braun-schwarze Flecken auf Blättern und Früchten und tritt bevorzugt in warm-feuchten Jahren auf. Die Graufäule (*Botrytis cinerea*) ist vor allem in der Reifephase problematisch, insbesondere bei dichter Traubenstruktur und feucht-warmer Witterung. Sie kann in kurzer Zeit zu massiven Traubenverlusten führen. Durch rechtzeitige Entblätterung, eine reduzierte Stockbelastung und luftige Traubenzonen lässt sich die Infektionsgefahr deutlich verringern.

Ein zunehmend bedeutender Schadkomplex ist die Holzkrankheit ESCA, die insbesondere durch den Mittelmeer-Feuerschwamm (*Fomitiporia mediterranea*) verursacht wird. Betroffen sind vor allem ältere Rebstöcke ab etwa 20 bis 25 Jahren. Typische Symptome sind Blattnekrosen, Streifenverfärbungen im Holz und das allmähliche Absterben ganzer Stöcke. Eine direkte Bekämpfung ist bislang nicht möglich. Als einzige Maßnahme gilt das Entfernen und fachgerechte Entsorgen befallener Reben sowie die Desinfektion von Schnittwerkzeugen, um die Ausbreitung zu verhindern.

Unter den tierischen Schädlingen spielt die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) eine zunehmende Rolle. Sie befällt insbesondere spätreifende rote Sorten, wobei die Eiablage in reifende Beeren zu Fruchtfäulnis und Sekundärinfektionen führt. Eine gute Durchlüftung der Traubenzone und eine frühzeitige Ernte können den Befall deutlich reduzieren. Eine noch größere potenzielle Gefahr stellt die Goldgelbe Vergilbung (*Flavescence dorée*) dar, ein durch Phytoplasmen verursachter Quarantäneschaderreger, der in mehreren europäischen Weinbaugebieten bereits verbreitet ist. Die Krankheit führt zu gelblichen oder rötlichen Blattverfärbungen, Einrollen der Blätter, Welken der Trauben und allgemeiner Schwächung der Rebe. Übertragen wird der Erreger durch die Amerikanische Rebzikade (*Scaphoideus titanus*). Obwohl die Krankheit in Deutschland bislang nur vereinzelt nachgewiesen wurde, besteht aufgrund des Klimawandels ein erhöhtes Einschleppungsrisiko. Im Falle eines Ausbruchs werden behördlich angeordnete Tilgungsmaßnahmen umgesetzt, die je nach Befallsstärke auch den Einsatz von biologisch zugelassenen Insektiziden und die Rodung befallener Reben umfassen können.

Insgesamt zeigt sich, dass die Gesunderhaltung der Reben im ökologischen Weinbau in hohem Maße von einem Zusammenspiel aus klimaangepasster Kulturführung, resistenten Sorten, gezielter Laubpflege und vorbeugenden Hygienemaßnahmen abhängt. Durch ein integriertes Managementsystem lässt sich der Einsatz zulassener Pflanzenschutzmittel minimieren und die ökologische Nachhaltigkeit des Weinbaus langfristig sichern.

## 10.2. Sorten und Züchtung

Im ökologischen Weinbau kommt der Sortenwahl und Rebenzüchtung eine zentrale Bedeutung zu, da sie maßgeblich über Pflanzengesundheit, Pflanzenschutzbedarf und die Qualität des Endprodukts entscheidet. Noch stärker als in anderen landwirtschaftlichen Kulturen definiert sich der vermarktete Wein über die verwendeten Rebsorten – sie bestimmen nicht nur das Aroma und den Charakter des Weins, sondern auch die ökologische Stabilität des Anbausystems.

In den letzten Jahrzehnten wurden zunehmend PIWI-Rebsorten (pilzwiderstandsfähige Rebsorten) gezüchtet, die durch Kreuzung von *Vitis vinifera* mit pilzresistenten Wildrebenarten (z. B. *Vitis rupestris*, *Vitis riparia* oder *Vitis amurensis*) entstehen. Ziel dieser Kreuzungen ist die dauerhafte Reduktion des Pflanzenschutzaufwands, insbesondere gegen den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*) und den Echten Mehltau (*Erysiphe necator*). Während PIWI-Sorten in der Vergangenheit häufig wegen sensorischer Defizite (z. B. „Fuchston“) auf dem konservativen Weinmarkt auf Skepsis stießen, haben moderne Züchtungen erhebliche Fortschritte erzielt. Heute erreichen viele PIWI-Weine eine gleichwertige sensorische Qualität im Vergleich zu klassischen Sorten und gewinnen sowohl im Fachhandel als auch bei Verbrauchern zunehmend an Akzeptanz.

Zu den wichtigsten weißen PIWI-Rebsorten zählen unter anderem *Souvignier gris*, *Solaris*, *Cabernet blanc*, *Johanniter*, *Muscaris* und *Hibernal*. Diese zeichnen sich durch hohe Resistenzen gegenüber *Peronospora* und *Oidium* sowie eine robuste Holzstruktur aus. Beispielsweise besitzt *Solaris* eine sehr hohe Resistenz gegen den Falschen Mehltau und eine gute Toleranz gegen *Oidium*, kombiniert mit einer frühen Reife – was ihn besonders für kühlere Lagen prädestiniert. *Cabernet blanc* dagegen zeigt eine ausgewogene Reifezeit und stabile Erträge bei gleichzeitig hoher Resistenz gegen beide Hauptkrankheiten.

Bei den roten PIWI-Rebsorten finden sich Sorten wie *Regent*, *Cabernet Jura*, *Pinotin*, *Cabernet Cortis*, *Cabernet Cantor* und *Prior*. *Regent* gilt

## Sorten und Züchtung

---

als eine der bekanntesten und am weitesten verbreiteten pilzwiderstandsfähigen Rotweinsorten in Deutschland. Sie besitzt eine gute Resistenz gegen Peronospora und Oidium, zeigt aber eine gewisse Anfälligkeit für Botrytis bei dichter Traubenstruktur. Neuere Züchtungen wie Cabernet Jura oder Cabernet Cortis bieten eine verbesserte Krankheitsresistenz und eine feinere Aromatik, die mit klassischen Sorten wie Spätburgunder oder Cabernet Sauvignon vergleichbar ist.

