



## **Vierter Bericht**

### **I. zur Anwendung und Reduktion des Einsatzes chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel in Baden-Württemberg**

**des Pflanzenschutzdienstes Baden-Württemberg**

### **II. zu Strategien zur Gesunderhaltung von landwirt- schaftlichen Nutzpflanzen im ökologischen Anbau**

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

**Oktober 2024**

## **Impressum**

Herausgeber: Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Kernerplatz 10, 70182 Stuttgart, Tel. 0711/126-0,

E-Mail: [poststelle@mlr.bwl.de](mailto:poststelle@mlr.bwl.de)

Verantwortlich: Dr. Esther Moltmann/MLR

Bearbeitung und Redaktion: Johannes Roth, Julian Zachmann, Michael Glaser, Jonathan Wenz, Markus Ullrich/LTZ Augustenberg

Titelfoto: Einsatz einer Hacke in Mais (Wilfried Beck/LTZ)

Layout: Jörg Jenrich/LTZ

Druck: Hausdruckerei MLR

Auflage: 400 Exemplare

10/2024

**I.**  
**Vierter Bericht zur Anwendung und  
Reduktion des Einsatzes chemisch-  
synthetischer Pflanzenschutzmittel  
in Baden-Württemberg**

**Bericht für den Landtag zur Umsetzung der Reduktionsziele  
in Baden-Württemberg gemäß § 17b (4) Landwirtschafts-  
und Landeskulturgesetz vom 30. Juli 2020**

# Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

Baden-Württemberg zeichnet sich durch eine leistungsstarke landwirtschaftliche Erzeugung aus, die insbesondere durch die Sonderkulturen Obst, Gemüse, Hopfen und Reben geprägt ist. Charakteristisch für unser Land sind die bäuerlichen Familienbetriebe und der hohe Anteil an Nebenerwerbsbetrieben. Sie erhalten unsere einmalige Kulturlandschaft und tragen damit zum wirtschaftlichen Erfolg des Ländlichen Raumes bei. Die Landwirtschaft im Südwesten stellt damit zugleich eine regionale und qualitativ hochwertige Ernährung sicher, die nicht nur in Krisenzeiten wichtig ist. Zur Erzeugung gesunder Lebensmittel ist ein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln notwendig. Sie schützen die Kulturpflanzen vor Schaderregern und sichern ausreichende Erträge und marktfähige Qualitäten.

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wird vor dem Hintergrund des Rückgangs der Biodiversität jedoch von weiten Teilen der Öffentlichkeit kritisch gesehen. Der Biodiversitätsverlust hat jedoch viele Ursachen. Großer Einfluss wird dabei dem Verlust von Habitaten beigemessen, dem das Land z. B. durch Biotopverbund, Refugialflächen, Verringerung des Flächenverbrauchs und dem Erhalt auch kleiner bäuerlicher Familienbetriebe entgegenwirkt. Ausgehend von einem Volksbegehren hat die Landesregierung daher das Naturschutzgesetz (NatSchG) und das Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz (LLG) im Jahr 2020 geändert. Landesweit soll nach § 17b, Absatz 1 der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln bis zum Jahr 2030 um 40 bis 50 Prozent der Menge reduziert werden. Die Reduktion der Pflanzenschutzmittel umfasst nach § 17b Absatz 2 (LLG) Maßnahmen in der Landwirtschaft, im Forst, in Haus- und Kleingärten, auf öffentlichen Grünflächen sowie im Verkehrsbereich. Zusätzlich soll der ökologische Landbau im Land auf 30 bis 40 % der LF ausgedehnt werden und damit zur Pflanzenschutzmittelreduktion beitragen.

Bei aller Kritik an der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln darf ihr Nutzen nicht außer Acht gelassen werden. Mit ihrer Hilfe lassen sich regional hochwertige Lebensmittel produzieren, die begrenzten Flächen effizient nutzen und damit auch Importe und Zufuhren aus anderen Regionen reduzieren. Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist das Leitbild für die Betriebe in der Land- und Forstwirtschaft der integrierte Pflanzenschutz. Der Pflanzenschutz ist dabei umfassender zu sehen als die bloße Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Einem Befall von Pflanzen mit Schädlingen oder Krankheiten oder der Beeinträchtigung durch Unkrautwuchs wird dabei zunächst mit Maßnahmen wie Fruchtfolgegestaltung, Sortenwahl und Bodenbearbeitung vorgebeugt. Nicht-chemische Maßnahmen sind bei der Regulierung zu bevorzugen, soweit sie zur Verfügung stehen und wirtschaftlich sind. So wurden gegen verschiedene Schaderreger biotechnische Maßnahmen wie zum Beispiel die Verwirrungstechnik mit Pheromonen gegen den Apfel- oder Traubenwickler entwickelt. Der Einsatz von Nützlingen wie Schlupfwespen (*Trichogramma*) gegen den Maiszünsler oder im Unterglasanbau hat in Baden-Württemberg ebenso eine große Bedeutung. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sollte immer die letzte Möglichkeit sein und ist auf das unabdingbar notwendige Maß zu reduzieren. Die Entscheidungen für oder gegen eine Behandlung und die richtige Terminierung basieren auf Monitoringergebnissen, Bekämpfungsrichtwerten und den Aussagen von Prognosemodellen, die mittels des amtlichen Warnendienstes der Praxis verfügbar gemacht werden. Der integrierte Pflanzenschutz verlangt daher große Fachkompetenz, die der Praxis durch regelmäßige Sachkundeschulungen zum Pflanzenschutz, Fort- und Weiterbildung vermittelt wird.

Die Reduktionsziele bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nach dem Biodiversitätsstärkungsgesetz sollen mit Hilfe der drei folgenden Bausteine erreicht werden: Aufbau eines Betriebs-

messnetzes zur Ermittlung der Anwendungsmengen; Betrieb eines Netzwerkes von 40 Demonstrationbetrieben, von denen Impulse direkt in die Praxis gehen sollen sowie der Einführung zusätzlicher landesspezifischer Maßnahmen zum integrierten Pflanzenschutz, die in Schutzgebieten gelten und die den integrierten Pflanzenschutz weiterentwickeln. Darüber hinaus unterstützt das Land mit dem Förderprogramm FAKT (Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl) in integriert wirtschaftenden Betrieben gezielt Maßnahmen, die zur Reduktion von Pflanzenschutzmittelanwendungen führen. Auch vom Ausbau des ökologischen Anbaus gehen Impulse für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes aus.

Der vorliegende vierte Bericht stellt den im Jahr 2020 begonnenen Prozess zur Reduktion des Einsatzes chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel in Baden-Württemberg dar. Er legt eine erneute umfassende Analyse der Pflanzenschutzmittelanwendungen im Land Baden-Württemberg vor, die für das Ergreifen der richtigen Maßnahmen unabdingbar ist. Der Bericht besteht aus drei Teilen. Der Einführungsteil I enthält gegenüber dem letztjährigen Bericht einige Aktualisierungen. Der Auswertungsteil II enthält die neu erhobenen Daten und Berechnungen sowie eine Risikobewertung. Der Maßnahmenenteil III beschreibt die aktuell durchgeführten Versuche, deren Ergebnisse und die daraus abgeleiteten Maßnahmen. Die Auswertungen in Teil II basieren auf den Daten des landeseigenen Betriebsmessnetzes. Der ermittelte Trend bei Pflanzenschutzmittelanwendungen in der Landwirtschaft wird durch die Daten eines Marktforschungsunternehmens und damit einer zweiten unabhängigen Erhebung im Sinne einer Qualitätssicherung plausibilisiert und abgesichert. Neben diesen Daten bezieht der Bericht weitere statistische Daten, Daten des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Informationen des Pflanzenschutzdienstes sowie weitere Quellen ein.

Die in Baden-Württemberg im Mittel der Jahre 2016 bis 2019 ausgebrachte Menge an chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittelwirkstoffen dient als Baseline für das Reduktionsziel. Bei den zehn wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen im Land,

die durch das Betriebsmessnetz abgedeckt werden, liegt sie bei 1.872 t. Sie wird durch die Schätzung in den nicht erhobenen Kulturen und den außerlandwirtschaftlichen Bereichen um 351 t auf 2.223 t ergänzt. Aufgrund von Umstellungen bei der Datenerhebung musste sie in der absoluten Höhe leicht korrigiert werden. Das Jahr 2022 stellt das dritte Messjahr dar. Während im Jahr 2020 bereits eine Reduktion von neun Prozent zur Baseline verzeichnet werden konnte, betrug die Reduktion im darauffolgenden Jahr 2021 nur noch fünf Prozent. Dies resultiert zum überwiegenden Teil aus den gestiegenen Ausbringungsmengen der fungiziden Wirkstoffe, die zur Abwehr pilzlicher Pflanzenkrankheiten in dem sehr feuchten Jahr 2021 angewendet werden mussten. Im Jahr 2022 betrug die ermittelte Pflanzenschutzmittelreduktion 13 Prozent zur Baseline. Dies resultiert vornehmlich aus geringeren Ausbringungsmengen bei Fungiziden und Herbiziden.

Ergänzt ist dieser Berichtsteil um einen Berichtsteil zum Pflanzenschutz im ökologischen Anbau, den die Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Anbau Baden-Württemberg e. V. erstellt hat.

Mein Dank gilt insbesondere den beteiligten Verbänden, Beratungseinrichtungen und den Betrieben in Baden-Württemberg, die die Umsetzung begleiten bzw. aktiv betreiben.

Peter Hauk MdL

Minister für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Stuttgart, im Oktober 2024

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>8</b>
1.1 Flächennutzung und Bedeutung des Pflanzenschutzes.....	8
1.2 Änderung des Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz und des Naturschutzgesetzes – Biodiversitätsstärkungsgesetz.....	9
1.3 Integrierter Pflanzenschutz .....	11
1.4 Zusätzliche landesspezifische Vorgaben zum integrierten Pflanzenschutz – IPSplus.....	16
1.5 Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland .....	17
<b>2 Datenerhebungen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln</b> .....	<b>20</b>
2.1 Absatz an Pflanzenschutzmitteln bundesweit.....	20
2.2 Wettersituation in Baden-Württemberg.....	22
2.3 Anwendungen in der Landwirtschaft.....	23
2.3.1 Betriebsmessnetz .....	23
2.3.2 Anwendung in den einzelnen Kulturen .....	25
2.3.3 Baseline für die Pflanzenschutzmittelreduktion .....	25
2.3.4 Ackerbaukulturen .....	26
2.3.5 Sonderkulturen .....	34
2.3.6 Gesamte Anwendungsmenge im Betriebsmessnetz .....	39
2.3.7 Validierung mit Marktforschungsdaten.....	40
2.3.8 Schätzungen für die nicht durch die Erhebungen abgedeckten Flächen .....	41
2.3.9 Gesamte Anwendungsmenge in der Landwirtschaft.....	42
2.4 Schätzungen und Ableitungen für die nicht landwirtschaftlichen Bereiche.....	43
2.4.1 Öffentliches Grün.....	43
2.4.2 Wald.....	43
2.4.3 Verkehrswege – Deutsche Bahn .....	45
2.4.4 Haus- und Kleingarten .....	47
2.5 Zusammenfassung der Schätzungen in der Landwirtschaft und der Erhebungen im nicht-landwirtschaftlichen Bereich .....	48
2.6 Festlegung der Baseline und Trend der Messwerte der Jahre 2020 bis 2022 .....	49
2.7 Risikoanalyse .....	50
2.7.1 Methode der Risikoanalyse.....	51
2.7.2 Weiterentwicklung der Risikoanalyse .....	53
2.7.3 Ergebnis der Risikoanalyse.....	54
2.7.4 Zusammenfassung.....	56

<b>3 Pflanzenschutzmittelreduktion in der Landwirtschaft .....</b>	<b>57</b>
3.1 Demonstrationsbetriebe zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteln .....	57
3.2 Reduktionsstrategien im Ackerbau .....	59
3.2.1 Herbizide .....	60
3.2.2 Fungizide .....	63
3.2.3 Insektizide .....	66
3.2.4 Wachstumsregler .....	67
3.3 Reduktionsstrategien im Obstbau .....	67
3.3.1 Biologische Schaderregerbekämpfung .....	67
3.3.2 Schädlingsbekämpfung unter Einbezug von Nützlingen .....	69
3.3.3 Konsequente Berücksichtigung von Bekämpfungsrichtwerten .....	70
3.3.4 Anbau schorfwiderstandsfähiger Sorten .....	72
3.3.5 Beikrautregulierung .....	72
3.4 Reduktionsstrategien im Weinbau .....	73
3.4.1 Weiterentwicklung von Anbausystemen .....	74
3.4.2 Prognosesystem im Weinbau .....	75
3.4.3 Integration von biologischen Pflanzenschutzmitteln .....	75
3.4.4 Optimierung der Applikationstechnik .....	75
3.4.5 Reduktion von Herbiziden .....	77
3.5 Reduktionsstrategien im Gemüsebau .....	79
3.6 Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes .....	81
3.7 Ökonomische Betrachtung, Hemmnisse und Anreize .....	83
<b>4 Zusammenfassung .....</b>	<b>84</b>

# 1 Einleitung

Agrarlandschaft bei Lörrach mit hoher Struktur- und Nutzungsvielfalt

Foto: Erich Unterseher/LTZ

## 1.1 Flächennutzung und Bedeutung des Pflanzenschutzes

Die landwirtschaftlichen Betriebe in Baden-Württemberg bewirtschaften eine Betriebsfläche von rund 1,564 Mio. ha (2022). Das entspricht ca. 44 % der gesamten Landesfläche (3,58 Mio. ha) und macht die Bedeutung der heimischen Landwirtschaft für die über Jahrhunderte gewachsene Kulturlandschaft deutlich. Die unterschiedlichen Nutzungsformen der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) sorgen für ein abwechslungsreiches und vielgestaltiges Landschaftsbild. Die größten Anteile haben das Ackerland mit 811.200 ha und das Dauergrünland mit 546.600 ha. Dauerkulturen werden auf 51.000 ha angebaut.

Der Produktionswert der pflanzlichen Erzeugung in Baden-Württemberg bezifferte sich im Jahr 2015 auf insgesamt 2,2 Mrd. Euro. Auf den Gartenbau entfallen davon rund 637 Mio. Euro, das entspricht einem Anteil von 29 %. Der Anteil des Gartenbaus an der LF beträgt dagegen nur 3 %. In Baden-Württemberg liegt der Schwerpunkt im Gartenbau auf dem Obstbau. Über die Hälfte der Gartenbaufläche ist mit Obstbäumen bestockt, die von rund 4.000 Betrieben bewirtschaftet werden. Dominierend ist hierbei der Apfel mit ca. 12.100 ha (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg).

Die Bodenseeregion ist mit rund 9.350 ha das größte zusammenhängende Anbaugelände im Land. Mit insgesamt etwa 16.000 ha in Baden und rund 11.500 ha in Württemberg ist der Weinbau ebenso ein bedeutender Wirtschaftsfaktor innerhalb der Landwirtschaft. Weinreben werden von insgesamt über 8.000 Betrieben vorwiegend in klimatisch günstigen Hanglagen entlang des Neckars, des Rheins und deren Nebenflüsse angebaut.

Zur Erzeugung qualitativ hochwertiger und gesunder Nahrungsmittel in ausreichenden Mengen müssen Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden, da eine Vielzahl von Schädlingen und Krankheiten die Ernte stark beeinträchtigen und ganze Kulturbestände gefährden können. Pflanzenschutz bleibt damit auch in Zukunft unverzichtbar. Bei fehlendem Pflanzenschutz sind abhängig von der Kultur hohe Ertrags- und Qualitätsverluste zu erwarten. Insbesondere bei Sonderkulturen können sie wegen der definierten Qualitätsansprüche des Marktes zum vollständigen Ertragsausfall führen. Ohne Pflanzenschutzmitteleinsatz ist die Ernte im Schnitt um ca. 30 % reduziert.

Neben der Ertragssicherung schützt der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auch die Gesundheit der Verbraucher und Nutztiere: Gesundheitlich bedenkliche Mykotoxine können bereits auf dem Feld durch den Stoffwechsel von Schadpilzen entstehen. In unserer Region sind vor allem die

Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) von Bedeutung. Beide werden von Fusarienarten gebildet, denen unter anderem alle Getreidearten und Mais als Wirt dienen können. Konzentrationsabhängig sind diese für Mensch und Tier giftig. Fruchtfolge und Sortenwahl sowie Bodenbearbeitung tragen zur Reduktion des Infektionsrisikos mit Fusarien und entsprechend auch zur Minderung der Mykotoxinbelastung bei, reichen jedoch unter bestimmten Bedingungen nicht aus. Daher haben sich Kombinationsstrategien aus direkten und indirekten Maßnahmen und Verfahren in der landwirtschaftlichen Produktion entwickelt, die einen ganzheitlichen Bekämpfungsansatz verfolgen. Dieses System wird als integrierte Produktion bezeichnet.

## 1.2 Änderung des Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz und des Naturschutzgesetzes – Biodiversitätsstärkungsgesetz

In den vergangenen Jahrzehnten sind sowohl die Vielfalt an Insekten und Vögeln als auch deren Biomasse in Deutschland, wie auch in vielen anderen Ländern zurückgegangen. Die Ursachen des Insekten- und Vogelrückgangs und des damit verbundenen Verlustes an Biodiversität sind vielfältig, komplex und schwer zu quantifizieren. Zu nennen sind insbesondere:

- die Zerstörung und der Verlust von Lebensräumen durch Bodenversiegelung (z. B. mit Gebäuden, Straßen u. a.);
- die qualitative Verschlechterung der Feldflur, verursacht durch eine abnehmende Strukturvielfalt;
- intensive Freizeitnutzungen insbesondere von Naturschutzflächen, wodurch Fauna und Flora beeinträchtigt werden;
- die geänderte Bewirtschaftung landwirtschaftlich genutzter Flächen aufgrund ökonomischer Zwänge;

- der Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Böden und Gewässer;
- der zunehmende Verkehr, die Lichtverschmutzung und die großflächige Verglasung von Gebäuden;
- die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden, zusammengefasst als Pestizide bezeichnet.

Darüber hinaus tragen viele weitere Faktoren zum Verlust oder zur Verschlechterung der Lebensräume von Arten, insbesondere von Insekten und Vögeln bei, die multikausal zusammenwirken und sich teilweise gegenseitig bedingen.

Um die Biodiversität zu stärken und die Lebensbedingungen für Insekten in Baden-Württemberg nachhaltig zu verbessern, wurden das Naturschutzgesetz (NatSchG) und das Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz (LLG) geändert. Diese Änderungen wurden unter dem sogenannten Biodiversitätsstärkungsgesetz zusammengefasst, welches am 31. Juli 2020 in Kraft trat. Baden-Württemberg hat mit dieser Gesetzesnovelle eine Vorreiterrolle in Deutschland eingenommen. Wesentliche Änderungen für die landwirtschaftliche Praxis ergeben sich aus § 17 a bis d LLG und § 34 NatSchG. Landesweit soll nach § 17b, Absatz 1 der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln bis zum Jahr 2030 um 40 bis 50 Prozent der Menge reduziert werden. Die Reduktion der Pflanzenschutzmittel umfasst nach Absatz 2 § 17b LLG Maßnahmen in der Landwirtschaft, im Forst, in Haus- und Kleingärten, bei öffentlichen Grünflächen sowie im Verkehrsbereich.

Die Landwirtschaft ist die größte Flächennutzerin und die gesellschaftlichen Erwartungen an eine möglichst umweltschonende Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sind hoch. Die Betriebe in Schutzgebieten sind deshalb verpflichtet, nach § 17c Absatz 1 (LLG) im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes zusätzliche landesspezifische Vorgaben umzusetzen, die zur Zielerreichung beitragen. Insbesondere zählen hierzu die Einhaltung von Fruchtfolgen zur Vorbeugung von Fruchtfolgeschadorganismen, die Bestände ver-



Die Landwirtschaft ist die größte Flächennutzerin in Baden-Württemberg  
Foto: Jörg Jenrich/LTZ

stärkt auf Schadorganismen zu kontrollieren, nach vorhandenen Prognosemodellen zu behandeln, die vorgegebenen Schadschwellen bzw. Bekämpfungsrichtwerte zu beachten, nützlingsschonende Pflanzenschutzmittel zu bevorzugen und Spritzfenster zur Beurteilung der Behandlungsnotwendigkeit anzulegen.

§ 34 NatSchG regelt die Anwendung von Pestiziden (Pflanzenschutzmittel und Biozide) in Naturschutzgebieten. Seit dem 1. Januar 2022 ist die Anwendung von Pestiziden in Naturschutzgebieten verboten; auf Antrag kann bei den Regierungspräsidien unter bestimmten Voraussetzungen die Verwendung bestimmter Mittel für land- und fischereiwirtschaftliche Betriebe zugelassen werden. Insbesondere für die Sonderkulturen mit den hohen Investitionskosten und der teilweise landschaftsprägenden Bewirtschaftungsweisen wurden auf lokaler Ebene mögliche Ausnahmetatbestände abgewogen. Besonders hervorzuheben sind die habitatsprägenden Steillagen im Weinbau, durch deren jahrhundertewährende manuelle und schonende Bewirtschaftung sich seltene, teilweise einmalige Floren und Faunen ausgebildet haben. Diese Bewirtschaftungsform gilt es im Sinne des Naturschutzes zu erhalten. Andererseits sind Ackerflächen in Naturschutzgebieten im Einvernehmen mit den Bewirtschaftern so auszugestalten, dass diese

Flächen zur Biodiversitätsverbesserung beitragen können. Ein umfangreicher Maßnahmenkatalog ist entwickelt worden, der umgesetzt wurde.

Nach § 17b, Absatz 3, Satz 1 (LLG) ermittelt die oberste Landesbehörde jährlich den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln anhand der Daten eines repräsentativen Betriebsmessnetzes in der Landwirtschaft sowie durch Datenerhebung für die Bereiche Forst, Haus- und Kleingarten, öffentliche Grünflächen und Verkehr. Zusammen mit den Berufsverbänden wurde dieses Betriebsmessnetz im Jahr 2021 für die Landwirtschaft eingerichtet. Es wurden Betriebe gewonnen, die Anwendungsdaten ab dem Jahr 2016 bereitstellten. Zusammen mit den vom JKI erhobenen Daten fließen so jährlich über 400 Datensätze in das Messnetz ein.

Für die Jahre 2023 und 2027 ist im Biodiversitätsstärkungsgesetz eine umfassende Evaluierung der ergriffenen Maßnahmen vorgesehen. Das Ergebnis der ersten Evaluierung durch das externe Institut für Ländliche Strukturforchung (IfLS) im Jahr 2023 fiel mit der folgenden Bewertung im Endbericht insgesamt positiv aus: „Das Ziel der Pflanzenschutzmittelreduktion um 40 % bis 50 % ist ambitioniert. Eine Reduktion der eingesetzten Pflanzenschutzmittelmengen ist möglich, auch wenn nicht sicher prognostizierbar ist, dass die gesteckten Ziele erreicht werden. Nach zwei Jahren wird deutlich, dass der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln jahresbedingt schwankt und damit eine eindeutige Trendbewertung zu diesem Zeitpunkt nicht zulässt.“ Der Bericht beurteilt darüber hinaus die Erfolgsaussichten der Akzeptanz und Umsetzung der zusätzlichen landesspezifischen Vorgaben zum integrierten Pflanzenschutz (IPSplus) in Form von Maßnahmenblättern als gut und formuliert: „Erfreulich ist dabei die von der Beratung erwarteten höchste Wirkung der IPSplus-Maßnahmen auf die Pflanzenschutzmittel-Reduktion bei Insektiziden, die sich am unmittelbarsten auf die Insekten-Biodiversität auswirken wird.“ Angemahnt wird jedoch auch Folgendes: „Vermarktungsstrategien für Erzeugnisse aus Gebieten mit IPSplus-Maßnahmen würden die Akzeptanz deutlich erhöhen. Finanzielle Ressourcen sollten auch dafür eingesetzt werden. Hemmend wirken sich hohe Investitionskosten für Techniken der

mechanischen Unkrautkontrolle für die Umsetzung durch die Betriebe aus. Hier wären punktgenaue Förderprogramme sinnvoll.“ Der Endbericht „Zielerfüllungskontrolle und Evaluierung der Pflanzenschutzmittelreduktion und des Ökologischen Landbaus gemäß Biodiversitätsstärkungsgesetz Baden-Württemberg“ mit dem Teil Pflanzenschutzmittelreduktion ist veröffentlicht und hier zu finden: [www.mlr.baden-wuerttemberg.de](http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de) >Unsere Themen >Biodiversität und Landnutzung >Biodiversitätsgesetz.

Muster- und Demonstrationsbetriebe wurden gemäß § 17b Abs. 3, Satz 3 (LLG) etabliert. In diesen Betrieben, betreut durch erfahrenes Fachpersonal, werden praxistaugliche Maßnahmen zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteln erarbeitet. Die Betriebe fungieren als Diskussions- und Schulungsplattform für die Landwirtschaft und bilden einen wesentlichen Baustein zur Umsetzung der Reduktionsziele. Gemeinsam mit den Betriebsleitungen werden neue Strategien erarbeitet und umgesetzt, die auf aktuellen Forschungsergebnisse basieren bzw. mit der Wissenschaft entwickelt werden. Neben der Praktikabilität geeigneter Maßnahmen und Verfahren ist auch die Wirtschaftlichkeit ein Bewertungskriterium.

Auch auf EU- und Bundesebene ist die Reduktion der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ein politisches Ziel. Die Europäische Kommission veröffentlichte im Mai 2020 die sogenannte „Farm to Fork“-Strategie. Diese Strategie ist Teil des Europäischen „Green Deals“ und zielt darauf ab, das europäische Lebensmittelsystem in verschiedenen Dimensionen nachhaltiger zu gestalten und seine Auswirkungen auf Drittländer zu verringern. Eine sichere Versorgung der Bevölkerung in Europa mit erschwinglichen und nachhaltig produzierten Lebensmitteln sowie der Schutz der Umwelt und der Erhalt der Biodiversität sind Ziele dieser Strategie. So sollen u. a. der Einsatz und das Risiko von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft bis zum Jahr 2030 halbiert, aber auch der ökologische Landbau weiterentwickelt werden, mit dem Ziel den Anteil ökologisch bewirtschafteter Flächen auf ein Viertel der gesamten landwirtschaftlichen Fläche zu steigern. Außerdem sollen biodiversitätsreiche Landschaftselemente auf landwirt-

schaftlichen Nutzflächen gestärkt und Bestäuber gefördert werden. Im Juni 2022 legte die EU-Kommission den Mitgliedstaaten einen Entwurf einer neuen Verordnung zur nachhaltigen Anwendung von Pestiziden (Sustainable Use Regulation - SUR) vor, der die bisherige Rahmenrichtlinie zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (EG) 128/2009 (Sustainable Use Directive - SUD) ablösen sollte. Hierin sind konkrete Reduktionsziele auf EU-Ebene und Maßnahmen beschrieben, wie dieses Ziel erreicht werden soll. Aus Sicht des MLR war das Konzept der SUR überambitioniert und praxisfern. Der Entwurf wurde auf EU-Ebene in Ratsarbeitsgruppen unter den Mitgliedstaaten und im Europäischen Parlament intensiv diskutiert. Bei der Abstimmung im europäischen Parlament fand der angepasste Entwurf keine Mehrheit mehr. Zwischenzeitlich hat die Bundesregierung den Entwurf eines Zukunftsprogramms Pflanzenschutz vorgelegt, das im Herbst 2024 verabschiedet werden soll. Für Baden-Württemberg ist es entscheidend, dass die Ziele und das bereits Erreichte des Biodiversitätsstärkungsgesetzes weder durch Vorgaben der EU, noch des Bundes konterkariert werden.

### 1.3 Integrierter Pflanzenschutz

Kurz nach Einführung der ersten chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel Mitte des vergangenen Jahrhunderts wurden negative Umweltwirkungen mit der Anwendung in Zusammenhang gebracht. Insbesondere wurde eine Schädigung einzelner Nützlinge und damit die nachlassende natürliche Regulation von Schädlingen beobachtet. Neben dem Verbot dieser wenig selektiven Pflanzenschutzmittel erfolgte ein Umdenken, das das System des integrierten Pflanzenschutzes hervorbrachte. Der integrierte Pflanzenschutz ist ein ganzheitlicher Ansatz unter Einbezug der Standortfaktoren und kleinclimatischer Gegebenheiten, mit dem unter vorrangiger Anwendung vorbeugender und nichtchemischer Maßnahmen wie Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Sortenwahl die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das absolut notwendige Maß begrenzt werden kann. Dabei sollen nach Möglichkeit nützlingsschonende

Pflanzenschutzmittel zur Anwendung kommen. Schadschwellen bzw. Bekämpfungsrichtwerte sind für wirtschaftlich bedeutsame Schaderreger erarbeitet worden. Bekämpfungsrichtwerte bilden die Befallsdichte einzelner Schädlinge bzw. Krankheiten im Verhältnis zum Ertragsverlust und zum wirtschaftlichen Mehraufwand einer Bekämpfung ab und sind die Basis bei der Entscheidungsfindung zur Notwendigkeit eines Pflanzenschutzmitteleinsatzes. Der integrierte Pflanzenschutz gilt als Leitbild des praktischen Pflanzenschutzes. Er umfasst Systeme, in denen alle ökologisch und wirtschaftlich geeigneten Verfahren in möglichst guter Abstimmung verwendet werden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, wobei die bewusste Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren im Vordergrund steht.

Der integrierte Pflanzenschutz ist seit 1987 im deutschen Pflanzenschutzgesetz verankert. Die Europäische Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie 2009/128/EG setzte im Jahr 2009 auch in der Europäischen Union den integrierten Pflanzenschutz als Maßstab des Handelns im Pflanzenschutz fest. Die im Anhang III der Richtlinie aufgeführten acht allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes sind seit 2014 für alle Anwender von Pflanzenschutzmitteln verbindlich. In Deutschland wurden diese Grundsätze mit der Novellierung des Pflanzenschutzgesetzes in Jahre 2012 als Bestandteil der „Guten fachlichen Praxis“ gemäß § 3 PflSchG verankert. Der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln vom 10. April 2013 widmet sich in vielen Punkten der Umsetzung und Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes.

Das Land Baden-Württemberg war mit seinen Landesanstalten national und international bei der Erarbeitung der Grundlagen des integrierten Pflanzenschutzes führend beteiligt. Seit den 1950er Jahren wurden erstmalig zahlreiche Untersuchungen zum Ökosystem einer Apfelanlage, zur Schädlings- und Nützlingsfauna, den Schadensschwellen und Kontrollmethoden geleistet. Die erfolgreiche Anwendung des integrierten Modelles im Apfelanbau gab den Anstoß, den integrierten Pflanzenschutz auch auf einjährige Kulturen auszudehnen.

Langfristige Forschungsarbeiten aus Baden-Württemberg haben erstmalig in Europa und Deutschland bewiesen, dass eine integrierte Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte auch im Ackerbau möglich ist. Baden-Württemberg ist mit der Entwicklung des Systems IPSplus auch heute Vorreiter beim integrierten Pflanzenschutz.

### Biologische Schädlingsbekämpfung

Die biologische Schädlingsbekämpfung ist ein wesentlicher Baustein der integrierten Produktion. Auch hier ist Baden-Württemberg Keimzelle für eine erfolgreiche praktische Umsetzung dieser Regulationsstrategie im ganzheitlichen Konzept des integrierten Pflanzenschutzes. Gegen die gefährliche San-José-Schildlaus *Quadraspidiotus perniciosus*, die damals im Obstbau bestandsbedrohend auftrat, wurde in den 1950er Jahren ihr wirksamster Gegenspieler, die endoparasitische Zehrwespe *Prospaltella perniciosi* aus den USA eingeführt, in großen Mengen gezüchtet und in Baden-Württemberg freigelassen. Bis heute hat sich ein stabiles Gleichgewicht zwischen Nützlichling und Schädling etabliert.

Ein weiteres Beispiel für den erfolgreichen Einsatz eines Nützlings ist der Einsatz von heimischen Schlupfwespen *Trichogramma brassicae* im Maisanbau gegen den Maiszünsler *Ostrinia nubilalis*. Der Maiszünsler ist der wirtschaftlich bedeutendste Schädling im deutschen Maisanbau. Ein Befall führt nicht nur zu einem geringeren Maisertrag, sondern mindert auch stark die Qualität des Ernteguts durch den daraus resultierenden Fusariumbefall mit den sich bildenden Mykotoxinen. In den 1970er Jahren war der Befall überwiegend auf die warmen Flusstäler und Ebenen beschränkt. Dem Klimawandel und der Ausdehnung des Maisanbaus geschuldet, muss nun selbst in Lagen über 700 Höhenmetern mit Schäden gerechnet werden.

Die Schlupfwespe *Trichogramma brassicae* parasitiert die Eier des Maiszünslers, wodurch dieser sich nicht mehr entwickeln kann. Mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 70 % stellt die biologische Bekämpfung damit ein effektives Regulierungsverfahren eines Schädlings dar, das gegenüber chemisch-synthetischen Produkten zu



Eigelege und Raupen des Maiszünslers  
Foto: Franz-Josef Kansy/LTZ



Maiszünslerraupe im Maiskolben Foto: Olaf Zimmermann/LTZ

bevorzugen ist. In der Vegetation wird der Nützling zweimalig ausgebracht. Dieses Verfahren wird derzeit in Baden-Württemberg mit Hilfe einer FAKT-Maßnahme gefördert.

Die ersten Versuche mit *Trichogramma* wurden in Baden-Württemberg 1976 durchgeführt. Anfangs erfolgte die Freilassung der Schlupfwespen nur mit Kärtchen, die von Hand an die Maispflanzen gehängt wurden. Im Jahr 2000 wurde eine Kugel aus biologisch abbaubaren Werkstoffen entwickelt. Diese Kugeln konnten von Hand gestreut oder maschinell zuerst mit Stelzenschleppern, dann mit Drohnen ausgebracht werden. Der Einsatz von *Trichogramma* ist eine bereits mehrere Jahrzehnte dauernde Erfolgsgeschichte und erfolgt Dank der Förderprogramme in Baden-Württemberg auf knapp 40.000 ha.

Damit konnte bereits in der Vergangenheit sehr erfolgreich der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel reduziert werden. Dies zeigt, dass die landwirtschaftlichen Betriebe bereit sind, solche Verfahren und Maßnahmen auf ihren Anbauflächen umzusetzen. Mittlerweile hat sich die Zucht zahlreicher Nützlingsarten etabliert, insbesondere im Anbau von Gemüsekulturen im Gewächshaus stellt die Ausbringung von Nützlingen ein erfolgreiches Werkzeug innerhalb der integrierten Produktion dar. Gegen Blattläuse werden kommerziell verschiedene Nützlinge wie Marienkäfer, Schlupfwespen, Florfliegen und Schwebfliegen eingesetzt. Daneben können u. a. Dickmaulrüssler, Spinnmilben, Minierfliegen, Raupen, Schnecken,

Thripse, Trauermücken, Weiße Fliege, Woll- und Schmierläuse sowie Zikaden unterstützend mit verschiedenen Nützlingen reguliert werden. Mehrere Firmen bieten hierzu ein umfassendes Sortiment zur zielgerichteten Regulierung an. Baden-Württemberg fördert den Nützlingseinsatz unter Glas im Rahmen des FAKT-Programmes in Form einer Ausgleichszahlung. Hiermit verbunden ist der Verzicht auf den Einsatz chemisch-synthetischer Insektizide auf den beantragten Flächen gegen denselben Schädling.

Für das Freiland sind Nützlinge und deren Leistung zur Regulierung von Schadorganismen bei verschiedenen Kulturen gut beschrieben. Für den Obstbau ist bekannt, dass z. B. die Blutlauszehrwespe als Gegenspieler der Blutlaus prinzipiell eine gute Parasitierungsleistung aufweist und damit die Blutlaus entsprechend regulieren kann. Ein begrenzender Faktor ist allerdings die zeitlich teilweise stark verzögerte Dezimierung des Schädling, die witterungsbedingt vielfach zu beobachten ist. Damit tritt ein anfänglicher Schaden auf, der entsprechende Qualitätseinbußen zur Folge hat. Auch kann schon eine Massenvermehrung des Schädling eingetreten sein, so dass die dann nachfolgende Massenvermehrung des Nützling zu spät erfolgt. Eine aktive Freisetzung dieses Nützling funktionierte in den vergangenen Jahren nicht, vielfach lagen ungünstige Witterungsbedingungen bei der Ansiedlung vor. In der Zukunft sind weitere Untersuchungen zu diesem Komplex notwendig, um die natürlichen Regelungsmechanismen stärker zu nutzen.



Larven des Kartoffelkäfers

Foto: Jörg Jenrich/LTZ

Zur biologischen Schädlingsbekämpfung werden auch Pflanzenschutzmittel auf der Grundlage von Mikroorganismen und Viren angewendet. Diese werden beispielsweise zur Regulierung bedeutender Schädlinge im Apfel- und Birnenanbau aber auch im Acker-, Gemüse- und Weinbau eingesetzt. Die Regulierung des Apfelwicklers im Obstbau erfolgt mittlerweile überwiegend mit biologischen Pflanzenschutzmitteln auf Basis von Granuloseviren. Der Apfelwickler, ein Vertreter der Kleinschmetterlinge, verursacht einen sogenannten «wurmstichigen» Apfel. Ursächlich erfolgt dieser Schaden im eigentlichen durch eine Raupe mit ihren Larvenstadien. Zwar ist der Apfel nach Ausschneiden für den Frischverzehr noch genießbar, kann aber nicht gelagert werden. Es treten begleitend Fäulen auf, die die Frucht rasch verderben lassen. Wurden in den 1980er Jahren noch mehrere chemische Wirkstoffe zur Bekämpfung des Apfelwicklers eingesetzt, kann die Regulierung heutzutage nahezu vollständig mit Granuloseviren, meist in Kombination mit Pheromon-Verwirrverfahren, erfolgen. Lediglich zur Resistenzabsicherung sind im Einzelfall chemisch-synthetische Wirkstoffe sinnvoll in die Gesamtregulationsstrategie einzubauen. Apfelwickler-Granuloseviren sind Viruspartikel, die ausschließlich den Apfelwickler befallen. Daneben gibt es noch Schalenwickler-Granuloseviren, die gegen den Schalenwickler zugelassen sind. Granuloseviren sind für Bienen, aber auch für Menschen ungefährlich.