Die Züchtungsziele im ökologischen Weinbau gehen heute weit über reine Krankheitsresistenz hinaus. Neben einer stabilen Polyresistenz gegen die wichtigsten Pilzkrankheiten stehen zunehmend klimatische Anpassungsstrategien im Vordergrund. Durch die globale Erwärmung reifen viele traditionelle Sorten deutlich früher, was zu erhöhten Mostgewichten, höheren Alkoholgehalten, niedrigeren Säurewerten und flacheren Aromen führt. Daher konzentrieren sich moderne Züchtungsprogramme auf Sorten mit späterem Austrieb, verzögter Blüte und Reife sowie auf einem stabilen Säureprofil, um den Auswirkungen der Klimaerwärmung entgegenzuwirken. Auch die Entwicklung von Sorten mit höherer Trockenstresstoleranz, tieferer Wurzelbildung und erhöhter UV-Resistenz gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Verbesserung der Weinqualität pilzwiderstandsfähiger Sorten durch gezielte Rückkreuzungen mit hochwertigen *Vitis vinifera*-Sorten. Damit sollen die sortentypischen Aromaprofile klassischer Reben – etwa von Riesling, Pinot noir oder Chardonnay – in widerstandsfähige Sorten integriert werden, ohne die Krankheitsresistenz zu verlieren.

In den für das Jahr 2024 betrachteten ökologischen Betrieben wurden überwiegend PIWI-Rebsorten angebaut. Unter den erfassten Sorten befanden sich Souvignier gris, Solaris, Cabernet blanc, Muscaris, Johanniter und Regent. Diese Sorten decken ein breites Spektrum an Reifezeiten und Aromaprofilen ab – von frühreifen, fruchtbetonten Weißweinen bis hin zu kräftigen, tanninreichen Rotweinen. Durch ihre hohe Pilzresistenz ermöglichen sie eine deutliche Reduktion

der Pflanzenschutzmaßnahmen und tragen somit zu einer nachhaltigeren, ressourcenschonenden Bewirtschaftung bei.

Langfristig wird die Weiterentwicklung dieser Sorten durch polygenetische Resistenzverankerung (statt monogener Resistenz) ein zentrales Ziel der Züchtung bleiben. Dies erhöht die dauerhafte Stabilität der Resistenz und verhindert Resistenzdurchbrüche bei sich wandelnden Erregerrassen. Unterstützt wird dieser Prozess zunehmend durch moderne molekulare Methoden wie Marker-gestützte Selektion (MAS), Genomkartierung und Genom-Editing, wodurch die Entwicklung neuer, klimafester und resistenter Rebsorten beschleunigt werden kann.

Damit stellen PIWI-Sorten im ökologischen Weinbau nicht nur eine agronomisch sinnvolle, sondern auch ökonomisch und ökologisch zukunftsweisende Strategie dar, um Weinbau unter den Bedingungen des Klimawandels resilient und nachhaltig zu gestalten.

Folgende Sorten wurden auf den angegebenen Flächen im Jahr 2024 erfasst:

**Tabelle 42: Sortenanteile Wein 2024. PIWI-Rebsorten sind mit (PIWI) gekennzeichnet.**

| Rebsorte              | Fläche (ha) | Anteil an Gesamtfläche (%) |
|-----------------------|-------------|----------------------------|
| Riesling              | 13,171      | 23,06%                     |
| Spätburgunder         | 9,008       | 15,77%                     |
| Lemberger             | 4,790       | 8,38%                      |
| Grauburgunder         | 4,226       | 7,40%                      |
| Trollinger            | 3,195       | 5,59%                      |
| Weißburgunder         | 2,988       | 5,23%                      |
| Müller-Thurgau        | 2,238       | 3,92%                      |
| Sauvignon Blanc       | 1,620       | 2,84%                      |
| Regent (PIWI)         | 1,401       | 2,45%                      |
| Johanniter (PIWI)     | 1,367       | 2,39%                      |
| Chardonnay            | 1,112       | 1,95%                      |
| Muskattrollinger      | 0,889       | 1,56%                      |
| Cabernet Blanc (PIWI) | 0,859       | 1,50%                      |
| Samtrot               | 0,739       | 1,29%                      |
| Monarch (PIWI)        | 0,694       | 1,22%                      |

| Rebsorte                   | Fläche (ha) | Anteil an Gesamtfläche (%) |
|----------------------------|-------------|----------------------------|
| Zweigelt                   | 0,681       | 1,19%                      |
| Syrah                      | 0,610       | 1,07%                      |
| Muscaris (PIWI)            | 0,609       | 1,07%                      |
| Silvaner                   | 0,549       | 0,96%                      |
| Muskateller                | 0,488       | 0,85%                      |
| Portugieser                | 0,473       | 0,83%                      |
| Kerner                     | 0,465       | 0,81%                      |
| Souvignier gris (PIWI)     | 0,461       | 0,81%                      |
| Solaris (PIWI)             | 0,449       | 0,79%                      |
| Schwarzriesling            | 0,381       | 0,67%                      |
| Dornfelder                 | 0,372       | 0,65%                      |
| Pinot Meunier              | 0,360       | 0,63%                      |
| Cabernet Cortis (PIWI)     | 0,314       | 0,55%                      |
| Gewürztraminer             | 0,295       | 0,52%                      |
| Chnín Blanc                | 0,284       | 0,50%                      |
| Brache                     | 0,281       | 0,49%                      |
| Auxerrois                  | 0,263       | 0,46%                      |
| St. Laurent                | 0,240       | 0,42%                      |
| Brache (ohne Pflanzerecht) | 0,230       | 0,40%                      |
| Helios (PIWI)              | 0,225       | 0,39%                      |
| Blütenmuskateller          | 0,139       | 0,24%                      |
| Traminer                   | 0,120       | 0,21%                      |
| Cabernet Carol (PIWI)      | 0,101       | 0,18%                      |
| Merlot                     | 0,085       | 0,15%                      |
| Scheurebe                  | 0,085       | 0,15%                      |
| Gemischter Satz            | 0,069       | 0,12%                      |
| Fr 629-2005r               | 0,063       | 0,11%                      |
| PIWI div.                  | 0,060       | 0,11%                      |
| Souvignac (PIWI)           | 0,042       | 0,07%                      |
| Cabnet Mitos               | 0,030       | 0,05%                      |
| Calastra                   | 0,002       | 0,004%                     |
| Saphira (PIWI)             | 0,002       | 0,003%                     |
| Rot. WE 94-26-37           | 0,002       | 0,003%                     |