Gegen Schadraupen, gegen den Kartoffelkäfer sowie gegen Stechmücken wurden ferner *Bacillus thuringiensis*-Präparate auf der Basis verschiedener Unterarten entwickelt. Hierbei handelt es sich um wirtsspezifische Bakterien, die Toxine bilden. Diese Toxine wirken spezifisch auf verschiedene Insektenarten und werden auch in der biologischen Produktion eingesetzt. Die Erstbeschreibung erfolgte zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Bereits im Jahr 1938 wurden erste Produkte für die Landwirtschaft entwickelt.

Weitere nicht-chemische Verfahren werden zur Regulierung von Schadschmetterlingen bereits großflächig in Baden-Württemberg eingesetzt. Im Weinbau und Apfelanbau werden beispielsweise zur Regulierung von Einbindigen und Bekreuzten Traubenwicklern sowie Apfelwicklern und Fruchtschalenwicklern sogenannte Verwirrverfahren angewendet, die sowohl für Bienen als auch für Menschen ungefährlich sind. Bei diesem Verfahren werden Sexuallockstoffe (Pheromone) in einer höheren Massekonzentration ausgebracht, die sich in die Umgebungsluft der Kulturflächen verbreitenden Pheromone „verwirren“ die Männchen so, dass diese ihre Weibchen nicht finden können. Die Paarung wird unterbunden und dem Aufbau einer Population kann entgegengewirkt werden. Die Verwirrmethode oder Paarungsstörung ist sehr artspezifisch, da jede Art eigene Pheromone produziert.

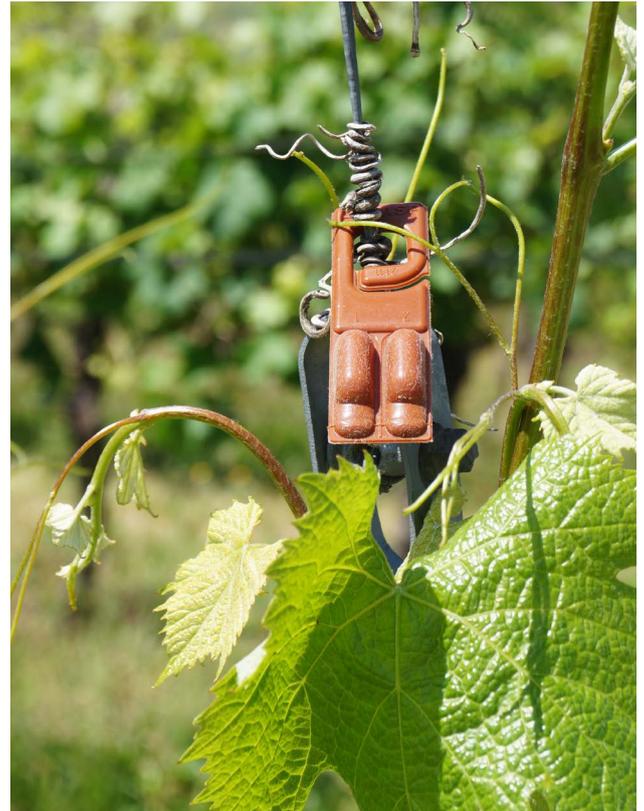
Dank der erfolgreichen Einführung der Verwirrverfahren zum Jahrtausendwechsel müssen im Weinbau mittlerweile nur noch rund 20 Prozent der Fläche mit chemisch-synthetischen Insektiziden behandelt werden. Auch im Obstbau konnte die Verwirrmethode den Einsatz von Insektiziden gegen den Apfelwickler großflächig reduzieren. Waren vor deren Etablierung etwa vier bis sechs Maßnahmen mit chemisch-synthetischen Insektiziden notwendig, sind es mittlerweile nur mehr ein bis zwei Maßnahmen. Ein weiteres biotechnisches Verfahren in der Bekämpfung von Apfel- und Fruchtschalenwicklern ist neben der Verwirrmethode seit einigen Jahren der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf Basis von Granuloseviren. Diese Pflanzenschutzmittel bieten arbeitswirtschaftliche Vorteile gegenüber der Verwirrmethode und können auch im Ökolanbau eingesetzt werden. Die

ergänzenden ein bis zwei Maßnahmen mit chemisch-synthetischen Insektiziden gegen Wickler dienen im Wesentlichen der Resistenzvorbeugung und schützen so die biologische Leistung der alternativen Verfahren. Großflächige jährliche Auswertungen zur Apfelwickler-Verwirrung im Anbau-gebiet Bodensee seit dem Jahr 2003 belegen eindrücklich die gute Wirksamkeit dieses Verfahren.

Die Frühphase des integrierten Pflanzenschutzes ist gekennzeichnet durch wissenschaftliche, vor allem entomologische Grundlagenarbeiten zum Ökosystem, zu den Schadorganismen und zu geeigneten Regulationsverfahren, die vornehmlich in Obstanlagen erfolgten. Im Mittelpunkt stand zunächst die qualitative und quantitative Bestandsaufnahme und Beschreibung einzelner Habitatsfloren nach Schädlingen, Indifferenten und Nützlingen sowie die Erfassung ihrer Populationsdynamik und das Studium der Biozönose.

Bei den umfangreichen Untersuchungen zeigte sich, dass mehr als 1.000 verschiedene Arthropodenarten auf Apfelbäumen vorkommen und dass von den rund 300 potenziellen Schädlingen nur etwa ein Dutzend regelmäßig wirtschaftliche Schäden verursachen. Hand in Hand damit ging die Erarbeitung von Schadensschwellen und die Erstellung von Praxisbroschüren als Anleitung für Praktiker und Berater. Von Anfang an einbezogen wurde die Frage der Auswirkungen der Pflanzenschutzmittel auf die Biozönose: neue Prüfmethode mussten erarbeitet und die Praktikabilität eines modifizierten Spritzplanes, der mit deutlich weniger Spritzungen auskam als die bis dato verbreiteten intensiven Spritzfolgen, erprobt werden.

Zur Unterstützung der integrierten Pflanzenschutzstrategien wurden computergestützte Prognosemodelle eingeführt. In den 1970er Jahren wurden die ersten elektronischen Schorfwarnmodelle für den Apfelanbau entwickelt, deren Algorithmen heute Grundlage webbasierter Prognosen sind. Aus der praktischen Schorfbekämpfung sind diese zuverlässigen Entscheidungshilfen nicht mehr wegzudenken. Auch für viele Ackerbaukulturen gibt es mittlerweile zahlreiche Prognosemodelle, die wie die obstbaulichen Prognosemodelle unter [www.isip.de](http://www.isip.de) abrufbar sind. Für verschiedene Getreide-

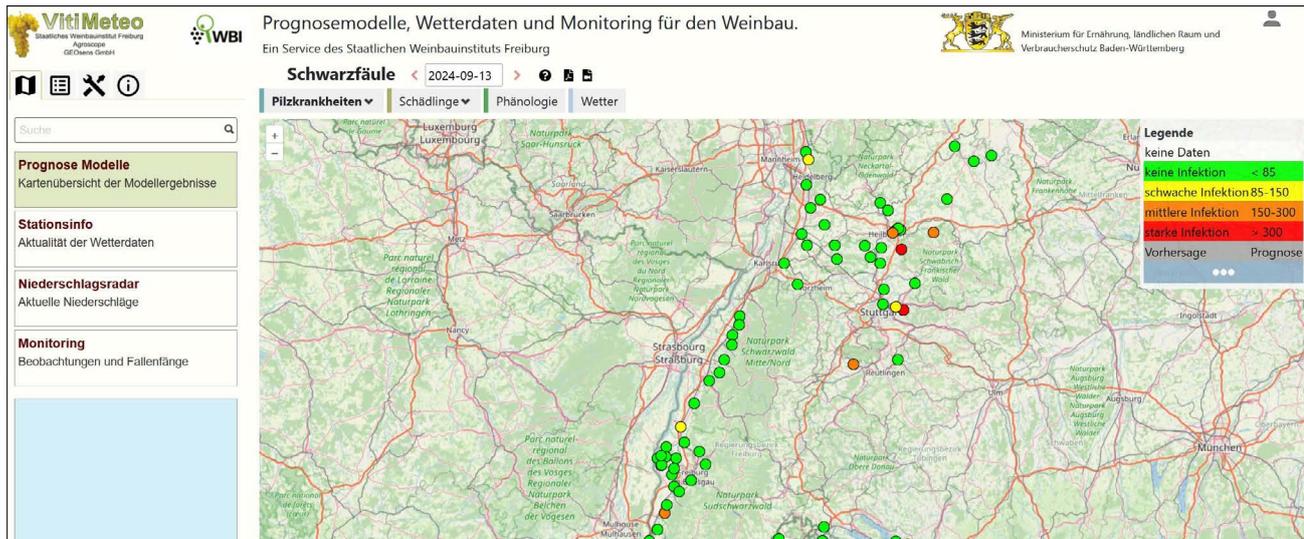


Pheromondispenser gegen den Traubenwickler

Foto: Jörg Jenrich/LTZ

arten gibt es Modelle zum möglichen Befall mit Braun-, Zwerg- und Gelbrost, zu Mehltau, Septoria und zu Rhynchosporium. Ebenso sind Prognosemodelle für Schaderreger in Raps, Zuckerrüben, Kartoffeln, Leguminosen oder den Gartenbau verfügbar. ISIP (Informationssystem für die integrierte Pflanzenproduktion) ist ein Gemeinschaftsangebot der Beratungsträger für Pflanzenproduktion in den Ländern.

Für den Weinbau stehen unter [www.vitimeteo.de](http://www.vitimeteo.de) zahlreiche Informationen für Produzenten zur Verfügung, die tagesaktuell einen möglichen Befallverlauf zu einer Vielzahl für den Weinbau relevanter Schaderreger darstellen. Unter anderem werden Daten zu Peronospora, Botrytis, Oidium, Schwarz- und Rosafäule, ESCA und Schwarzflecken abgebildet. VitiMeteo wurde in Baden-Württemberg im Jahr 2002 als ein computergestütztes Softwaremodell gegen den Falschen Mehltau bei Weinreben (Peronospora) programmiert, das durch intensive Arbeit zu dem heutigen Erfolgsmodell weiterentwickelt wurde. Mittlerweile wird dieses Prognosetool in anderen Bundesländern sowie über die Landes-



Internetseite von VitiMeteo für Baden-Württemberg

grenzen hinaus z. B. in der Schweiz und Österreich genutzt und um ein Modul für den ökologischen Weinbau erweitert. Auch mit Südtirol besteht ein enger Austausch. Für die Weinbaubetriebe hat sich dieses Prognosemodell als eine wichtige Entscheidungshilfe etabliert und trägt maßgeblich zu einem zielgerichteten und optimierten Pflanzenschutz bei. Durch die Verwendung der jeweiligen Prognosemodelle können Terminierung der Applikation und Mittelauswahl an spezifische Standortbedingungen sowie Schaderreger angepasst werden. Auch für die Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes sind Prognosemodelle essentiell, da eine gezielte Ausbringung Grundvoraussetzung für eine gute biologische Leistung der Pflanzenschutzmittel ist.

Ein weiteres biotechnisches Verfahren, welches im Weinbau seit den 1870er Jahren fast ausschließlich angewendet wird, ist das Pfropfen eines Edelreisers auf eine reblausresistente Unterlagsrebe. Auf diese Weise kann bereits seit mehr als 150 Jahren die Reblaus erfolgreich in Schach gehalten werden.

Mit der Anwendung nicht-chemischer Verfahren, dem Einsatz biologischer Pflanzenschutzmittel und der Nutzung von Prognosemodellen konnte der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel in Baden-Württemberg in den letzten Jahrzehnten bereits reduziert werden. Die konkrete Umsetzung der Pflanzenschutzmittelreduktionsstrategie in Baden-Württemberg einhergehend mit intensiver Beratung, vertiefender Forschung und

den Fördermöglichkeiten, werden weitere Potentiale zur Reduktion Pflanzenschutzmitteleinsatzes aufzeigen.

## 1.4 Zusätzliche landesspezifische Vorgaben zum integrierten Pflanzenschutz – IPSplus

Neben dem Ziel der Reduktion des Einsatzes chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel und dem Ausbau des ökologischen Landbaus bis zum Jahr 2030 soll der integrierte Pflanzenschutz im Land kontinuierlich weiterentwickelt und insbesondere in bestimmten Schutzgebieten mit konkreten Vorgaben und erhöhten Anforderungen verpflichtend umgesetzt werden. In dem neuen Naturschutzgesetz und Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz, das am 31. Juli 2020 in Kraft getreten ist, wurde der Pflanzenschutz in Landschaftsschutzgebieten und Natura 2000-Gebieten sowie auf intensiv genutzten land- und fischereiwirtschaftlichen Flächen in Kern- und Pflegezonen von Biosphärengebieten, in gesetzlich geschützten Biotopen und bei Naturdenkmälern neu geregelt.

In diesen Schutzgebieten erfolgt die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nach den Grundsätzen des Landes zum integrierten Pflanzenschutz - IPS (§ 34 NatSchG). Neben den allgemeinen Grundsät-

zen zum integrierten Pflanzenschutz sind dabei in der Landwirtschaft zusätzliche landesspezifische Vorgaben einzuhalten (§ 17c LLG), in der Kurzform als IPSplus bezeichnet. Ziel ist, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf das absolut notwendige Maß zu beschränken. Die Vorgaben gelten für den konventionellen wie ökologischen Anbau.

Die Vorgaben orientieren sich an den allgemeinen Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes der EU-Kommission, die in Anhang III der RL 2009/128/EG beschrieben sind. Auf Basis dieser allgemeinen Grundsätze haben Arbeitsgruppen der Landwirtschaftsverwaltung konkrete Maßnahmen für die Sektoren Ackerbau, Obstbau, Weinbau, Gemüsebau und Hopfenanbau beschrieben, die die landwirtschaftliche Praxis als zusätzliche landesspezifische Vorgaben in den Schutzgebieten umsetzen muss. Die Umsetzung ist von den Betrieben zu dokumentieren. Nach einer Einführungsphase werden die Vorgaben seit dem Jahr 2023 im Rahmen des landwirtschaftlichen Fachrechts kontrolliert.

Die Dokumentation ist in den gesetzlich vorgeschriebenen Aufzeichnungen zur Pflanzenschutzmittelanwendung bzw. Schlagkarteien vorzunehmen und durch Erhebungstabellen und andere Nachweise zu ergänzen. Die Unterlagen sind wie die Aufzeichnungen zum Pflanzenschutzmitteleinsatz 3 Jahre aufzubewahren. Für jeden Sektor wurden Pflichtmaßnahmen beschrieben, die verbindlich von den Betrieben auf allen Flächen in den o.g. Schutzgebieten einzuhalten sind. Weiterhin wurden Wahlmaßnahmen beschrieben, die nicht jeder Betrieb aufgrund seiner Betriebsstruktur erfüllen kann. Mindestens eine Wahlmaßnahme ist je Sektor und Betrieb auszuwählen und einzuhalten. Die Wahlmaßnahmen sind für die Entwicklung des integrierten Pflanzenschutzes richtungsweisend. Die Pflicht- und Wahlmaßnahmen werden regelmäßig aktualisiert und fortgeschrieben. Maßnahmen, die gefördert werden oder gesetzlich vorgeschrieben sind, können keine Pflicht- oder Wahlmaßnahmen sein. In Kulturen, für die keine Maßnahmen beschrieben sind, müssen keine Maßnahmen eingehalten werden. Wenn die Betriebe Pflichtmaßnahmen nicht einhalten oder keine Wahlmaßnahme wählen können, ist Kontakt mit der amtlichen Beratung aufzunehmen.

## 1.5 Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist gesetzlich geregelt. Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland beruht auf einem zweistufigen Verfahren. Die Wirkstoffe für Pflanzenschutzmittel werden nach einem umfangreichen Prüfverfahren von der EU-Kommission genehmigt. Pflanzenschutzmittel mit genehmigten Wirkstoffen werden national zugelassen. Zulassungsstelle in Deutschland ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Es arbeitet dabei mit drei weiteren Bundesbehörden zusammen. Mit der Zulassung werden Anwendungsbestimmungen und Auflagen erteilt, um Risiken für Umwelt, Anwender und Konsumenten zu minimieren. Zudem ist im Jahr 2013 der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) in Deutschland verabschiedet worden, um die Risiken, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können, weiter zu reduzieren.

### Wirkstoff-Genehmigung durch die EU

Wirkstoffe sind Stoffe mit allgemeiner oder spezifischer Wirkung gegen Schadorganismen der Pflanzen. Sie werden EU-weit nach einer umfangreichen wissenschaftlichen Prüfung durch die European Food Safety Authority (EFSA) und die zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten genehmigt. Die EU-weite Genehmigung des Wirkstoffs ist Voraussetzung für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln mit dem jeweiligen Wirkstoff in den Mitgliedsstaaten. Pflanzenschutzmittel, die genehmigte Wirkstoffe enthalten, werden im Rahmen eines nationalen Zulassungsverfahrens zugelassen.

Die nationale Zulassung eines Pflanzenschutzmittels ist wiederum Grundlage für die Zulassung in mindestens einer von drei Zonen innerhalb der EU (Nord, Süd, Zentral). So darf ein in Deutschland (zentrale Zone) nach Verordnung (EU) Nr. 1107/2009 zugelassenes Pflanzenschutzmittel nach Anerkennung durch die dortige zuständige Behörde zum Beispiel auch in anderen Ländern der

zentralen Zone (Belgien, Irland, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Tschechische Republik, Ungarn und Vereinigtes Königreich) zugelassen werden.

### Nationale Pflanzenschutzmittelzulassung

Firmen beantragen beim BVL eine Zulassung. Zum Zulassungsantrag gehört ein umfangreiches Paket von Unterlagen mit Informationen und Studien. Die EU-Richtlinie schreibt detailliert vor, welche Versuche mit Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenschutzmittelwirkstoffen durchzuführen sind. Die Versuchsmethodik muss internationalen Normen entsprechen, und die durchführenden Labore müssen für diese Tests zertifiziert sein. Die Bewertungsbehörden haben diese Unterlagen genauestens zu prüfen und bei Zweifeln oder Unstimmigkeiten nachzufragen und weitere Untersuchungen anzufordern. Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Literatur werden ebenfalls zur Prüfung hinzugezogen. Im Zulassungsverfahren arbeitet das BVL gemäß Pflanzenschutzgesetz mit drei Bewertungsbehörden zusammen:

Das Julius Kühn-Institut (JKI) prüft die Wirksamkeit, die Pflanzenverträglichkeit sowie die praktische Anwendung und den Nutzen. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) bewertet mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen und Tieren. Das Umweltbundesamt (UBA) bewertet mögliche Auswirkungen auf den Naturhaushalt. Nachdem die drei Bewertungsbehörden ihre Berichte an das BVL geschickt haben, entscheidet das BVL über die Zulassung des Pflanzenschutzmittels. Erst wenn die Bewertungen ergeben haben, dass alle gesetzlich vorgegebenen Zulassungsanforderungen erfüllt sind, wird das Mittel zugelassen. Dabei werden Pflanzenschutzmittelzulassungen nur zeitlich befristet erteilt und vor Ablauf der Frist auf Antrag neu bewertet. Dies gewährleistet, dass die Zulassung auf der Grundlage des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstandes erfolgt.