Tabelle 38 veranschaulicht, welche Sorten auf wie viel Fläche innerhalb der Erhebung kultiviert wurden. Der Anteil der sogenannten klassischen Rebsorten (z.B. Spätburgunder, Gutedel, Grauburgunder, Weißburgunder, Chardonnay, u.a.) ist gegenüber den Vorjahren 2021 und 2022 zurückgegangen. Lag der Flächenanteilanteil dieser Reb-

sorten 2022 noch bei 85,5 % der in der Erhebung betrachteten Fläche, so sank deren Flächenanteil in 2023 auf 69,18 %. Demgegenüber stieg der Flächenanteil, welcher mit PIWI-Rebsorten bestockt sind. Der Flächenanteil an PIWI-Rebsorten lag 2022 noch bei 14,5 %, in dem diesem Bericht zugrundeliegenden Erfassungsjahr 2023 wurde von den betrachteten Betrieben auf 30,82 % oder 12,36 ha der Rebfläche PIWI-Rebsorten kultiviert.

## 10.3. Düngung

Für das Rebenwachstum und letztlich eine gute Qualität der Ernte ist Stickstoff auch im Weinbau elementar, wenngleich der N-Bedarf der Reben im Vergleich zu den Ackerkulturen eher geringer ausfällt. Die Einsaat von Begrünungen mit einem entsprechenden Anteil an Leguminosen in der Begrünungsmischung ist eine wesentliche Maßnahme, um im ökologischen Weinbau die Fruchtbarkeit zu erhalten bzw. zu erhöhen (s.u.). Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung der Nährelementversorgung der Reben kann im Ökologischen Weinbau über eine Düngung mit Wirtschaftsdüngern und/oder organischen Handelsdüngern erfolgen. Zwei der neun befragten Betriebe bewerkstelligen die angemessene Nährlementversorgung ihrer Reben ausschließlich über die Begrünung der Rebgasse bei Verwendung einer entsprechend leguminosenreichen Begrünungsmischung. Sieben der betrachteten Betriebe verwenden zusätzlich zur Begrünung mit Leguminosenanteil auch noch Wirtschaftsdünger oder organische Handelsdünger. In 6 Betrieben wurde 2024 Stickstoff gedüngt, dabei wurden Haarmehlpellets, Grünschnithäcksel und Kompost verwendet. Im Durchschnitt wurden dort 21 kg N/ha (2023: 32,86 kg N/ha) ausgebracht (vgl. Tabelle 43).

**Tabelle 43: Düngemaßnahmen 2023**

|                     | Fläche [ha] | Durchschnittlich kg N/ha | Anteil an Gesamtfläche [%] |
|---------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|
| Nur durch Begrünung | 27,05       | -                        | 28%                        |
| Gedüngt             | 68,43       | 21                       | 72%                        |

## 10.4 Wichtige Maßnahmen der Kulturführung

### Begrünung zwischen den Reihen

Eine Begrünung zwischen den Rebzeilen stellt ein zentrales Element der nachhaltigen Weinbergsbewirtschaftung dar. Sie erfüllt mehrere ökologische und produktionstechnische Funktionen:

- Erosionsschutz: Die Pflanzenbedeckung reduziert Oberflächenabfluss und Bodenabtrag insbesondere auf Hanglagen.
- Nährstoffmanagement: Leguminosen fixieren atmosphärischen Stickstoff und verbessern so die Stickstoffversorgung der Reben indirekt.
- Humusaufbau: Die organische Substanz aus Begrünungsrückständen fördert die Humusbildung und somit die Bodenstruktur und Wassерhaltefähigkeit.
- Biodiversität: Blühende Arten bieten Lebensraum und Nahrung für Bestäuber und Nützlinge, was zur natürlichen Schädlingsregulation beiträgt.
- Beikrautregulierung: Dichte Begrünungen unterdrücken unerwünschte Beikräuter und verringern den mechanischen Pflegeaufwand.

Alle untersuchten Betriebe setzen eine Begrünung auf sämtlichen Rebflächen ein. Sieben Betriebe arbeiten mit gezielter Einsaat von Begrünungsmischungen, während ein Betrieb auf natürlichen Aufwuchs setzt. Unter den eingesäten Varianten zeigen sich Unterschiede in Artenvielfalt und Funktionsschwerpunkt

**Tabelle 44: Düngemaßnahmen 2024**

| Begrünung/Mischung                  | Anzahl Betriebe | Arten in Mischung |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>natürlicher Aufwuchs</b>         | 1               | -                 |
| <b>Roggen, Biofa-Wintervielfalt</b> | 2               | 7                 |
| <b>Roggen-Wicke</b>                 | 1               | 2                 |
| <b>Wolff Mischung</b>               | 3               | 29                |

Die Wolff-Mischung zeichnet sich durch eine besonders hohe Artenvielfalt (29 Arten) aus und enthält neben Gräsern und Leguminosen auch zahlreiche Kräuter, die eine lange Blühdauer, tiefe Durchwurzelung und hohe Anpassungsfähigkeit bieten. Einfachere Mischungen, etwa auf Basis von Roggen oder Wicke, fokussieren stärker auf Bodenbedeckung, Stickstofffixierung und Biomasseproduktion.

Um die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe zwischen Begrünung und Rebe zugunsten der Rebe zu regulieren, kann die Begrünung gewalzt werden.

Diese Maßnahme eignet sich vor allem für Mischungen mit einem hohen Anteil krautiger, aufrechter Pflanzenarten. Durch das Abknicken der Stängel wird der Wuchsmechanismus gestört, die Photosyntheseleistung reduziert und somit die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Begrünung begrenzt, ohne sie vollständig zu zerstören. Gleichzeitig bleiben Erosionsschutz und Bodenbedeckung erhalten.

Der Walzzeitpunkt hängt von der Einsaat und der phänologischen Entwicklung der Begrünung ab. Optimal ist das Stadium kurz vor der Blüte, wenn ausreichend Biomasse vorhanden ist, aber die Pflanzen noch nicht vollständig verholzt sind.

Im Jahr 2024 wurde die Begrünung auf 80,09 ha (84 %) der beobachteten Rebflächen gewalzt (2023: 38,03 ha bzw. 95,82 %). Auf der gesamten Fläche erfolgte zusätzlich ein Mulchschnitt, um die organische Substanz dem Boden zurückzuführen. Das Mulchgut fördert die mikrobielle Aktivität, verbessert die Bodenstruktur und trägt zum Humusaufbau und zur Nährstofffreisetzung bei.



Bild 19: Walzen der Begrünung. (© BÖW)

## **Entblätterung und andere vorbeugende Maßnahmen**

Die Entblätterung der Traubenzone dient primär der Verbesserung der Luftzirkulation und Sonneneinstrahlung im Fruchtbereich. Dadurch wird das Mikroklima für pilzliche Erreger wie Botrytis cinerea (Grauschimmel) und Plasmopara viticola (Falscher Mehltau) ungünstiger, was den Infektionsdruck reduziert. Gleichzeitig wird die Traubenqualität durch erhöhte Sonneneinstrahlung und verbesserte Reifebedingungen positiv beeinflusst.

Im Jahr 2024 wurde die Entblätterung auf 100 % der Rebflächen durchgeführt (2023: 84,53 %; 2022: 75,35 %). Je nach Betrieb erfolgte die Maßnahme maschinell (z. B. mit Druckluft- oder

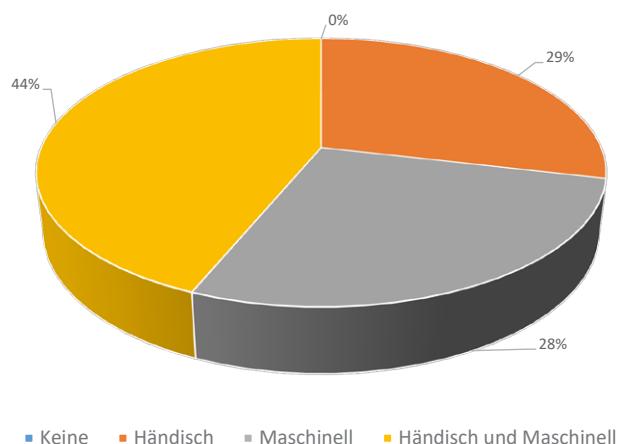


Abbildung 28: Art der Entblätterung auf Anteil der Gesamtfläche.

Zupfwalzenaggregaten) oder händisch, wobei letzteres eine gezieltere Steuerung erlaubt, jedoch arbeitsintensiver ist.

Zusätzlich führten alle Betriebe ein Ausbrechen überzähliger Triebe im Kopfbereich und an der Basis der Fruchttriebe durch. Diese Maßnahme verbessert die Durchlüftung und Lichtverteilung im Stockbereich und wirkt ebenfalls prophylaktisch gegen Pilzkrankheiten.

Die Traubenteilung, d. h. das gezielte Entfernen eines Teils der Beeren zur Qualitätssteigerung und Krankheitsvorbeugung, wurde auf 45 % der Reb-

flächen praktiziert (2023: 24,7 %; 2022: 30,31 %).

Zusätzlich führten alle Betriebe ein Ausbrechen überzähliger Triebe im Kopfbereich und an der



Bild 20: Entblätterte Traubenzone. (© BÖW)

Basis der Fruchttriebe durch. Diese Maßnahme verbessert die Durchlüftung und Lichtverteilung im Stockbereich und wirkt ebenfalls prophylaktisch gegen Pilzkrankheiten.

Die Traubenteilung, d. h. das gezielte Entfernen eines Teils der Beeren zur Qualitätssteigerung und Krankheitsvorbeugung, wurde auf 45 % der Rebflächen praktiziert (2023: 24,7 %; 2022: 30,31 %).

## **10.5. Bodenbearbeitung und mechanische Beikrautregulierung**

Die Bodenbearbeitung dient im Weinbau sowohl der Pflege des Unterstockbereichs als auch der Regulierung von Beikräutern und der Erhaltung der Bodenstruktur.

Eingesetzte Geräte im Untersuchungsjahr 2024 waren:

- Scheibenpflug: zur flachen bis mitteltiefen Lockerung und Einarbeitung von organischem Material.
- Unterstockmulcher und -bürste: mechanische

Beikrautregulierung direkt im Rebenbereich, schonend für Stämme und Jungpflanzen.

- Rollhacke, Fingerhacke, Stammputzer: zur präzisen Bodenlockerung und Entfernung von Beikraut nahe der Reben ohne Herbizideinsatz.
- Grubber und Egge: zur Saatbettbereitung und Bodenlockerung vor der Einsaat von Begrünungsmischungen.

Die Bearbeitungstiefe lag je nach Bodentyp, Hangneigung und Bearbeitungsziel zwischen 10 und 25 cm. Tiefergehende Bearbeitungen fördern die Durchlüftung und Wasseraufnahme, während flache Eingriffe die Bodenstruktur schonen und die Bodenfeuchte erhalten.