Pflanzenschutzmittel dürfen nur in den durch das BVL festgesetzten Anwendungen verwendet werden. Eine festgesetzte Anwendung verbindet die Kulturpflanze und den Schaderreger (auch Indikation oder Anwendungsgebiet genannt) mit

Maßnahmen zur Risikominderung. Diese sogenannten Anwendungsbestimmungen sind verbindlich, denn sie sorgen dafür, dass Anwendungen sicher durchgeführt werden können. Dazu gehören beispielsweise auch Wartezeiten zwischen letzter Anwendung und Ernte, die das BVL festsetzt und die zur sicheren Unterschreitung der gesetzlich festgelegten Rückstandshöchstgehalte einzuhalten sind. Außerdem enthalten Gebrauchsanleitung und Etiketten Sicherheitshinweise für den gefahrlosen Umgang mit dem unverdünnten Produkt.

### Schutz von Gesundheit und Umwelt bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln

Von Pflanzenschutzmitteln dürfen bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen und Tieren und das Grundwasser sowie keine unvermeidbaren Auswirkungen auf den Naturhaushalt ausgehen. So verlangt es das Pflanzenschutzgesetz. Die Sicherheit für Mensch und Umwelt ist ein zentrales Element der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. Wie Bewertungen für diese Bereiche durchgeführt werden, ist in der EG-Richtlinie und in umfangreichen technischen Leitfäden beschrieben, die regelmäßig an den wissenschaftlichen Fortschritt angepasst werden.

Zur Bewertung möglicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit werden Tests zu allen Aspekten der Toxikologie verlangt. Hierzu gehören Versuche zum Stoffwechsel, zur akuten und chronischen Giftigkeit, zur Haut- und Augenreizung, zu Auswirkungen auf das Erbgut und die Fortpflanzung sowie zu den krebsauslösenden Eigenschaften. In dem Versuchsprogramm geht es nicht nur darum, die Art der giftigen Effekte zu ermitteln, sondern auch die Dosisabhängigkeit. Es ist wichtig zu wissen, ab welcher Dosierung in den Versuchen Wirkungen feststellbar sind.

Die Beurteilung möglicher Risiken zielt auf Verbraucher, Anwender, die Bestände bearbeitende Personen und Personen, die sich als Spaziergänger oder Anwohner in der Nähe von Applikationsflächen aufhalten. Für alle vier Personengruppen wird geprüft, ob bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung des Pflanzenschutzmittels

im ungünstigsten Fall ein Risiko für die Betroffenen entstehen kann.

Zur Bewertung möglicher Auswirkungen auf den Naturhaushalt werden zunächst Abbauwege, Abbaumechanismen und Abbaugeschwindigkeiten in Boden, Wasser und Luft untersucht. Das Ziel ist es, eine Voraussage darüber zu treffen, in welchem Maße diese Elemente nach der praktischen Anwendung des Pflanzenschutzmittels belastet sein können. In einem zweiten Bereich wird die Wirkung auf Tiere und Pflanzen getestet. Vorgeschrieben sind unter anderem Versuche mit Vögeln, Honigbienen und anderen Insekten, Regenwürmern, Fischen, Wasserflöhen und Algen. Diese Tiere und Pflanzen werden als Stellvertreter für die unterschiedlichen Organismengruppen in der Natur angesehen, da es nicht möglich ist, alle in der Natur vorkommenden Arten zu prüfen. Nimmt man alle Informationen zusammen, so lässt sich vorhersagen, ob zum Beispiel mögliche Pflanzenschutzmittelkonzentrationen in Gewässern (eingetragen durch Abdrift, Abschwemmung und Drainage) so hoch sein können, dass Gewässerorganismen geschädigt werden könnten.

### **Kontrolle**

Die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben inkl. der Anwendungsbestimmungen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmittel wird durch die Fachrechtskontrollen der Landwirtschaftsverwaltung nach Vorgaben eines bundesweiten Pflanzenschutzkontrollprogramms und länderspezifischer Vorgaben regelmäßig risikoorientiert kontrolliert. Über die bundesweit zusammengefassten Ergebnisse wird turnusmäßig berichtet und Verstöße werden geahndet. Die jährlichen Kontrollberichte sind unter folgender Internet-Adresse zu finden: [www.bvl.bund.de](http://www.bvl.bund.de) >Arbeitsbereiche >Pflanzenschutzmittel >Aufgaben im Bereich Pflanzenschutzmittel >Pflanzenschutz-Kontrollprogramm.

Seit dem Jahr 2021 wird die Kontrolle des integrierten Pflanzenschutzes im Rahmen des landwirtschaftlichen Fachrechtes bundesweit durchgeführt. Hierzu wurde ein Fragebogen mit den acht Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes nach Anhang III der EU-Richtlinie 2009/128/EG

entwickelt und eine erläuternde Broschüre dazu verfasst: [www.ltz-augustenberg.de](http://www.ltz-augustenberg.de) >Arbeitsfelder >Pflanzenschutz >Integrierter Pflanzenschutz >Kontrolle des integrierten Pflanzenschutzes.

Die landwirtschaftlichen Betriebsleitungen haken dazu die von ihnen durchgeführten Maßnahmen im Fragebogen ggf. zusammen mit der kontrollierenden Person ab. Der ausgefüllte Fragebogen verbleibt auf dem Betrieb und ist zusammen mit den Pflanzenschutzunterlagen aufzubewahren. Im Kontrollprotokoll wird vermerkt, dass die Abfrage des integrierten Pflanzenschutzes stattgefunden hat.



## 2 Datenerhebungen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

Pflanzenschutzmittelabgabe in Getreide.

Foto: Florian Jung/LTZ

Um die Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln abzubilden und zu bewerten, ist die Kenntnis der angewendeten Mengen und deren Entwicklung im Laufe der Zeit Grundvoraussetzung. Nur so kann der Erfolg der durchgeführten Maßnahmen zur Pflanzenschutzmittelreduktion verlässlich gemessen werden. Gemäß Pflanzenschutzgesetz und EU-Pflanzenschutzverordnung sind die Landwirte verpflichtet, Aufzeichnungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu führen und diese drei Jahre aufzubewahren. Die Form der Aufzeichnungen wird dabei nicht vorgegeben. Die Weitergabe der Anwendungsdaten ist nur im Rahmen von Fachrechtskontrollen oder Anfragen betreffend das Umweltinformationsgesetz vorgesehen. Daher liegen bei den Behörden keine ausreichenden Informationen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln vor. Um diese Informationen zu erhalten, bietet sich daher die Erhebung von Anwendungsdaten repräsentativ ausgewählter Betriebe an. Diese Daten können mit der Anbaufläche der Kultur im Land hochgerechnet werden und geben so Aufschluss über die absolut angewendeten Mengen.

Die Aussagen in diesem Bericht basieren auf den Daten von zwei verschiedenen Erhebungen, denen des landeseigenen Betriebsmessnetzes und denen des Marktforschungsunternehmens Kynetec. Da es sich um zwei verschiedene Erhebungen handelt, die bei unterschiedlichen Betrieben vorgenommen

wurden, die unterschiedliche Pflanzenschutzmittel anwenden, kommen sie auch zu unterschiedlichen Ergebnissen. Die Trends gehen jedoch in die gleiche Richtung. Die Aussagen zur Entwicklung der Pflanzenschutzmittelanwendung über die Jahre sind damit auf Grundlage zweier verschiedener Erhebungen abgesichert.

Weitere Daten, die in diesem Bericht zur Auswertung herangezogen worden sind, basieren auf den Berichten des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit zum bundesweiten Absatz von Pflanzenschutzmitteln, der Forstverwaltung sowie Informationen der Deutschen Bahn. Ferner wurden Schätzungen durch Fachleute des LTZ vorgenommen.

### 2.1 Absatz an Pflanzenschutzmitteln bundesweit

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit veröffentlicht jährlich die Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 des Pflanzenschutzgesetzes über den Absatz von Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Diese bundesweit vorliegenden Zahlen zum Absatz von Pflanzenschutzmitteln sind im Kontext der Pflanzenschutzmittelanwendung im Land Baden-

Württemberg zu sehen und werden daher hier zitiert dargestellt.

**Absatzmengen formulierter Pflanzenschutzmittel in Tonnen**

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit erhebt bei Zulassungsinhabern und Vertriebspartnern aufgrund rechtlicher Vorgaben (§ 64 PflSchG) jährlich die Menge abgesetzter Pflanzenschutzmittel und veröffentlicht die Zahlen unter dem Titel „Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz“ im Internet. Die aus diesen Berichten entnommenen Absatzmengen der fertig formulierten Produkte vom Jahr 2016 bis 2022 sind in Abbildung 1 dargestellt.

Die Gesamtmenge der Inlandsabgabe von Pflanzenschutzmitteln ohne inerte Gase an berufliche und nichtberufliche Anwender von knapp 100.000 t im Jahr 2016 fiel um ca. 20 % auf 80.000 t im Jahr 2020 und stieg im Jahr 2022 wieder auf knapp 94.000 t an. Der Rückgang war insbesondere bei den Fungiziden festzustellen sowie bei den sonstigen Pflanzenschutzmitteln, worunter v. a. Molluskizide (Schneckenbekämpfungsmittel) fallen. Die erneute Zunahme in den Jahren 2021 und 2022 wurde durch erhöhte Absatzmengen bei den Herbiziden und Fungiziden (inkl. Ökomidel) sowie bei den Molluskiziden verursacht. Im gleichen Zeitraum blieb die landwirtschaftliche Anbaufläche in Deutschland konstant bei ca. 16,6 Mio. ha. Der Anteil ökologisch bewirtschafteter Fläche erhöhte sich von 2016 von 1,25 Mio. ha auf 1,7 Mio. ha im Jahr 2020 und beträgt damit 10,3 % der gesamten Anbaufläche in Deutschland. Der Absatz der im ökologischen Landbau erlaubten Pflanzenschutzmittel stieg entsprechend auch an. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch inte-

**Definitionen**

- Pestizide:** umfassen Pflanzenschutzmittel und Biozide
- Unkräuter:** sind Pflanzen, die dort, wo sie auftreten, mehr schaden als nutzen

Pflanzenschutzmittel werden entsprechend ihrer Wirkung in folgende Gruppen unterteilt:

- Herbizide:** regulieren Unkräuter
- Fungizide:** regulieren Pilzkrankheiten
- Insektizide:** regulieren Insekten
- Akarizide:** regulieren Milben
- Bakterizide:** regulieren Bakterien
- Molluskizide:** regulieren Schnecken
- Rodentizide:** regulieren Nagetiere
- Wachstumsregler:** regulieren das Wachstum von Pflanzen z. B. Halmverkürzung bei Getreide, Keimhemmung bei Kartoffeln

Ökologische Pflanzenschutzmittel werden von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln aus rechtlicher Sicht gemäß den Verordnungen (EG) Nr. 834/2007 sowie (EG) Nr. 889/2008 geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2021/181 unterschieden

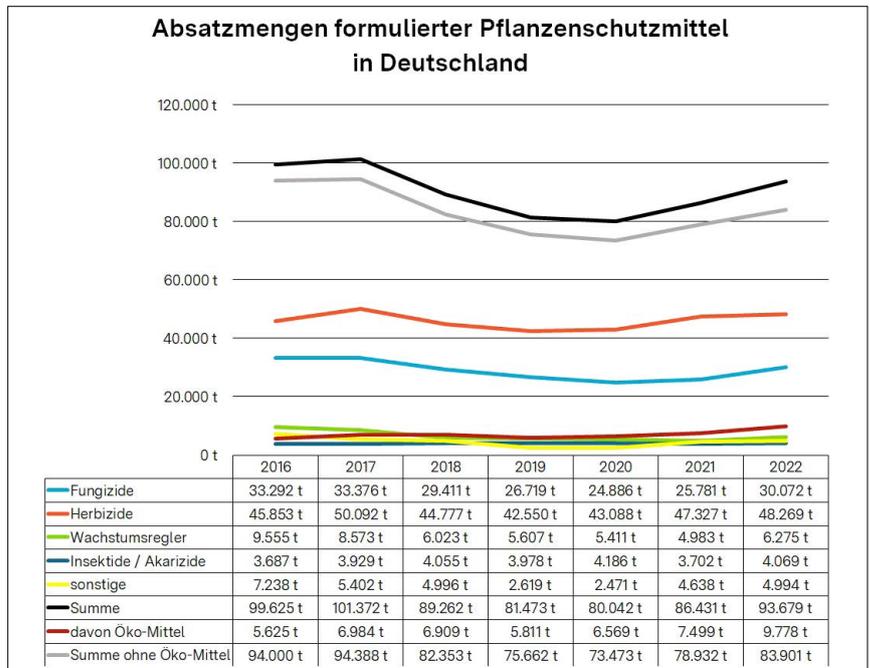


Abbildung 1: Bundesweite Absatzzahlen formulierter Pflanzenschutzmittelmengen in Tonnen seit 2016 (Quelle: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2022. Dieser Bericht ist elektronisch abrufbar unter: [www.bvl.bund.de/psmstatistiken](http://www.bvl.bund.de/psmstatistiken))

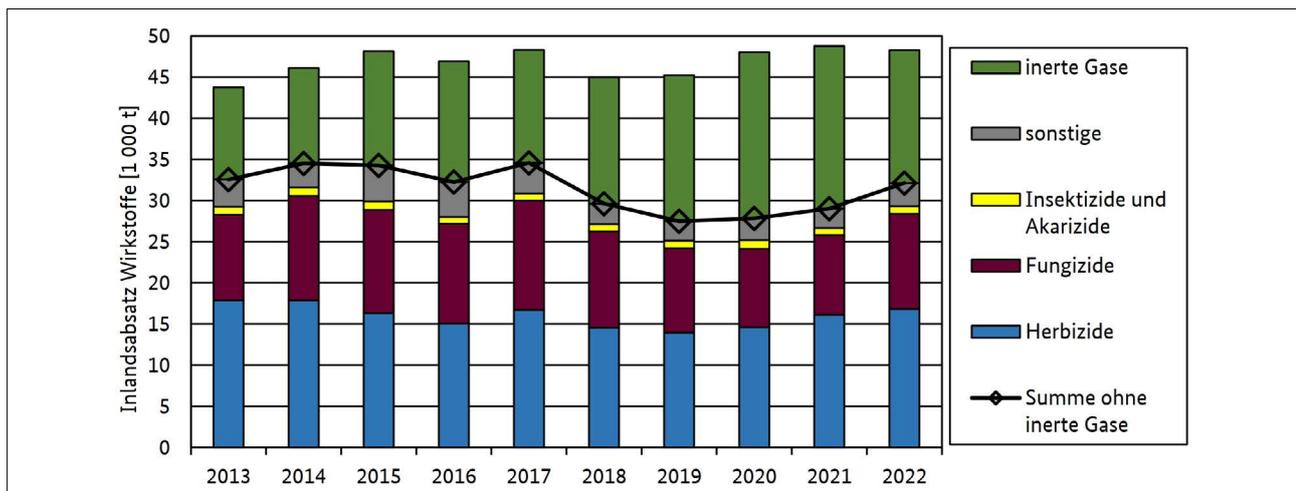


Abbildung 2: Inlandsabsatz Deutschland der Wirkstoffgruppen 2011 bis 2022. Quelle: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2021. Dieser Bericht ist elektronisch abrufbar unter: [www.bvl.bund.de/psmstatistiken](http://www.bvl.bund.de/psmstatistiken)

griert wirtschaftende Betriebe in geringem Umfang Produkte anwenden, die im ökologischen Anbau zulässig sind.

Formulierte Pflanzenschutzmittel enthalten neben den eigentlichen Wirkstoffen so genannte Formulierungshilfsstoffe. Diese Substanzen sorgen dafür, dass der Wirkstoff im Pflanzenschutzmittel lagerstabil ist, sich beim Ansetzen mit Wasser gut löst, sich auf der Pflanze verteilt bzw. eindringt, anhaftet und Regenschauern widersteht. Für die Betrachtung der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf den Schaderreger und auch auf die Umwelt sind vor allem die Wirkstoffe entscheidend und weniger die Formulierungshilfsstoffe. Daher werden in folgenden Abbildungen die Wirkstoffmengen dargestellt. Der Wirkstoffgehalt der formulierten Pflanzenschutzmittel beträgt im Mittel über alle Produkte ca. 33 % mit Ausnahme einiger Ökoprozessmittel wie z. B. Kumulus WG, das 800 g Schwefel je kg Pflanzenschutzmittel enthält. Die Menge abgesetzter Wirkstoffe liegt damit um etwa 2/3 niedriger als die der formulierten Produkte. Die Veränderungen der abgesetzten Wirkstoffmengen sind analog zu den Veränderungen beim Absatz formulierter Pflanzenschutzmittel festzustellen.

Die tatsächlich eingesetzten Pflanzenschutzmengen können die veröffentlichten Absatzmengen nur unzureichend abbilden. Frühbezugsangebote des Handels oder eine vergangene Vegetationsperiode mit hohem Schaderregerdruck lassen zwar den

Absatz steigen, bestimmen aber nicht den eigentlichen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

## 2.2 Wettersituation in Baden-Württemberg

Um die Veränderungen bei den ausgebrachten Pflanzenschutzmittel- und Wirkstoffmengen zu beurteilen, ist die Kenntnis der Wetterbedingungen während der Vegetationsperiode unerlässlich. Abbildung 3 zeigt die Niederschlagsmengen der Monate März bis Juli im Mittel der Jahre 2016 bis 2019 sowie den Jahren 2020 bis 2022 relativ zum langjährigen Mittel (1961–1990). Im Ausgangszeitraum 2016 bis 2019, welcher den Startpunkt der Pflanzenschutzmittelreduktion beschreibt, lagen die mittleren Niederschlagsmengen in den Monaten März bis Juli tendenziell leicht unter dem langjährigen Mittel. Im Jahr 2020 lagen die Niederschlagsmengen in den Monaten März bis Juli durchgehend, zum Teil sogar deutlich, unter dem langjährigen Mittel und außer im Monat Juni auch unter dem Mittel der Jahre 2016 bis 2019. Während 2021 die Monate März und April auch vergleichsweise trocken waren, fiel in den Monaten Mai, Juni und Juli überdurchschnittlich viel Niederschlag (siehe Abbildung 3). Diese hohen Niederschläge in den bereits etwas wärmeren Monaten bieten für viele pflanzenpathogene Pilze gute Infektions- und Entwicklungsbedingungen. Auch tierische Schaderreger wie

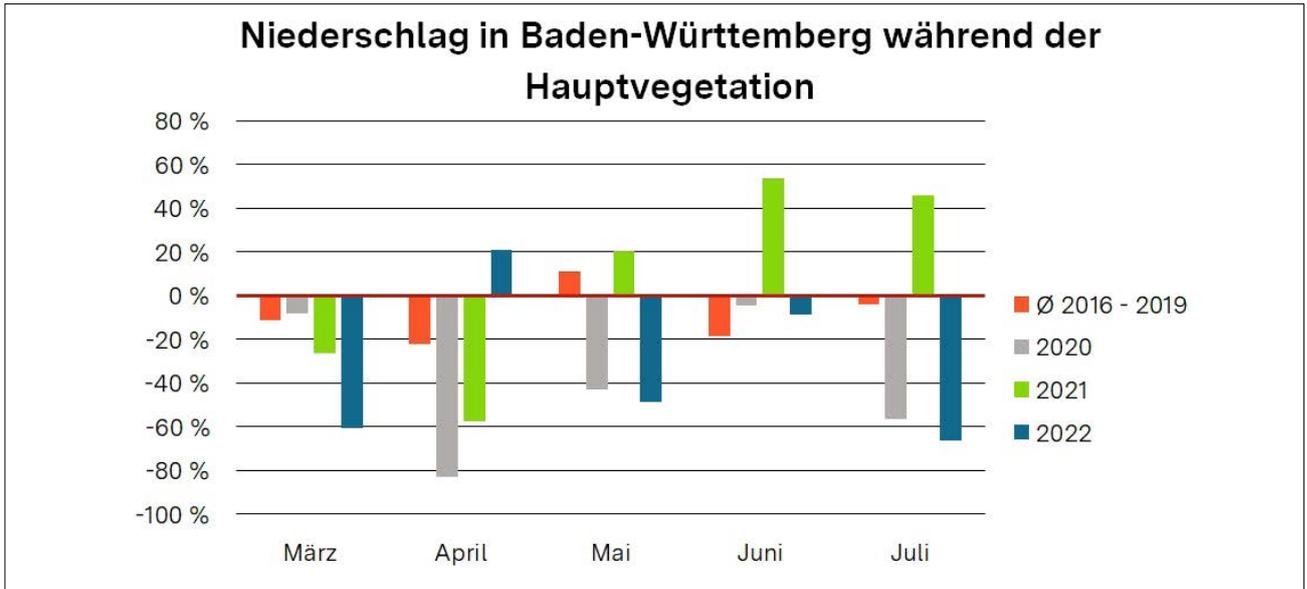


Abbildung 3: Niederschlagsmengen in Baden-Württemberg in den Jahren 2016 bis 2022 und Abweichung vom 30-jährigen Mittel in %, Datengrundlage: Stationen des Deutschen Wetterdienstes

z. B. die Kirschessigfliege können sich bei feuchter Witterung besser vermehren als bei Trockenheit. Die unterschiedlichen Niederschlagsbedingungen in den Jahren 2020 und 2021 spiegelten sich auch in den ausgebrachten Pflanzenschutzmengen wider (siehe Dritter Bericht zur Anwendung und Reduktion des Einsatzes chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel in Baden-Württemberg). Mit Ausnahme des Monats April lagen die Niederschläge im Jahr 2022 deutlich unter dem Niveau der Vorjahre und dem langjährigen Mittel.

In Tabelle 1 sind die Summe der Abweichungen vom langjährigen Mittel der Monate März bis Juli in den Jahren 2016 bis 2022 abgetragen. Es ist deutlich zu sehen, dass die Vegetationsperiode im Jahr 2022 deutlich trockener als das langjährige Mittel und ebenso deutlich trockener der Ausgangszeitraum (2016 bis 2019) war.

**Tabelle 1: Summe der Abweichungen der Monate März bis Juli vom langjährigen Mittel sowie Einstufung der Vegetationsperiode**

Jahr	Ø 2016–2019	2020	2021	2022
<b>Summe</b>				
<b>Abweichungen vom langjährigen Mittel</b>	- 46 %	- 195 %	+ 37 %	- 163 %
<b>Einstufung</b>				
<b>Vegetationsperiode</b>	Trocken	Sehr trocken	Feucht	Sehr trocken

## 2.3 Anwendungen in der Landwirtschaft

### 2.3.1 Betriebsmessnetz

Nach § 17b, Absatz 3, Satz 1 Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz ermittelt die oberste Landesbehörde jährlich den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln anhand der Daten eines repräsentativen Betriebsmessnetzes in der Landwirtschaft. Der Aufbau des Betriebsmessnetzes mit Erhebung einer Mindestanzahl Datensätze je Erntejahr in den einzelnen Kulturen ist abgeschlossen (s. Tabelle 2). Ein Datensatz ist dabei definiert als alle Anwendungen in einer Kultur auf einem Betrieb in einem Erntejahr.

Im Betriebsmessnetz werden die zehn Kulturen Winterweizen, Wintergerste, Sommergerste, Winterraps, Zuckerrüben, Mais, Kartoffeln, Tafelapfel, Reben und Hopfen erfasst. Diese zehn Kulturen decken ca. 75 % der gesamten Acker- und Dauerkulturfläche (862.100 ha im Jahr 2022) in BW ab. Die Daten der Körnerleguminosen wurden aufgrund der geringen Zahl an Datensätzen nicht einbezogen (siehe Tabelle 2).

Das Julius Kühn-Institut (JKI) führt bereits seit dem Jahr 2000 Erhebungen zur Anwendung von

Tabelle 2: Zahl an Datensätzen für das Betriebsmessnetz Baden-Württemberg

Kulturbezeichnung	Anzahl Datensätze je Jahr						
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Apfel	30	24	27	28	40	33	39
Hopfen	5	5	5	5	5	5	5
Kartoffeln	6	6	7	7	7	8	10
Mais	90	92	93	91	95	93	100
Reben	40	45	45	47	48	46	43
Sojabohnen	7	7	6	8	9	5	12
Sommerackerbohnen	1	-	1	-	-	-	-
Sommererbsen	4	6	6	7	6	7	7
Sommergerste	43	44	43	48	47	46	57
Wintergerste	59	59	61	57	63	63	66
Winterraps	36	39	41	42	45	48	53
Winterweizen	104	104	105	107	106	106	114
Zuckerrüben	19	19	19	19	22	20	25
Summe	444	450	459	466	493	480	531

Pflanzenschutzmitteln in der Praxis durch. Seit 2011 werden diese bundesweiten Erhebungen unter dem Namen PAPA (Panel-Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) durchgeführt und zur Erfüllung der Verordnung (EG) 1185/2009 an die Europäische Kommission gemeldet. Die Datensätze, die Betriebe aus BW im Rahmen der bundesweiten PAPA-Erhebung an das JKI liefern, würden alleine nicht für eine belastbare Auswertung auf Bundeslandebene ausreichen. Sie ergänzen jedoch das Betriebsmess-

netz des Landes und fließen mit ein. Für die Nutzung der Daten wurden durch die Berufsverbände Einverständniserklärungen bei den Betrieben eingeholt.

Die Auswertung der Daten des Betriebsmessnetzes konnte aufgrund der Komplexität der korrekten Erfassung von Pflanzenschutzmittelanwendungen und des erforderlichen Zeitaufwands bislang bis einschließlich 2022 vorgenommen werden.

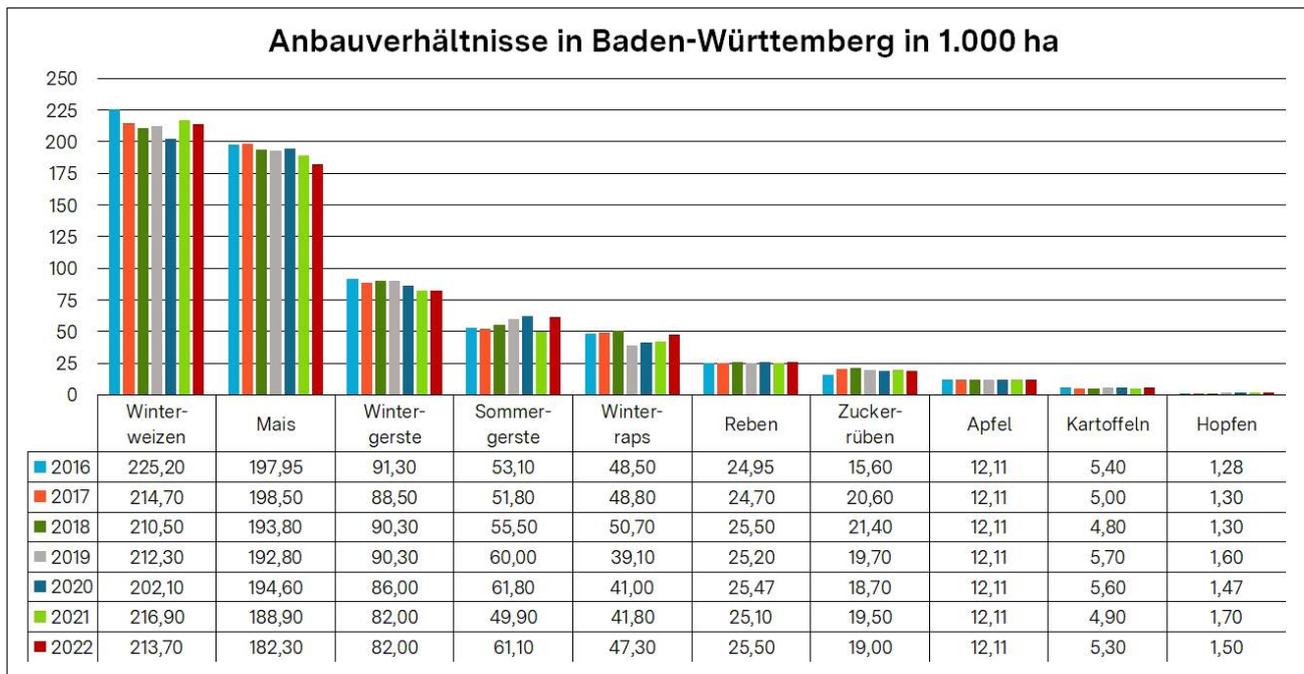


Abbildung 4: Anbauumfang der erhobenen Kulturen in Baden-Württemberg nach Daten des statistischen Landesamtes

### 2.3.2 Anwendung in den einzelnen Kulturen

Pflanzenschutzmittel werden ausgebracht, um Kulturpflanzen vor Krankheiten und Schädlingen sowie vor Konkurrenz durch Unkräuter zu schützen. Die einzelnen Kulturen werden dabei in unterschiedlichem Ausmaß von spezifischen Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern beeinträchtigt. Daraus resultiert eine unterschiedliche Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den einzelnen Kulturen. Zusätzlich beeinflusst die Witterung, insbesondere der Niederschlag, sehr stark die Entwicklung von Pilzkrankheiten und die Notwendigkeit, Fungizide in entsprechender Intensität anzuwenden. Einzelne Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter können auch heute schon ohne Pflanzenschutzmittel reguliert werden, so z. B. im Weinbau, der dank der Verwirrungstechnik gegen den Traubenwickler in der Regel ohne Insektizidanwendungen auskommt. Auch im Maisanbau wird der Maiszünsler mit dem Nützling *Trichogramma* statt mit einem Insektizid erfolgreich reguliert. Daneben können auch Herbizidanwendungen in Dauerkulturen wie Obst- oder Weinbau durch mechanische Bodenbearbeitung zwischen den Pflanzreihen und gezielte Anwendung im Unterstockbereich auf einen Bruchteil der Fläche begrenzt werden.

Der Fokus bei den zehn erfassten Kulturen liegt im Folgenden auf der ausgebrachten Menge an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen sowie auf dem Behandlungsindex (BI). Dieser ist definiert als Produkt der Verhältnisse von behandelter Fläche zu Schlaggröße und angewandeter Aufwandmenge (AWM) zu maximal zulässiger Aufwandmenge:

$$\text{Behandlungsindex} = \frac{\text{behandelte Fläche}}{\text{Schlaggröße}} * \frac{\text{angewendete AWM}}{\text{zulässige AWM}}$$

Der Behandlungsindex wird für jedes ausgebrachte Pflanzenschutzmittel in einer Kultur separat berechnet und über das Erntejahr aufsummiert. Dieser quantitative Parameter macht die Intensität des Pflanzenschutzmittels in den einzelnen Kulturen gut sichtbar und bildet neben der Behandlungshäufigkeit auch unmittelbar Teilflächenbehandlungen und Reduktion der Aufwandmengen ab. Zu beachten ist, dass der Behandlungsindex in der Regel höher ist als die tatsächliche Behand-

lungshäufigkeit, da in der landwirtschaftlichen Praxis oft mit Tankmischungen gearbeitet wird, um Indikationslücken einzelner Produkte zu ergänzen. Besonders ausgeprägt ist dieser Effekt bei den intensiver geführten Kulturen.

Die Daten des Betriebsmessnetzes liegen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nur bis zum Jahr 2022 vollständig vor, da die Prüfung der Daten auf Plausibilität durch das JKI sowie das LTZ durch die Anonymität der Meldebetriebe sehr viel aufwändiger ist als bei den Betrieben des Marktforschungsunternehmens.

Da im Biodiversitätsstärkungsgesetz die Reduktion der ausgebrachten Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel verankert ist, beschränken sich die Betrachtungen der Behandlungsindizes und Wirkstoffmengen in den verschiedenen Kulturen auf die chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel. Ermittelte Wirkstoffmengen aus dem Messnetz werden mit Daten des statistischen Landesamtes auf die Gesamtanbaufläche im Land hochgerechnet. Eingeteilt werden die Wirkstoffe in die Gruppen Fungizide, Herbizide, Insektizide, Wachstumsregler, Akarizide, Bakterizide, Molluskizide, Repellents und Rodentizide.

Bei der Betrachtung der einzelnen Kulturen (Punkt 2.3.4) werden zunächst die Behandlungsindizes (BI) sowie die errechneten Pflanzenschutzmittelwirkstoffmengen pro Flächeneinheit dargestellt und die Schwerpunkte der Behandlungen in den Kulturen erläutert. Abschließend werden die ausgebrachten Mengen addiert und der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel für Baden-Württemberg dargestellt (2.3.6).

### 2.3.3 Baseline für die Pflanzenschutzmittelreduktion

Um die Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes messen und bewerten zu können, wurde bereits 2020 ein Ausgangszeitraum definiert, mit dem die Ist-Situation im Pflanzenschutz zum Inkrafttreten des Biodiversitätsstärkungsgesetzes beschrieben wird. Dieser Zeitraum umfasst die Jahre 2016 bis 2019. Der Durchschnitt der jährlich ausgebrachten Mengen chemisch-synthetischer



Ährenfusarium an Weizen

Foto: Hartmut Weeber/LTZ

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in diesen Jahren wird im Folgenden als „Baseline“ bezeichnet und bildet den Startpunkt für die Pflanzenschutzmittelreduktion in Baden-Württemberg.

Da kleinere Korrekturen an den Auswertungen in allen bislang erfassten Jahren vorgenommen werden mussten, verschieben sich die ausgebrachten Pflanzenschutzmengen im Vergleich zum dritten Bericht leicht. Bei den vorgenommenen Korrekturen handelt es sich nicht um Veränderungen an den erfassten Applikationsdaten, sondern um die Zuordnung von verschiedenen Pflanzenschutzmitteln zu den Gruppen „chemisch-synthetisch“ und „chemisch“. Da diese Zuordnung von einer Software anfangs nicht ganz korrekt durchgeführt wurde, wurden einzelne chemische Produkte, die auch im ökologischen Landbau zum Einsatz kommen, den chemisch-synthetischen Produkten zugerechnet. Durch die Korrekturen verschieben sich die Ausbringmengen der Jahre 2016 bis 2021 leicht nach unten.

### 2.3.4 Ackerbaukulturen

#### Getreide

Im Getreideanbau werden die Erträge durch das Wetter, ganz entscheidend aber auch durch die Konkurrenz zwischen Kulturpflanzen und Unkräutern um Wasser, Licht und Nährstoffe beeinflusst. Ebenso spielen in vielen Jahren Pilzkrankheiten eine große Rolle, beginnend mit Fußkrankheiten wie Halmbruch oder Schwarzbeinigkeit, über Blattkrankheiten wie Mehltau, Septoria, Rostkrankheiten, Ramularia oder Netzflecken bis hin zu Fusariumpilzen, welche die Ähren befallen. Speziell die Fusarium-Arten können neben Mindererträgen auch für Mensch und Tier giftige Mykotoxine im Erntegut bilden. Aufgrund der signifikanten Einflüsse von Unkräutern und Phytopathogenen sind Herbizide und Fungizide die am häufigsten verwendeten Pflanzenschutzmittel im Getreidebau. Tierische Schaderreger spielen eine eher untergeordnete Rolle. Blattläuse oder Getreidehähnchen können sich lediglich in einzelnen Jahren so stark vermehren, dass Insektizidbehandlungen notwendig werden. Um das Längenwachstum des Getreides zu verlangsamen und so die Standfestigkeit zu verbessern, müssen je nach Vegetationsbedingungen und angebauter Sorte auch Wachstumsregler appliziert werden. Ein Abknicken der Halme durch Regen- oder Windereignisse führt unweigerlich zu Ertragseinbußen und Ernteerschwernis.

### Winterweizen

Absolut betrachtet liegen im Winterweizen Behandlungsindex sowie ausgebrachte Wirkstoffmenge pro Hektar im Jahr 2022 auf dem Niveau des Vorjahres. Der leichte Rückgang von Ausbringungsmengen und BI bei Fungiziden und Wachstumsreglern lässt sich auf die Trockenheit während der Vegetation zurückführen. Die Entwicklungsbedingungen für Pilzkrankheiten waren ungünstig und die Pflanzen bildeten wegen der geringen Niederschläge nicht überdurchschnittlich viel Biomasse aus. Der marginale Anstieg bei den Herbiziden

kann eine Folge von Minderwirkungen aufgrund von fehlender Bodenfeuchte oder stark ausgebildeter Wachsschicht bei den Unkräutern sein. Die Behandlungsindizes der Insektizide und Wachstumsregler liegen unter eins. Diese Pflanzenschutzmittel werden somit im Durchschnitt entweder nur auf Teilflächen oder mit reduzierter Aufwandmenge eingesetzt.

Im Vergleich zur Baseline liegen die Hektaraufwandmengen chemisch-synthetischer Wirkstoffe im Jahr 2022 um rund 15 Prozent niedriger.