Die Anzahl der Überfahrten für Bodenbearbeitung und Unterstockpflege wurde im Jahr 2024 noch nicht systematisch erfasst, soll jedoch in kommenden Erhebungen dokumentiert werden, um den Arbeitsaufwand und Energieeinsatz künftig präziser zu bewerten.

## **10.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln**

Der Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln im Weinbaujahr 2024 war geprägt von einem insgesamt hohen Krankheitsdruck, der vor allem auf die überdurchschnittlich feuchte und witterungsinstabile Vegetationsperiode zurückzuführen war. Zur Bewertung des Gesamtaufwandes wurde der Behandlungsindex (BI) herangezogen, der alle eingesetzten Mittel – Pflanzenschutzmittel, Grundstoffe, Pflanzenstärkungsmittel, Netzmittel und Pheromone – berücksichtigt. Die Berechnung des Index erfolgt, indem die durchschnittliche Gesamtaufwandmenge des jeweiligen Mittels durch die zulässige Höchstaufwandmenge pro Anwendung dividiert wird. Bei Präparaten mit identischem Wirkstoff wurde jeweils die höchste zugelassene Aufwandmenge als Referenzwert herangezogen. Auf diese Weise lässt sich die Intensität der Pflanzenschutzmaßnahmen zwischen Betrieben und Jahren objektiv vergleichen, unabhängig von der konkreten Mittelwahl.

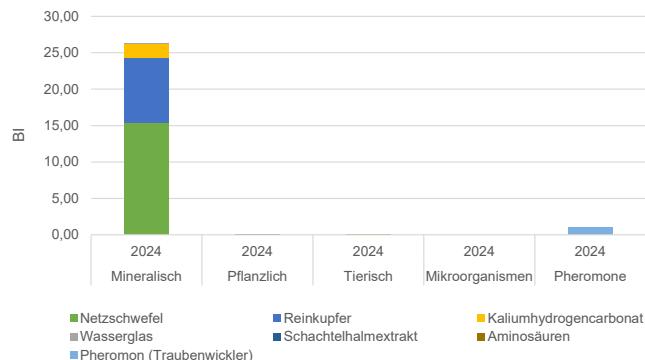


Abbildung 29: Behandlungsindex Wein 2024.

Die Zahl der Überfahrten zur Applikation von Pflanzenbehandlungsmitteln nahm im Vergleich zum Jahr 2023 wieder leicht zu. Diese Entwicklung spiegelt die Witterungsverhältnisse der Saison wider, die durch häufige Niederschlagsereignisse und hohe Luftfeuchtigkeit in der Hauptinfektionsphase geprägt waren. Insbesondere in den Monaten Mai und Juni kam es zu wiederholten Infektionsereignissen, wodurch der Einsatz vorbeugender Maßnahmen intensiviert werden musste. Der erhöhte Behandlungsindex 2024 ist somit vor allem auf den hohen Infektionsdruck durch den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*) und in geringerem Maß auch durch *Botrytis cinerea* zurückzuführen.

Abbildung 30 zeigt die Anzahl der Überfahrten für Applikation Pflanzenschutzmitteln. Im Vergleich zum Jahr 2023 hat die Anzahl an Überfahrten für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln Jahr 2024 wieder etwas zugenommen.

### **Pilzliche Erreger**

#### **Einsatz von Kupferpräparaten**

Kupferpräparate sind im ökologischen Weinbau nach wie vor das wichtigste Mittel zur direkten Bekämpfung pilzlicher Schaderreger. Sie wirken vorbeugend, indem sie die Keimung von Sporangien und Zoosporen auf der Blattoberfläche hemmen, und sind gegen Pathogene wie *Peronospora*, Anthraknose und *Phomopsis* wirksam. Im Rahmen der BÖLW-Kupferminimierungsstrategie sind Betriebe verpflichtet, den Kupfereinsatz schrittweise zu reduzieren und alternative Pflanzenschutzmaßnahmen zu etablieren. Im Jahr 2024 wurden

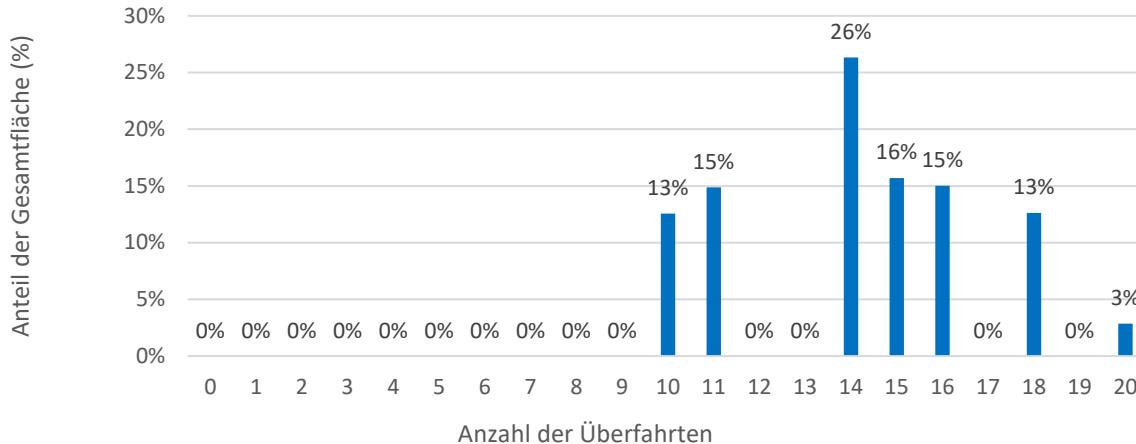


Abbildung 30: Anzahl der Überfahrten für die Ausbringung von Pflanzenbehandlungsmitteln über die Gesamtfäche.

auf allen beobachteten Rebflächen Kupferpräparate eingesetzt (100 %), was auf überdurchschnittlich feuchte Bedingungen und einen hohen Infektionsdruck zurückzuführen ist. In einigen Fällen wurde die zulässige Jahresaufwandmenge von 3 kg Cu/ha über das sogenannte „Kupferkonto“ überschritten, wobei der Fünfjahresdurchschnitt von 4 kg Cu/ha eingehalten werden muss. Ergänzend kamen Schwefelpräparate, Netzmittel und Pflanzenextrakte zum Einsatz, um die Wirksamkeit zu optimieren.