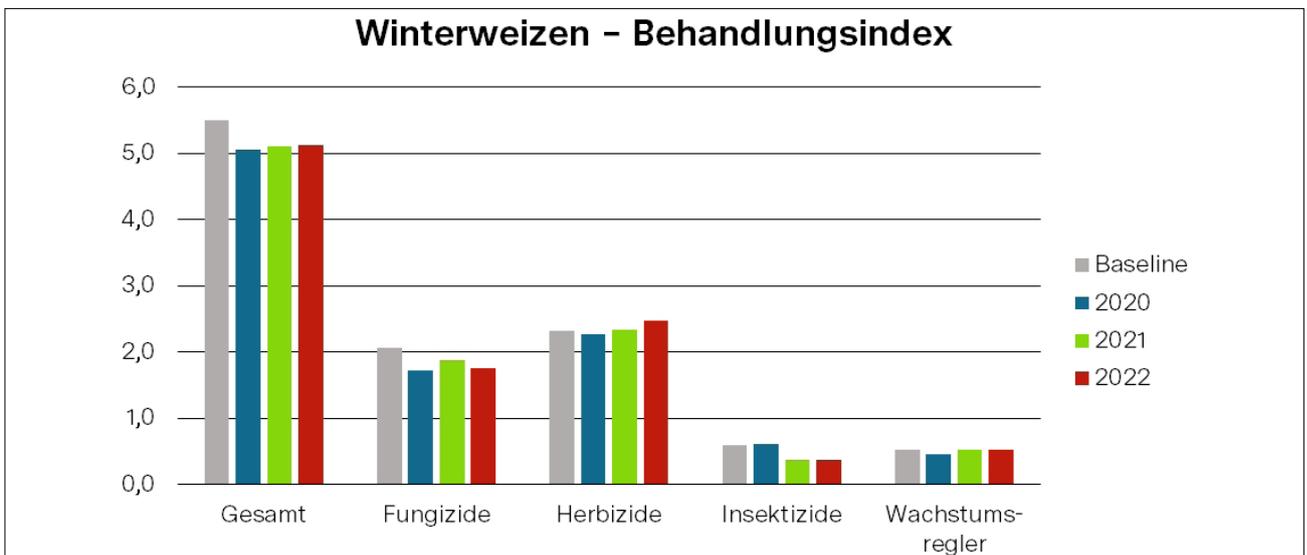


Abbildung 5: Behandlungsindex in Winterweizen

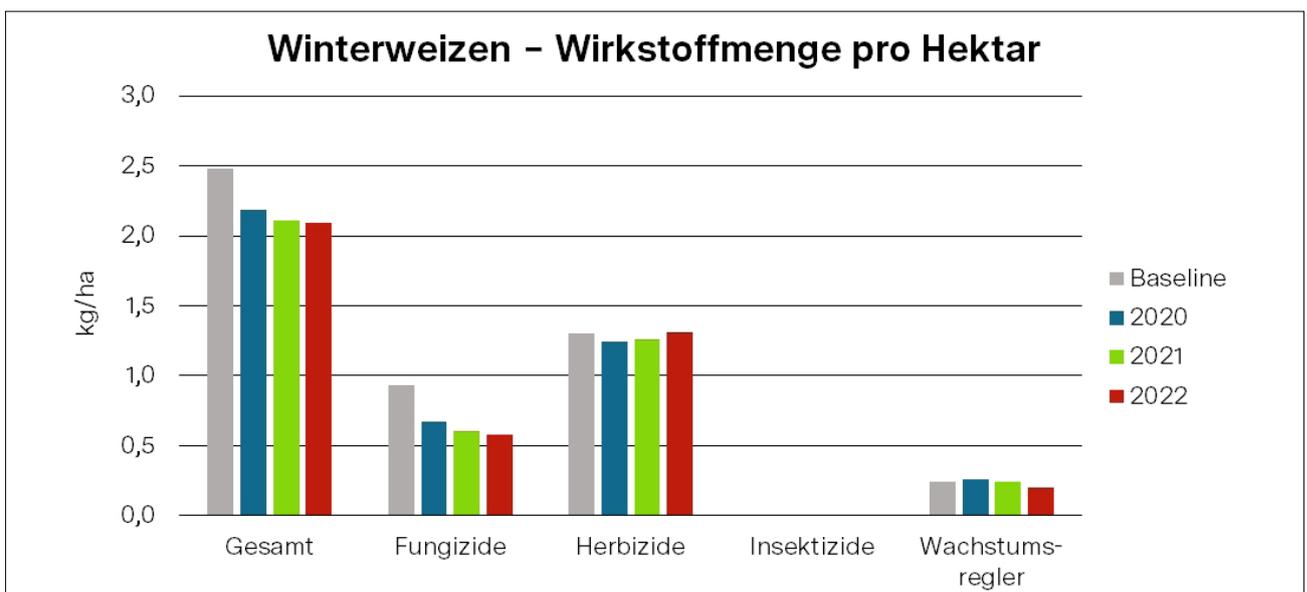


Abbildung 6: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar auf Winterweizenflächen

**Wintergerste**

Wenngleich die Behandlungsindizes von Wintergerste mit denen des Winterweizens vergleichbar sind, werden hier leicht höhere Wirkstoffmengen je Hektar ausgebracht (Abbildung 8). Im Wesentlichen ist das damit zu erklären, dass Wintergerste im Vergleich zu Winterweizen einen früheren Saatzeitpunkt hat. Dies gibt vielen Unkräuter bereits im Herbst die Möglichkeit aufzulaufen, wenn die Kulturpflanze noch nicht konkurrenzkräftig ist. Auch Pilzinfektionen können sich unter Umständen

bereits im Herbst etablieren und im darauffolgenden Frühjahr den Neuzuwachs infizieren. Ein weiterer Grund für die leicht höheren Ausbringungsmengen ist das seit mehreren Jahren verstärkte Auftreten der sehr ertragsrelevanten Krankheit *Ramularia collo-cygni*.

Der Behandlungsindex in Wintergerste lag im Jahr 2022 mit 4,88 in etwa auf dem Niveau der Baseline. Die ausgebrachten Wirkstoffmengen sind vergleichbar mit denen aus dem Jahr 2020 und liegen rund fünf Prozent unter der Baseline.

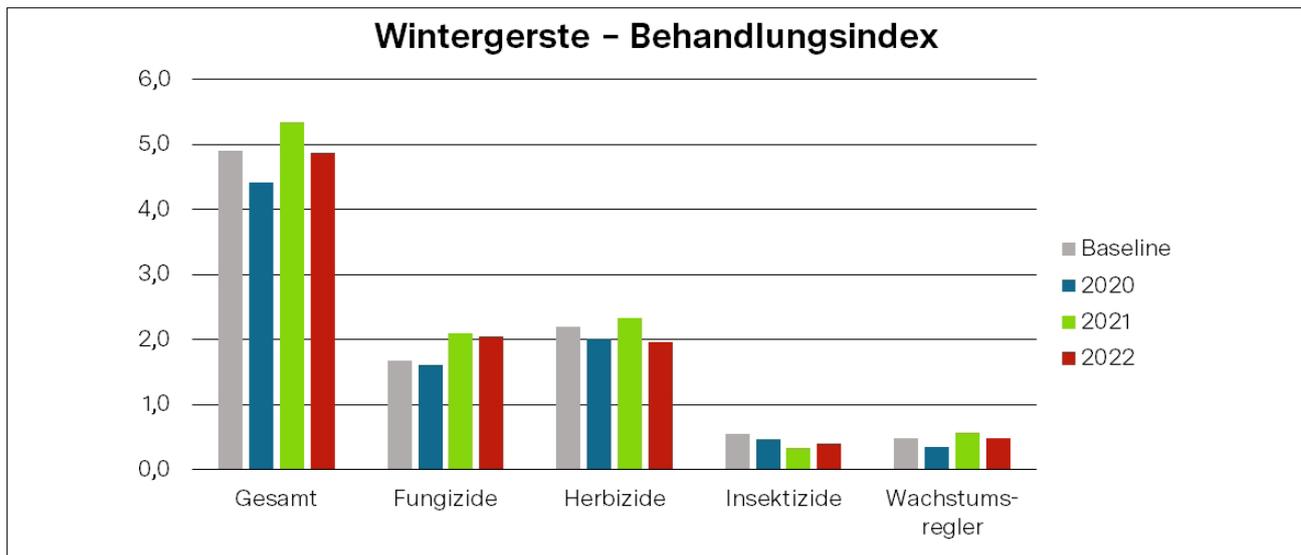


Abbildung 7: Behandlungsindex in Wintergerste

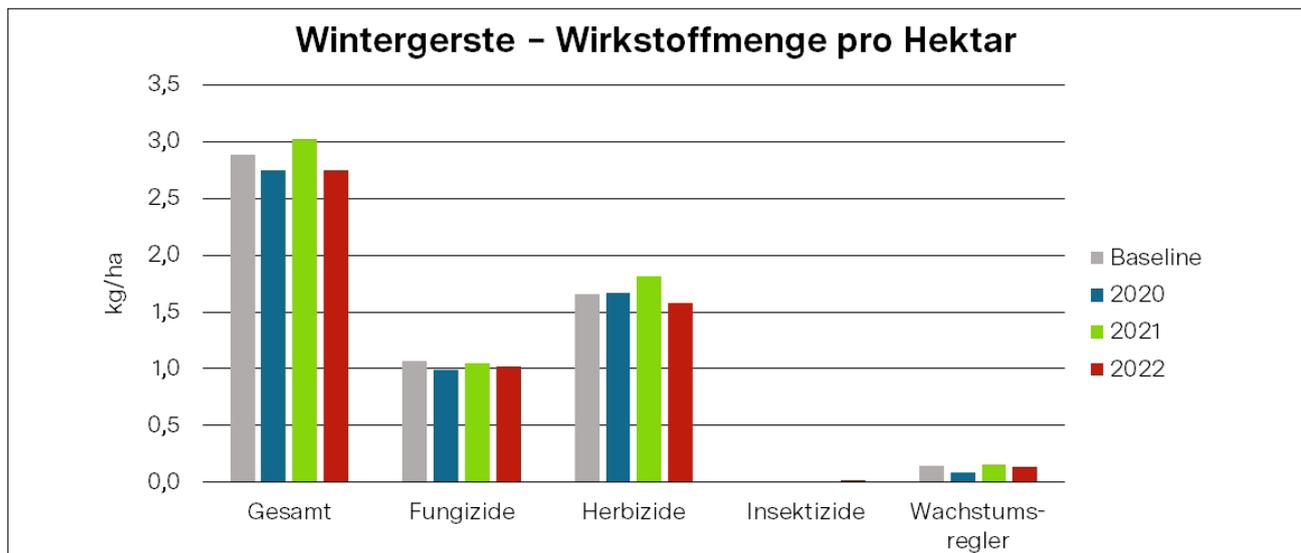


Abbildung 8: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar auf Wintergerstenflächen

### Sommergerste

Die Behandlungsindizes in Sommergerste sind vergleichbar bis leicht niedriger als bei Wintergerste. Im Jahr 2022 wurde ein leichter Anstieg bei den Fungiziden im Vergleich zum Vorjahr beobachtet. Dies ist vermutlich auf die oben genannte Blattkrankheit *Ramularia collo-cygni* zurückzuführen, die in ihrer Entwicklung positiv auf erhöhte Sonneneinstrahlung reagiert. Obwohl der BI annähernd gleich ist, werden bei den Herbiziden in Sommergerste deutlich weniger Wirkstoffmengen als in Wintergetreide ausgebracht, da hier blattaktiven

Produkte verwendet werden, bei denen naturgemäß weniger Wirkstoff auf die Fläche ausgebracht wird als bei bodenaktiven Produkten. Sowohl BI als auch ausgebrachte Wirkstoffmengen sind bei den Herbiziden rückläufig und liegen unter der Baseline. Im Vergleich zu den Wintergetreidearten ist der deutlich geringere Aufwand an Wachstumsreglern in Sommergerste hervorzuheben, der typisch für einige Sommergersten-Sorten ist.

Insgesamt liegen die Ausbringungsmengen in Sommergerste leicht über Vorjahresniveau, aber dennoch 13 Prozent unter der Baseline.

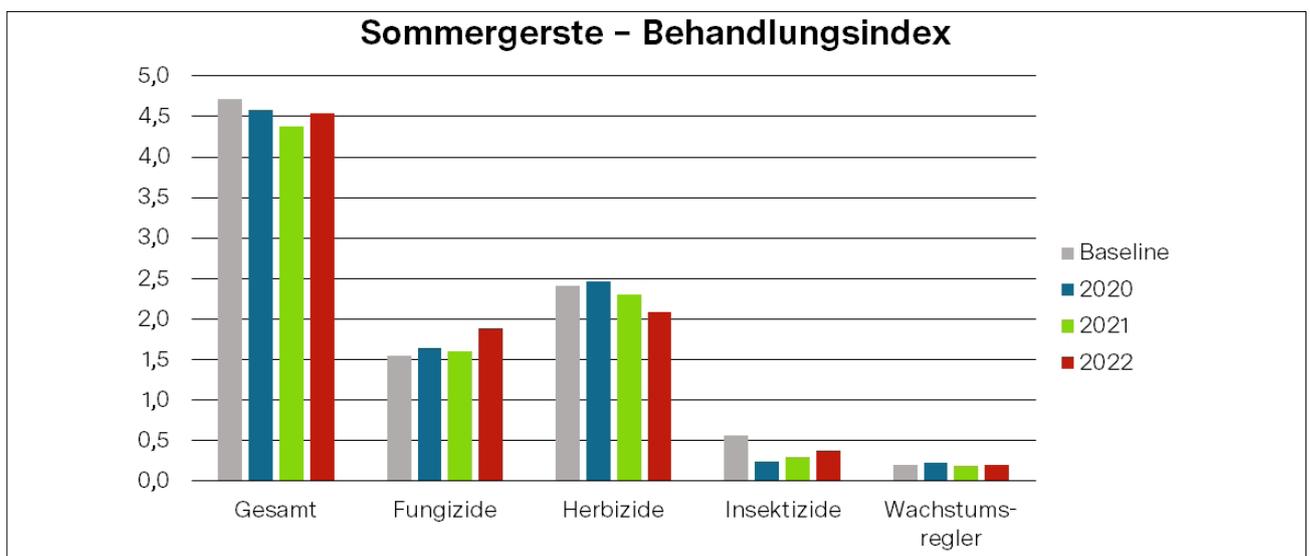


Abbildung 9: Behandlungsindex in Sommergerste

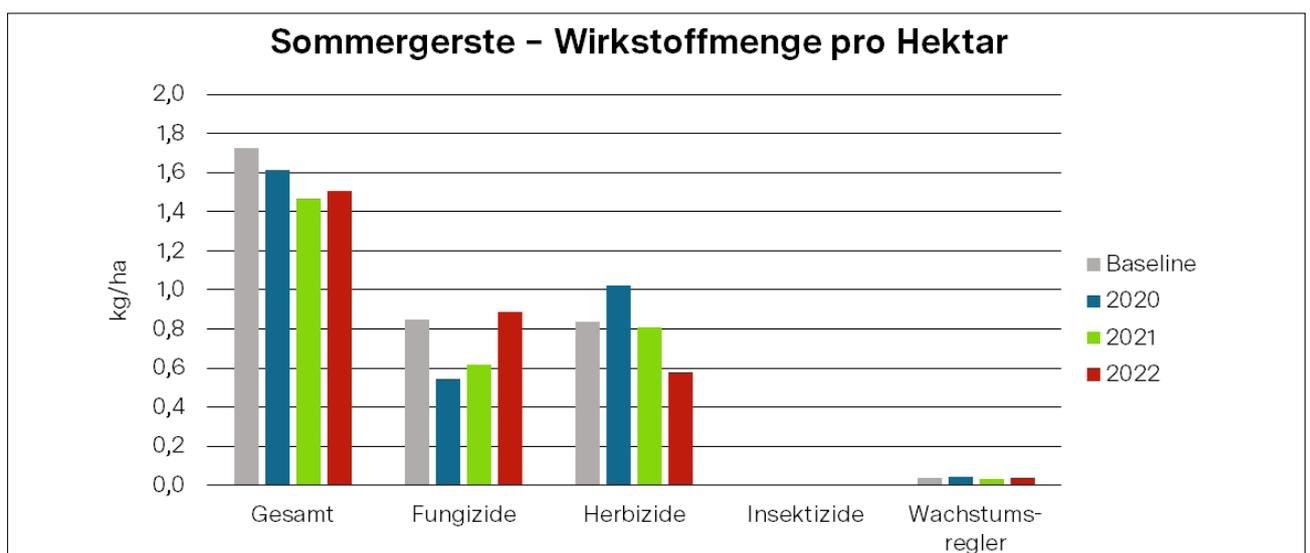


Abbildung 10: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar auf Sommergerstenflächen

**Mais**

Mais ist von allen Ackerbaukulturen bislang noch am wenigsten von tierischen oder pilzlichen Schad-erregern betroffen. Lediglich gegenüber Unkräutern ist seine Konkurrenzkraft im Jugendstadium sehr gering. Um sein gesamtes Ertragspotenzial zu realisieren, muss Mais bis zum Acht-Blattstadium weitestgehend unkrautfrei gehalten werden. In der Regel ist hierfür eine Überfahrt mit einer Tankmischung aus Einzelkomponenten oder Packs nötig. Daraus resultiert ein Behandlungsindex von ungefähr 2,0 bei den Herbiziden (Abbildung 11). Die Herbizide machen im Mittel der Jahre etwa 95 Prozent der insgesamt in Mais ausgebrachten Wirkstoffmengen aus. Der Einsatz von Fungiziden ist in der Regel nicht erforderlich, da regulierungswürdige Pathogene aktuell nicht auftreten. Selten werden Maßnahmen gegen Fusarium-Pilze durchgeführt, weswegen das Messnetz geringe Fungizidmengen ausweist. Tierische Schädlinge wie der Maiszünsler werden durch die Schlupfwespe Trichogramma brassicae oft biologisch reguliert, so dass nur in

einzelnen Fällen Insektizide notwendig sind. Die Vermehrung des Maiswurzelbohrers wird mittels Einhaltung einer ausgewogenen Fruchtfolge verhindert. Die Pflanzenschutzintensität bei Mais ist als eher gering einzustufen. Dies zeigt auch die geringe Menge von knapp 1,2 kg Wirkstoff, die im Durchschnitt auf ein Hektar ausgebracht wird. Eine Indikation, die fast ausschließlich im Mais zu finden ist, sind die Repellents (auch Wildschadenverhütungsmittel). Dabei handelt es sich um Beizungen, die z. B. den Krähenfraß eindämmen sollen. Auffällig ist, dass die ausgebrachten Wirkstoffmengen pro ha im Jahr 2022 34 Prozent niedriger als die Baseline und 27 Prozent niedriger als im Vorjahr liegen, während der Behandlungsindex nur leicht zurückgeht. Dies ist mit der trockenen Vegetationsperiode im Jahr 2022 zu erklären. Zum einen waren mechanische Maßnahmen wie die Saatbettbereitung sehr effektiv gegen Unkräuter und zum anderen wurden aufgrund der Trockenheit vermehrt blattaktive Herbizide eingesetzt, die in aller Regel wesentlich geringere Wirkstoffaufwandmengen je ha haben als bodenaktive Produkte.

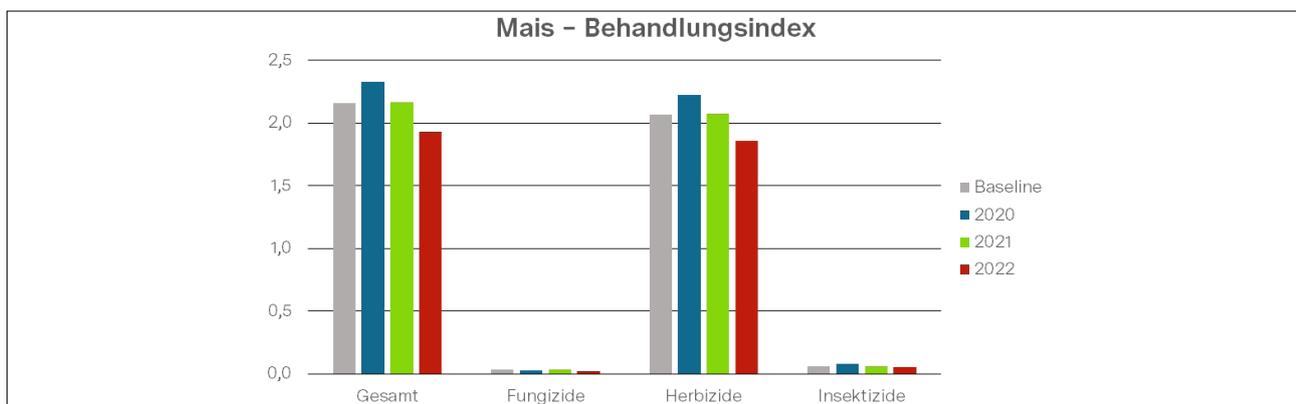


Abbildung 11: Behandlungsindex in Mais

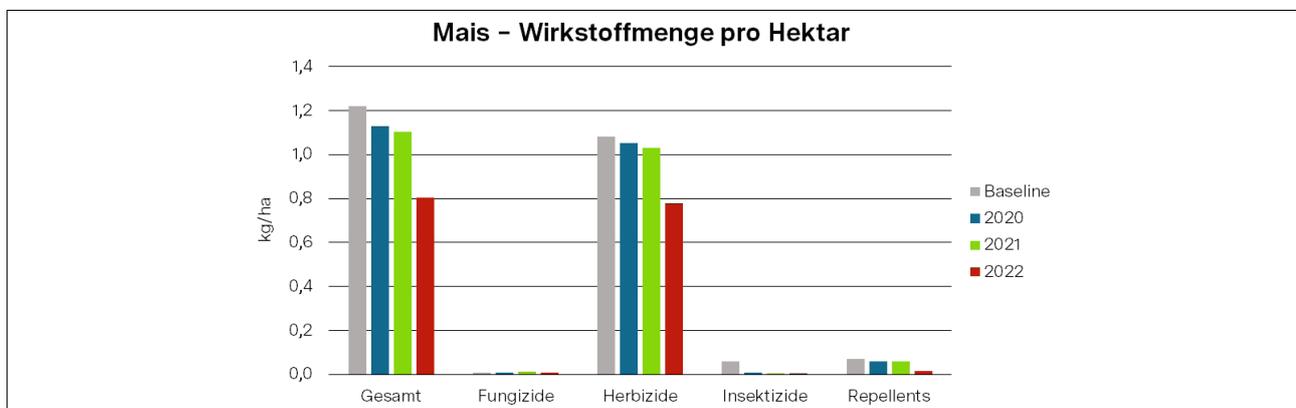


Abbildung 12: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar auf Maisanbauflächen

### Winterraps

Winterraps ist bereits nach der Saat im Herbst bis nach der offenen Blüte im Frühjahr von einer Vielzahl verschiedener Schädlinge bedroht. Zu nennen sind hier Schnecken, Erdflöhe, Große Rapsstängelrüssler, Gefleckte Kohltriebrüssler, Rapsglanzkäfer, Kohlschotenrüssler und Kohlschotenmücken. Die relativ lange Zeitspanne von der Saat bis zur Vegetationsruhe im Winter hat ebenso einen nicht unerheblichen Unkrautdruck zur Folge. Gerade Unkräuter wie Kamille können zum Problem werden, wenn diese im Herbst nicht ausreichend bekämpft werden. Auch Gräsern bietet die frühe

Saat gute Bedingungen zum Auflaufen. Herbizide und Insektizide haben daher den größten Anteil am Behandlungsindex in Winterraps (Abbildung 13). Daneben treten auch regelmäßig Pilzkrankheiten wie Wurzelhals- und Stängelfäule, Weißstängeligkeit und Rapsschwärze auf. Bezüglich der Pflanzenschutzintensität liegt Winterraps im Mittel der Jahre zwischen Zuckerrüben und Kartoffeln. Im Jahr 2022 wurden in Winterraps in Baden-Württemberg durchschnittlich 2,48 kg chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar ausgebracht. Davon waren rund 70 Prozent herbizide Wirkstoffe. Insgesamt konnte ein leichter Rückgang gegenüber der Baseline beobachtet werden.

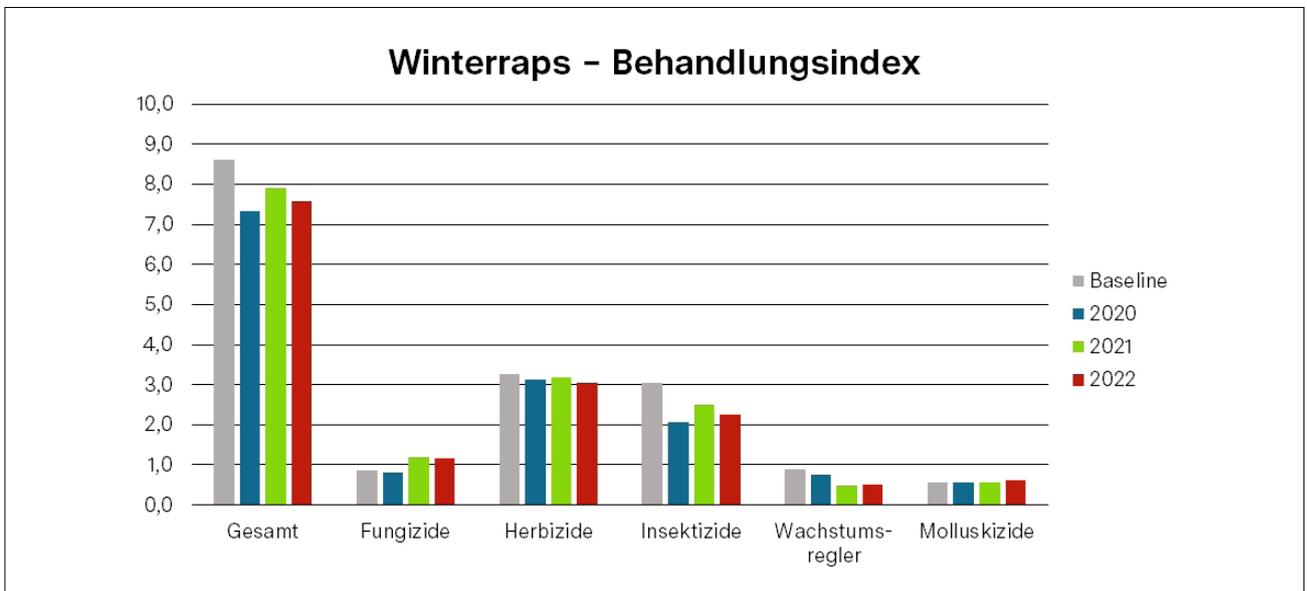


Abbildung 13: Behandlungsindex in Winterraps

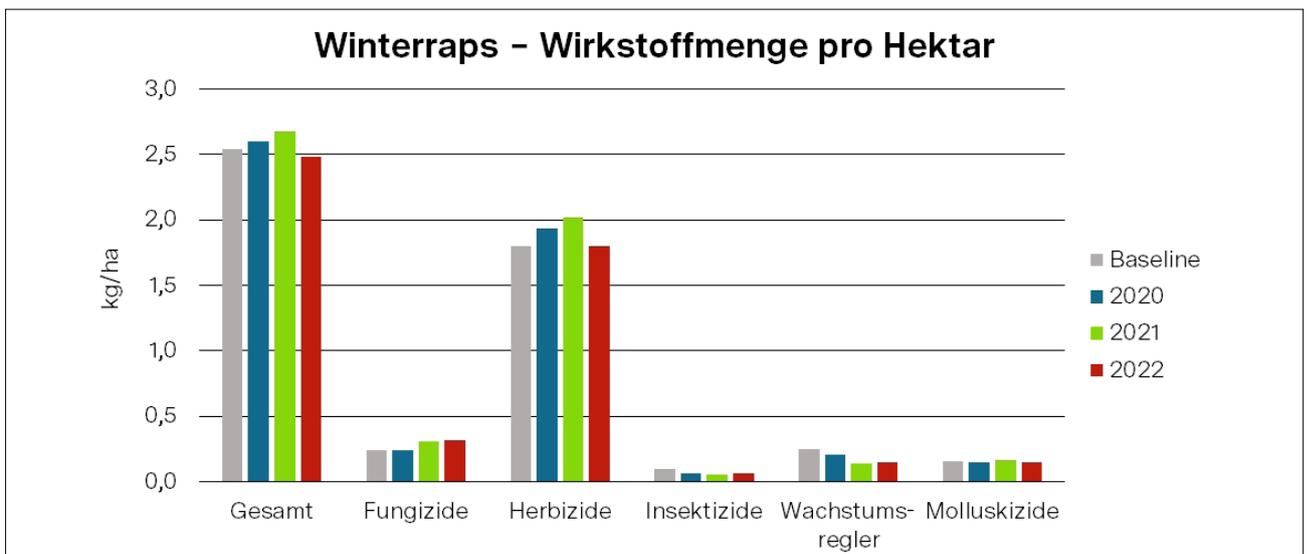


Abbildung 14: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar auf Winterrapsflächen

**Zuckerrüben**

Die Zuckerrübe ist durch ihre vergleichsweise langsame Jugendentwicklung und den späten Reihenschluss nur wenig konkurrenzkräftig gegenüber Unkräutern. Dies hat zur Folge, dass die Hauptmenge der ausgebrachten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe auf die Herbizide entfällt (etwa 90 Prozent im Mittel der Jahre). Während im Jahr 2021 sowohl der Behandlungsindex als auch die ausgebrachte Menge an herbiziden Wirkstoffen wegen Spätverunkrautungen über Baseline-Niveau anstieg, sanken die Werte im Jahr 2022 wieder deutlich (Abbildung 15 und 16). Durch den außerordentlich trockenen Sommer 2022 hatten Unkräuter im späteren Verlauf der Vegetation keine guten Keimbedingungen. Auch die wichtigen Pilzkrank-

heiten Cercospora, Ramularia und Echter Mehltau konnten sich nicht flächendeckend etablieren, was einen deutlich geringeren Einsatz von Fungiziden im Vergleich zu den Vorjahren zur Folge hatte. Tierische Schaderreger wie Blattläuse, Rübenmotten, Rübenfliegen oder Erdflöhe traten auch im Jahr 2022 auf. Anders als im Jahr 2021 wurde in den Jahren 2020 und 2022 keine Notfallzulassung für eine insektizide Beizung gegen diese Schädlinge ausgesprochen. Daher sind Behandlungsindizes und Wirkstoffmengen bei den Insektiziden in den Jahren 2020 und 2022 höher als im Jahr 2021.

Insgesamt liegen die in Zuckerrüben pro Hektar ausgebrachten Wirkstoffmengen 16 Prozent unter der Baseline.

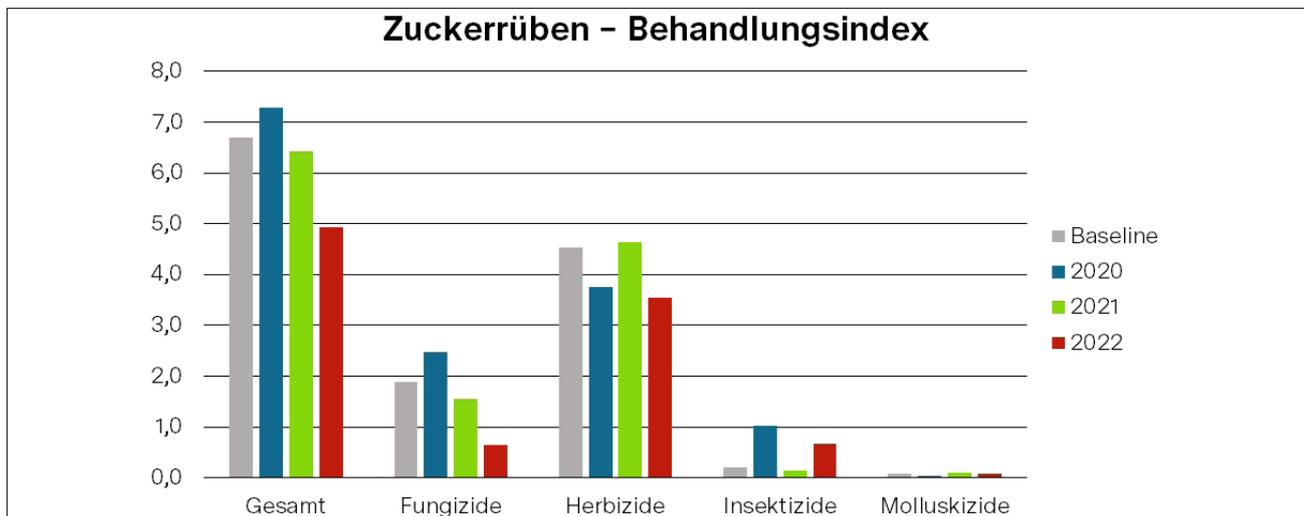


Abbildung 15: Behandlungsindex in Zuckerrüben

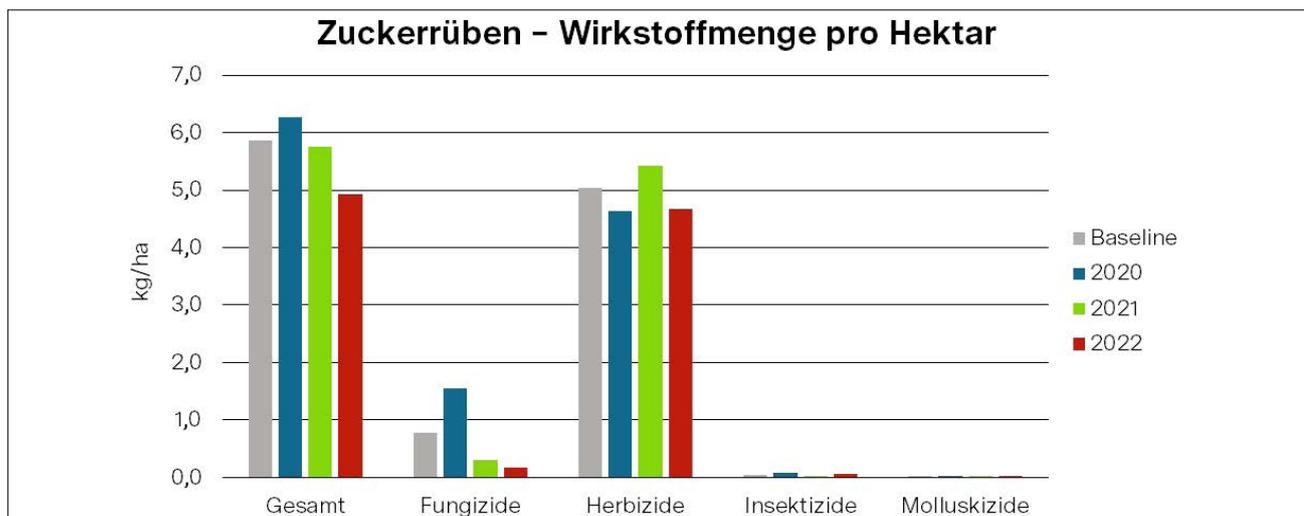


Abbildung 16: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar auf Zuckerrübenflächen

### Kartoffeln

Unter einer Vielzahl von Pathogenen, die Blätter und/oder Knollen der Kartoffelpflanzen befallen, verursacht *Pytophthora infestans* (Kraut- und Knollenfäule) am häufigsten signifikante Schäden. Wird die Krankheit nicht ausreichend reguliert, kann sie ganze Bestände vernichten. Für die Regulierung sind unter günstigen Bedingungen drei Behandlungen ausreichend, bei spätreifenden Sorten und hohem Krankheitsdruck können jedoch auch über zehn Behandlungen nötig sein. Im Jahr 2021 waren die Infektionsbedingungen für Kraut- und Knollenfäule sehr günstig und der Behandlungsindex sowie die ausgebrachte Menge fungizider Wirkstoffe pro

Hektar stiegen im Vergleich zu den Vorjahren deutlich an. Im Jahr 2022 entspannte sich die Situation wieder etwas und der BI sank unter den Wert des Vorjahres. Dass der BI bei den Fungiziden trotzdem noch über der Baseline liegt, ist mit dem sehr hohen Krankheitsdruck im Jahr 2021 zu erklären. Latent infiziertes Pflanzgut, das im nächsten Jahr gepflanzt wird und unsauber abgeerntete Kartoffelfelder erhöhen die Sporenlast im Folgejahr. Im Vergleich zum Behandlungsindex geht die ausgebrachte Wirkstoffmenge im Jahr 2022 stärker zurück. Dies ist ein Effekt des Stichprobenumfangs und der Mittelwahl. Bei der verhältnismäßig kleinen Kultur Kartoffel ist der Stichprobenumfang des Messnetzes ebenfalls gering. Verwenden dann die

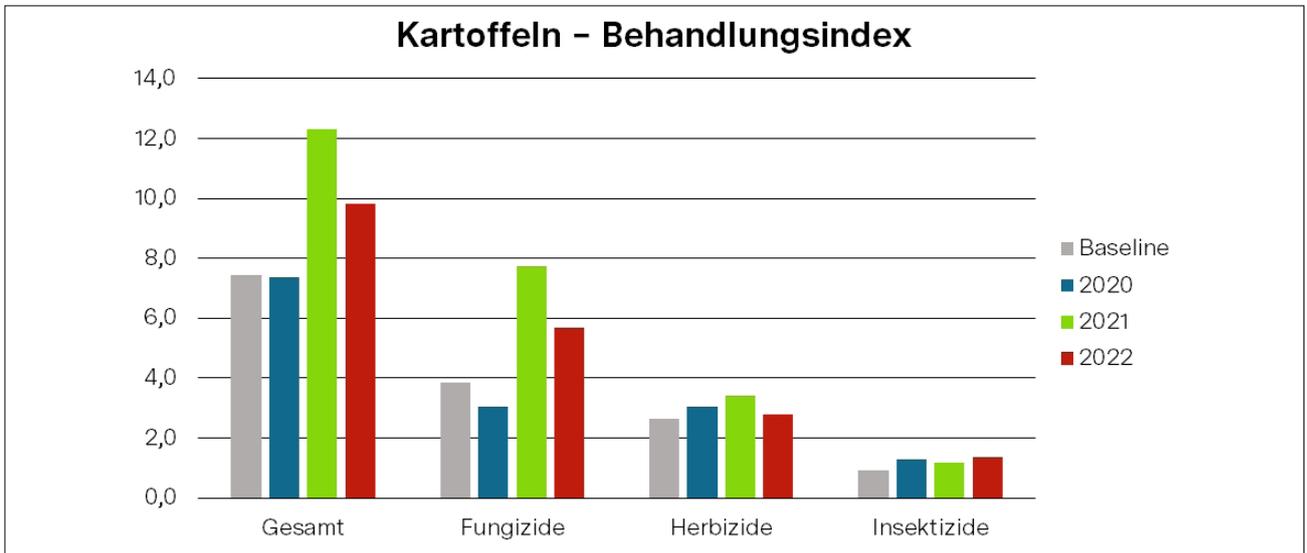


Abbildung 17: Behandlungsindex in Kartoffeln

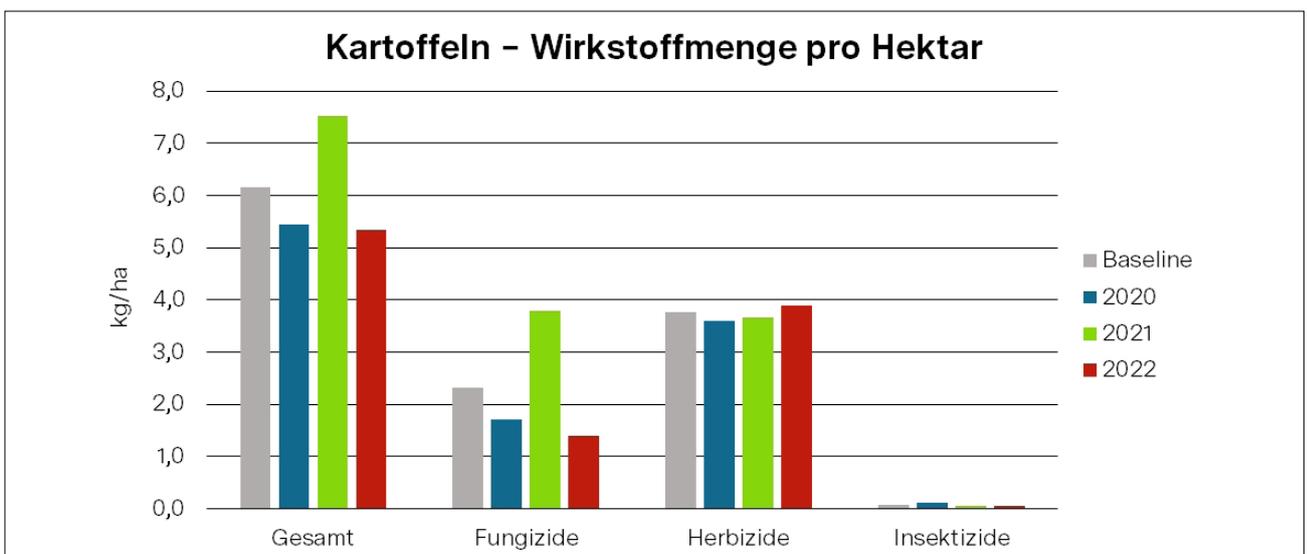


Abbildung 18: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar auf Kartoffelflächen

Landwirte tendenziell mehr Produkte mit geringer Beladung, ändert sich die ausgebrachte Wirkstoffmenge überproportional zum BI. Daher ist es wichtig, immer beide Indikatoren zu betrachten.