Zur Reduktion des Kupfereinsatzes nutzen viele Betriebe alternative Präparate und Strategien. Pflanzenstärkungsmittel wie Schachtelhalmtee (*Equisetum arvense*), Brennnesselextrakt oder Algenpräparate erhöhen die Widerstandsfähigkeit der Reben, während Grundstoffe wie Molke oder Natriumbicarbonat das Blattmilieu beeinflussen und die Keimung pilzlicher Sporen hemmen. Auch die Optimierung der Applikationstechnik – etwa durch luftunterstützte Sprühgeräte und präzise Düsenkonfigurationen – trägt zu einer gleichmäßigen Benetzung der Laubwand und zur Verringerung von Mittelverlusten bei.

Eine nachhaltige Reduktion des Kupfereinsatzes ist jedoch nur begrenzt möglich, solange Kalium-Phosphonat (KP) im ökologischen Weinbau nicht zugelassen ist. KP bietet eine vergleichbare Wirksamkeit gegen bestimmte pilzliche Pathogene und ist gleichzeitig umweltverträglicher. Ange- sichts zunehmender Witterungextreme und stei-

gender Infektionsrisiken durch den Klimawandel ist seine Zulassung notwendig, um die Pflanzen gesundheit zu sichern, die Kupferminimierungsstrategie umzusetzen und die Ertragssicherheit im ökologischen Weinbau langfristig zu stabilisieren.

Die konsequente Umsetzung kulturtechnischer Maßnahmen – insbesondere Entblätterung, Traubenteilung und ein gezieltes Begrünungsmanagement – unterstützt die phytosanitäre Wirkung zusätzlich. Diese Maßnahmen verbessern die Durchlüftung der Traubenzone, fördern eine rasche Abtrocknung nach Niederschlägen und senken damit den Infektionsdruck. Im Zusammenspiel bilden diese Ansätze die Grundlage eines modernen, integrierten Pflanzenschutzkonzeptes im ökologischen Weinbau, das den Grundsatz „Prävention vor Intervention“ konsequent umsetzt.

Ein zentraler Baustein für den Pflanzenschutz im ökologischen Weinbau ist der Ausbau von Rebflächen mit PIWI-Rebsorten sowie die kontinuierliche Züchtung neuer Sorten mit polygenetisch verankerter Widerstandsfähigkeit. PIWI-Reben zeichnen sich durch eine hohe Resistenz gegenüber den wichtigsten pilzlichen Schaderregern wie Echter Mehltau (*Erysiphe necator*) und Falscher Mehltau (*Plasmopara viticola*) aus, wodurch langfristig der Einsatz von Kupfer und anderen Fungiziden reduziert werden kann. Fünf der acht befragten Betriebe planen daher eine Erweiterung ihrer Flächen mit PIWI-Rebsorten, während ein weite-

## Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

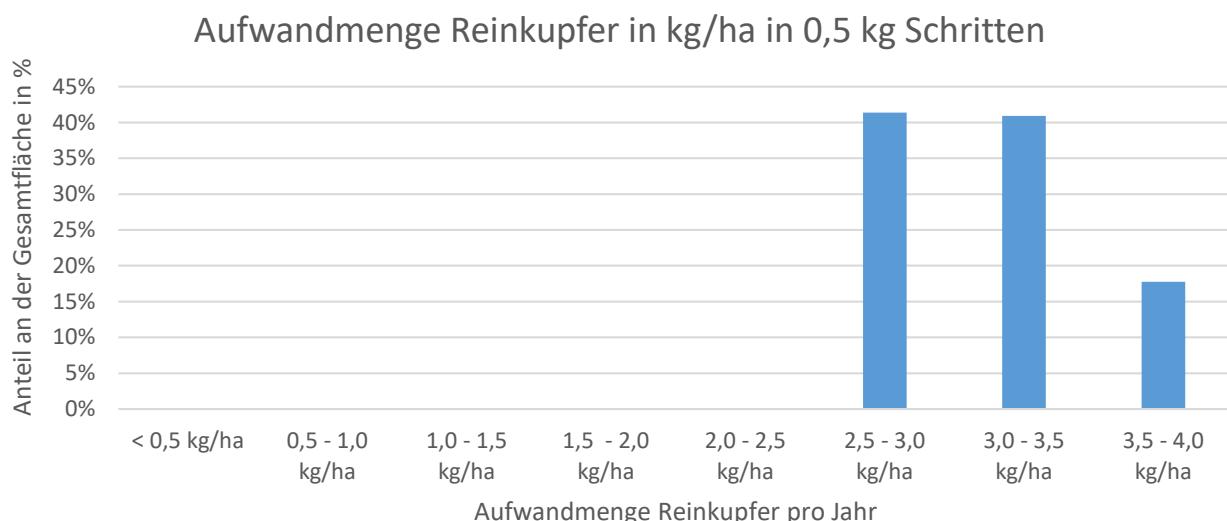


Abbildung 31: Kupferaufwandmenge 2024 Wein.

rer Betrieb bereits vollständig auf solche Sorten umgestellt hat. Die Züchtung neuer PIWI-Sorten bleibt eine zentrale Forderung der BÖLW-Kupferminimierungsstrategie, da sie eine nachhaltige Reduktion des chemischen Pflanzenschutzaufwandes ermöglicht.

Parallel zu züchterischen Maßnahmen werden zahlreiche Naturstoffpräparate im Rahmen von Forschungsprojekten wie VitiFit oder RELACS erprobt. Diese Stoffe sind überwiegend pflanzlichen Ursprungs und wirken entweder direkt fungizid oder stärken die pflanzeneigenen Abwehrmechanismen. Die Praxiseinführung dieser Substanzen gestaltet sich jedoch noch unsicher, da für Pflanzenextrakte derzeit keine angepasste Wirkstoffzulassung existiert. Das komplexe Zulassungsverfahren in Kombination mit einem vergleichsweise kleinen Markt führt häufig zu wirtschaftlich untragbaren Kosten. Eine Anpassung der Datenanforderungen und Risikomodelle an die Eigenschaften von Naturstoffen wäre daher notwendig, um deren Zulassung zu erleichtern. Zusätzlich wird an innovativen Technologien wie der Mikroverkapselung von Kupfer gearbeitet, um die Aufwandmengen weiter zu reduzieren; diese Ansätze haben jedoch noch nicht die Marktreife erreicht. Ein signifikanter Rückschritt im Öko-Pflanzenschutz war der Wegfall von Kaliumphosphonat als Pflanzenstärkungsmittel, das zuvor als wirksame Maßnahme zur Kupferminimierung diente, da eine Aufnahme in die EU-Öko-Verordnung bislang nicht erfolgt ist.

Neben Kupfer spielt Schwefel eine zentrale Rolle in der pilzlichen Krankheitsregulierung, insbesondere gegen Oidium. Im Jahr 2024 wurde Schwefel auf 88,46 % der Rebflächen eingesetzt, mit einer mittleren Aufwandmenge von 3,5 kg/ha je Anwendung, einer durchschnittlichen Anzahl von 13,6 Anwendungen und einer Gesamtaufwandmenge von 45,3 kg/ha. Schwefel wirkt als Kontaktfungizid protektiv und verhindert die Sporenekeimung auf der Blattoberfläche, wobei er eine geringe Resistenzgefahr aufweist. Ergänzend wurde Kaliumhydrogencarbonat eingesetzt, das ebenfalls fungizid wirkt, indem es den pH-Wert auf der Blattoberfläche verändert und so die Keimung der Pilzsporen hemmt. Die Anwendung erfolgte flächendeckend, mit ähnlichen Aufwandmengen wie Schwefel. Im Jahr 2024 wurden keine Präparate auf Basis von Bacillus amyloliquefaciens, also nützlicher Bakterien zur Pflanzenstärkung, oder COS-OGA, biologischer Wirkstoffen aus Chitosan und Pektin zur Abwehr pilzlicher Erkrankungen, eingesetzt.

**Tabelle 45: Anwendung von Schwefel 2024 Wein.**

| Netzschwefeleinsatz im Öko-Weinbau in Baden-Württemberg 2024 |            |
|--|------------|
| <b>Behandelte Fläche Anteil</b>                              | 100 %      |
| <b>Mittlere Aufwandmenge je Anwendung</b>                    | 3,5 kg/ha  |
| <b>Mittlere Anzahl Anwendungen</b>                           | 13,6       |
| <b>Durchschnittliche Gesamtaufwandmenge</b>                  | 45,3 kg/ha |

**Tabelle 46: Anwendung von Kaliumhydrogencarbonat 2024 Wein.**

| Kaliumhydrogencarbonat-Einsatz im Öko-Weinbau<br>in Baden-Württemberg 2024 |            |
|--|------------|
| <b>Behandelte Fläche Anteil</b>  | 100 %      |
| <b>Mittlere Aufwandmenge je Anwendung</b>                                  | 2,6 kg/ha  |
| <b>Mittlere Anzahl Anwendungen</b>   | 6,7        |
| <b>Durchschnittliche Gesamtaufwandmenge</b>                                | 18,2 kg/ha |

Im Bereich der Schädlingsregulierung wurden 2024 keine Maßnahmen gegen die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) durchgeführt. Der mögliche Einsatz des biologischen Wirkstoffs Spinosad ist im ökologischen Anbau stark reglementiert, weshalb er von den betrachteten Betrieben nicht eingesetzt wurde. Zur Bekämpfung des Traubenzwicklers (*Lobesia botrana*) nutzen acht von neun Betrieben die Verwirrmethode auf Pheromonbasis (RAK). Dabei werden synthetische Pheromone ausgebracht, die die Männchen an der Paarung hindern, wodurch die Population reguliert wird. Diese Methode ist ökologisch unbedenklich, hochspezifisch und rückstandsfrei und hat sich im ökologischen Weinbau als Standardverfahren etabliert.

Für die Zukunft ist eine intensivere Forschung im Bereich biologischer Schädlingskontrolle notwendig. Dazu gehört die genauere Erforschung der Biologie und Lebensweise der Kirschessigfliege, um gezielte präventive Maßnahmen entwickeln zu können. Sollte die Amerikanische Rebzikade (*Scaphoideus titanus*) in Deutschland Fuß fassen, wäre eine öko-kompatible Regulierung erforderlich, um die Ausbreitung der Goldgelben Vergilbung (*Flavescence dorée*) einzudämmen. Potenzielle Ansätze liegen in der Förderung natürlicher Gegenspieler, dem Einsatz entomopathogener Nematoden sowie in biotechnischen Verfahren wie akustischen, thermischen oder mechanischen Maßnahmen. Darüber hinaus bleibt die Entwicklung naturstofflicher Pflanzenschutzmittel zur direkten Regulierung von Schaderregern ein wichtiges Ziel, um den ökologischen Pflanzenschutz langfristig weiter zu optimieren.

# 11. Zusammenfassung

Der Ökolandbau versteht sich als ein ganzheitliches Produktionssystem, das die Stabilität und Biodiversität von Agroökosystemen sowie die Fruchtbarkeit, biologische Aktivität und Gesundheit der landwirtschaftlich genutzten Böden erhalten und idealerweise steigern möchte. Ein zentrales Ziel ist die Reduktion der Abhängigkeit von externen Betriebsmitteln, um die Resilienz der Systeme gegenüber globalen Krisen, Preisschwankungen und Engpässen bei Importgütern zu erhöhen. Gerade in Zeiten unsicherer Weltmärkte gewinnt die Fähigkeit zur autarken Nährstoffversorgung und Krankheitsregulierung an Bedeutung.

Der vorliegende Bericht liefert auf Basis von Praxisdaten aus Baden-Württemberg eine fundierte Grundlage für die Diskussion mit Gesellschaft und Politik über den aktuellen Stand und die Weiterentwicklung ökologischer Anbausysteme. Ziel war es, die Strategien zur Gesunderhaltung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen im ökologischen Anbau zu dokumentieren und zu bewerten. Diese Strategien basieren auf systemischen Ansätzen, die Fruchtfolge, Sortenwahl, angepasste Kulturmaßnahmen und die Förderung natürlicher Nützlinge miteinander verbinden. Der Ökolandbau nutzt Pflanzenschutzmittel in der Regel nur in Ausnahmefällen, z. B. in Sonderkulturen wie Kartoffeln, Obst und Wein, wobei ausschließlich Naturstoffe (mineralisch, pflanzlich, tierisch), Mikroorganismen oder Pheromone gemäß der EU-Ökoverordnung zugelassen sind.

Die Fruchtfolge bleibt ein zentrales Instrument, insbesondere im Ackerbau. Durch ein niedrigeres Stickstoffniveau und die daraus resultierende geringere Bestandsdichte sowie die Wahl geeigneter Sorten lassen sich viele Krankheiten bereits präventiv vermeiden. Die Grundlage für die Pflanzengesundheit bildet ein lebendiger, gut strukturierter Boden, dessen Aufbau und Pflege in allen Kulturen entscheidend ist. Beikraut wird ausschließlich mechanisch oder thermisch reguliert, wobei innovative Geräte und Verfahren für Gründüngung, Zwischenfruchtanbau und Boden-

bearbeitung entwickelt und erfolgreich implementiert wurden.

Im ökologischen Kartoffelanbau ist die Fruchtfolge besonders entscheidend für die Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*). Eine vier- bis fünfjährige Anbaupause ist notwendig, um das Infektionsrisiko zu reduzieren. Zusätzlich kommt der Anbau resistenter oder toleranter Sorten zum Einsatz; auf den Flächen der betrachteten Betriebe wurden diese Sorten zu 32,9 % angebaut. Trotz Fortschritten in der Züchtung bleibt weiterer Forschungsbedarf bestehen, insbesondere zur Verbesserung von Resistenzbreite, Ertragsleistung und Verfügbarkeit, um langfristig den Kupfereinsatz zu minimieren und die Nachhaltigkeit zu erhöhen.

Im ökologischen Apfelanbau wurden über Jahrzehnte Pionierleistungen bei der Einführung von schorfresistenten („schowi“) Sorten erbracht. Im Jahr 2024 waren 49,0 % der ausgewerteten Öko-Apfelanbauflächen in Baden-Württemberg mit schowi-Sorten bepflanzt. Langfristige Beobachtungen zeigen jedoch, dass die Schorfresistenz evolutionär teilweise überwunden wird, wodurch andere Pilzkrankheiten zunehmend relevant werden. Schowi-Sorten stellen daher nur eine Brückenslösung dar, bis neue Sorten mit horizontalen Resistenzen und höherer Feldtoleranz verfügbar sind. Die Unterstützung züchterischer Programme, insbesondere der LVWO Weinsberg und ökologischer Initiativen, ist entscheidend, um diese Ziele zu erreichen.

Die Insektenregulierung im Apfelanbau erfolgt gezielt über spezifische, ökologisch unbedenkliche Maßnahmen. Ein breit wirksames Pyrethrumpräparat wurde 2024 zum Austrieb gegen den Apfelblütenstecher mit einer Applikation auf 17,0 % der Flächen eingesetzt. Eine zweite Applikation erfolgte noch im März auf 0,7 % der Fläche. Auf bienengefährliche Mittel wird vollständig verzichtet. Der Einsatz des Mittels Spinosad ist im Kernobst bei den deutschen Ökoverbänden nicht zulässig. Zentral sind die Verwirrungs-

technik gegen Wicklerarten mittels Pheromonen, der Einsatz spezifischer Viruspräparate und die Förderung natürlicher Nützlinge. Blühstreifen in Fahrgassen erhöhen nicht nur die Biodiversität, sondern fördern gezielt Nützlinge wie Schwebfliegen, Schlupfwespen, Wildbienen und Tagfalter, was direkt zur ökologischen Stabilität beiträgt.

Im ökologischen Weinbau gewinnt die Sortenwahl zunehmend an Bedeutung. PIWI-Rebsorten (pilzwiderstandsfähige Sorten) sind ein zentrales Instrument zur Reduktion von Pilzkrankheiten. Kulturmaßnahmen wie eine angepasste Entblätterung unterstützen zusätzlich die Prävention. Für die Regulierung pilzlicher Schaderreger kommen vor allem Kupfer, Schwefel und Kaliumhydrogencarbonat zum Einsatz, während InsektenSchädlinge in der Regel eine untergeordnete Rolle spielen. Die Förderung von Nützlingen, die Reihenbegrünung zwischen den Reben sowie die Verwirrungstechnik gegen Traubenzwickler (RAK) sind zentrale Bausteine im Schädlingsmanagement. Die Begrünung erfüllt dabei mehrere Funktionen: sie verbessert die Bodenfruchtbarkeit, bietet Erosionsschutz und trägt zur mechanischen Beikrautregulierung bei.

Insgesamt zeigt sich, dass der Erfolg ökologischer Anbausysteme nur im Gesamtsystem erreicht werden kann. Faire Partnerschaften entlang der Produktionskette, von Erzeugern über Verarbeiter bis hin zum Handel, sind essenziell. Die FÖKO und die AÖL-Verbände dokumentieren seit Jahren systematisch Praxisdaten, analysieren Strategien und unterstützen die kontinuierliche Weiterentwicklung ökologischer Anbausysteme. Der vorliegende Bericht stellt die vierte Datenerhebung dar und bietet damit eine belastbare Grundlage für zukünftige Optimierungen im ökologischen Obst-, Gemüse- und Weinbau.