Bei den tierischen Schaderregern sind vor allem Kartoffelkäfer und Blattläuse von Bedeutung. Zur Regulierung sind in der Regel ein bis zwei Insektizid-Applikationen notwendig.

Bei Herbiziden wird in Kartoffeln überwiegend mit bodenaktiven Produkten gearbeitet. Da die ausgebrachte Wirkstoffmenge je Hektar bei diesen Produkten höher ist als bei blattaktiven Produkten, machen die Herbizide im Mittel der Jahre gut 60 Prozent der Gesamtmenge aus, obwohl der BI tendenziell unter dem der Fungizide liegt.

Mit einem Gesamt-Behandlungsindex von 9,81 im Erntejahr 2022 ist die Kartoffel unter den sieben erfassten Ackerbaukulturen diejenige, die am intensivsten geführt werden muss, um gute Erträge und Qualitäten zu generieren.

### 2.2.4 Sonderkulturen

In Bezug auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind Sonderkulturen wesentlich intensiver zu führen als Ackerbaukulturen. Bei den Dauerkulturen ist der Grund hierfür die längere Standzeit auf derselben Fläche. Apfelbäume verbleiben ca. 15 bis 20 Jahre an ihrem Standort, im Einzelfall bis zu 25 Jahre. Weinreben erreichen sogar bis zu 30 Jahre und mehr. Werden Schaderreger in Dauerkulturen nicht ausreichend reguliert, kann sich ein enormes Potential an Sporen und Schädlingen etablieren, welches die Anbaubedingungen in den darauffolgenden Jahren umso schwieriger macht. Während im Ackerbau durch ein Anpassen der Fruchtfolge ungünstige Bedingungen für spezialisierte Schaderreger geschaffen werden können, muss in Dauerkulturen sehr genau überwacht und wo notwendig reguliert werden. Eine weitere Besonderheit bei einigen Sonderkulturen (z. B. Apfel) ist auch der Verzehr des unverarbeiteten Ernteprodukts. Werden Ernteprodukte unverarbeitet an Verbraucher verkauft, müssen diese sehr hohen optischen Qualitätsansprüchen genügen, welche oft nur durch intensiven Pflanzenschutz erreicht werden können.



Falscher Mehltau an Blattunterseite einer Weinrebe  
Foto: Julian Zachmann/LTZ

### Weinreben

Qualität und Erntemenge werden bei Weinreben in erster Linie durch die beiden Pathogene *Plasmopara viticola* (Falscher Mehltau) und *Uncinula necator* (Echter Mehltau) negativ beeinflusst. Behandlungen gegen diese beiden Schaderreger müssen regelmäßig durchgeführt werden und werden mit Hilfe von Prognosemodellen terminiert. Durch die trockene Witterung im Jahr 2022 war die Entwicklung der beiden Pathogene ähnlich verhalten wie im Jahr 2020. Entsprechend liegen Behandlungsindex und ausgebrachte Wirkstoffmenge in etwa auf dem Niveau des Jahres 2020. Aus Abbildung 20 geht hervor, dass es sich bei über 90 Prozent der ausgebrachten Wirkstoffmenge (9,85 kg/ha im Mittel der Jahre) um fungizide Wirkstoffe handelt. Pilzwiderstandsfähige Rebsorten könnten zu einer Reduktion der Fungizide beitragen. Zum einen ist dieser Effekt oftmals jedoch nur temporär, da die Schadpilze die angezüchteten Resistenzen im Laufe ihrer Evolution überwinden können und der Pflanzenschutz entsprechend wieder intensiviert werden muss. Zum anderen werden von Verbrauchern noch überwiegend sortenreine Weine traditioneller Sorten verlangt.

Tierische Schädlinge, die in Weinreben von Bedeutung sind, sind Traubenwickler sowie Spinn- und Kräuselmilben. Während die Traubenwickler mit Hilfe der Verwirrung durch Pheromone erfolgreich reguliert werden können, werden die schädlichen Milben in der Regel durch natürlich vorkommende Raubmilben kontrolliert. In Einzelfällen und bei sehr hohem Schaderregerdruck kann jedoch auch eine Behandlung mit Insektiziden bzw. Akariziden erforderlich sein. Durch die Wahl raubmilbenschonender Pflanzenschutzmittel können diese Nützlinge geschont werden. Herbizide werden fast ausschließlich im Unterstockbereich angewendet, was sowohl die geringe Anwendungsmenge von 0,4 kg

Wirkstoff pro Hektar im Mittel der Jahre als auch der niedrige Behandlungsindex widerspiegeln. Um Herbizide im Weinbau gänzlich obsolet zu machen, gibt es Alternativen wie z. B. Unterstockbegrünung (siehe Kapitel 3). Vereinzelt werden in Reben auch Wachstumsregler eingesetzt (BI 0,03 in 2022) um die Erntemenge nach unten zu regulieren und so die Qualität der Trauben positiv zu beeinflussen.

Insgesamt liegen im Erntejahr 2022 der Behandlungsindex rund 10 Prozent und die ausgebrachte Wirkstoffmenge pro Hektar 12 Prozent unter der Baseline.

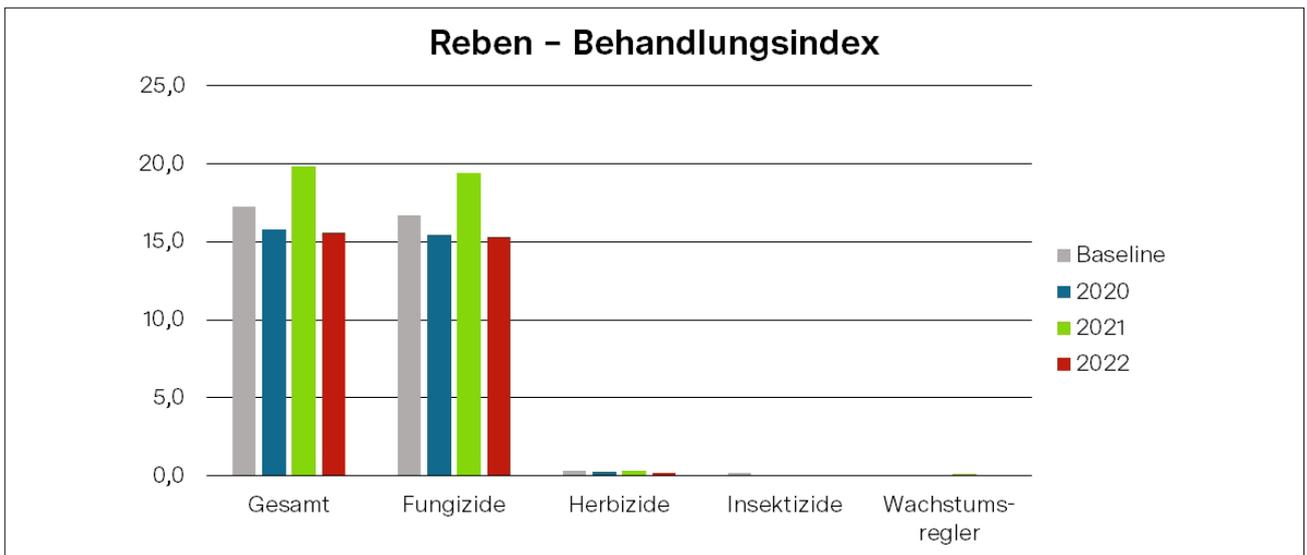


Abbildung 19: Behandlungsindex in Weinreben

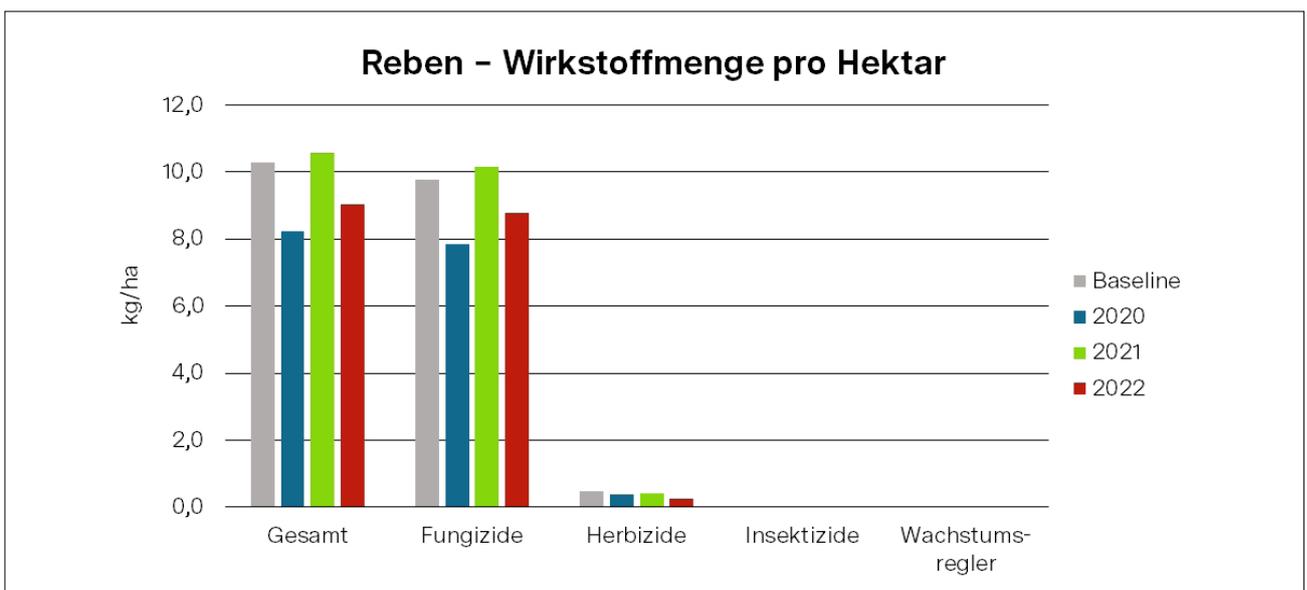


Abbildung 20: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar auf Rebflächen

**Apfel**

Im Apfelanbau sind zahlreiche Schaderreger von Bedeutung. Bei den Phytopathogenen sind vor allem Apfelschorf (*Venturia* spp.) und Mehltau (*Podosphaera leucotricha*) zu nennen. Apfelschorf führt nicht nur zu Qualitätsmängeln bei den Früchten, sondern schwächt bei starkem Befall den gesamten Baum. Apfelmehltau befällt sowohl Blätter als auch Früchte und führt ebenso zu verminderter Photosyntheseleistung und Qualitätsmängeln an den Früchten. Weitere Schaderreger verursachen unter anderem Lagerfäulen (z. B. Bitterfäule), die erhebliche Ausfälle im Lager verursachen können oder führen bei entsprechender Witterung zu Blüten- und Zweigdürre (Moniliapilz) oder dem sogenannten Obstbaumkrebs, bei dem ganze Bäume absterben können. Diese Vielzahl an Schaderregern führt zusammen mit den Qualitätsansprüchen des Handels und der Verbraucher zu einer intensiven Behandlung der Apfelanlagen mit Fungiziden. Während der feuchte Sommer im Erntejahr 2021 zu einem deutlichen Anstieg bei den Ausbringungsmengen fungizider Wirkstoffe geführt hat, liegen die Ausbringungsmengen im Jahr 2022 mit 13,62 kg fungiziden Wirkstoffen pro ha wieder auf dem Niveau des Jahres 2020.

Auch Insektizidmaßnahmen sind im Apfelanbau nötig um Schädlinge wie Blattläuse, Blutläuse, Schildläuse, Apfelblütenstecher, Apfelsägewesen, Apfelwickler sowie Fruchtwickler, Schalengewicker und marmorierte Baumwanzen zu kontrollieren, sofern die entsprechende Schadschwelle überschritten ist oder der Einsatz von Nützlingen nicht praktikabel ist. Behandlungsindex und ausgebrachte Wirkstoffmenge liegen bei den Insektiziden im Jahr 2022 auf dem Niveau des Vorjahres und der Baseline. Am Gesamtbehandlungsindex haben die Insektizide im Mittel der Jahre einen Anteil von knapp 14 Prozent. Aufgrund der geringen Hektaraufwandmengen liegt der Anteil an der Gesamtmenge trotzdem nur bei etwa drei Prozent.

Da Apfelanlagen ganzjährig begrünt sind und Herbizide nur gezielt in der Pflanzreihe angewendet werden, machen die Herbizide im Mittel nur etwa acht Prozent der Gesamtmenge aus. Die ausgebrachten Mengen herbizider Wirkstoffe bleiben über die Jahre relativ konstant und liegen im Jahr 2022 bei 1,4 kg/ha.

Seltener ist hingegen der Einsatz von Akariziden zur Kontrolle von Spinnmilben und Apfelrost-

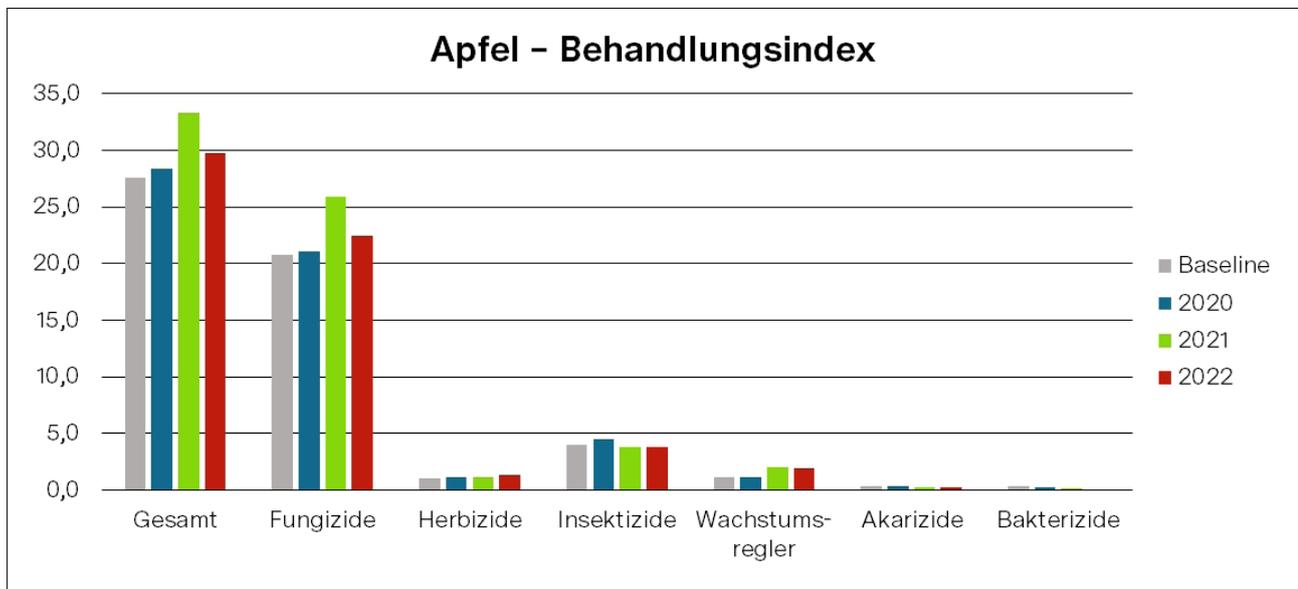


Abbildung 21: Behandlungsindex in Apfel

milben sowie der Einsatz von Bakteriziden zur Bekämpfung der Bakterienkrankheiten Feuerbrand und Apfelfriebsucht. Beide Pflanzenschutzmittelgruppen zusammen haben über die Jahre einen Anteil am Gesamtbehandlungsindex von zwei Prozent. Die ausgebrachten akariziden und bakteriziden Wirkstoffmengen tragen im Erntejahr 2022 zusammen knapp drei Prozent zur Gesamtmenge bei.

Wachstumsregler werden im Apfelanbau zum einen zur Kontrolle des Triebwachstums verwendet und zum anderen zur Brechung der Alternanz der Apfelbäume. Dies soll die Ertragsschwankungen zwischen den Jahren geringhalten. Die Menge der eingesetzten Wachstumsreglerwirkstoffe ist im Jahr 2022 mit 0,3 kg pro Hektar etwas höher als die Baseline (0,15 kg/ha) und trägt knapp zwei Prozent zur Gesamtmenge bei.

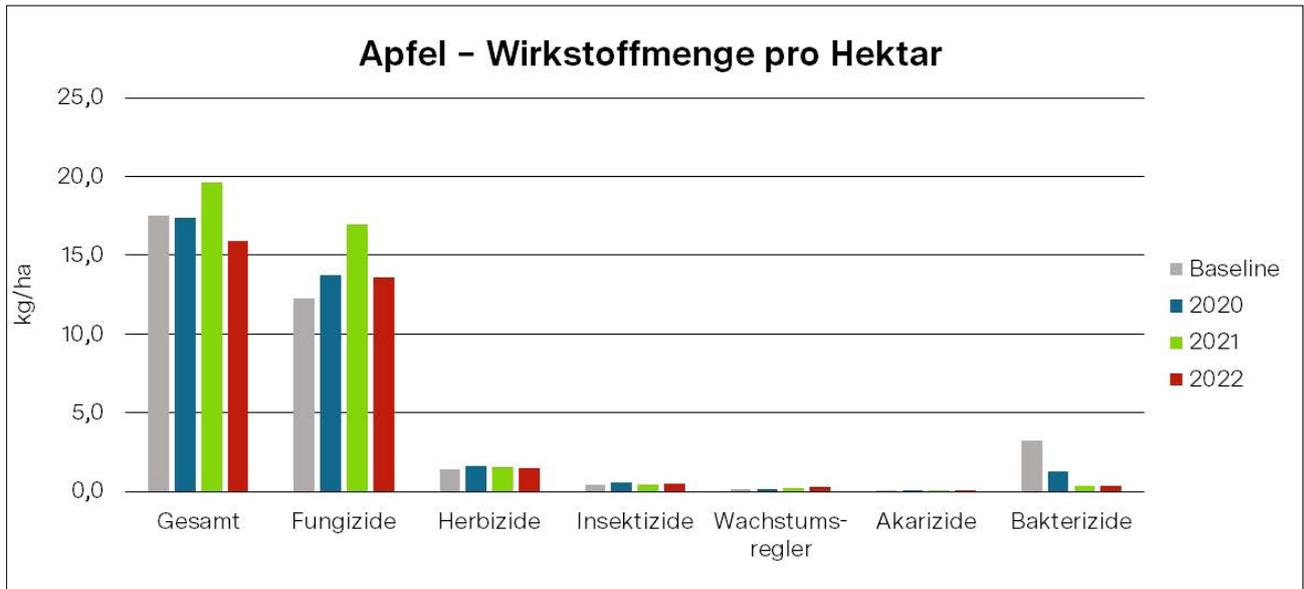


Abbildung 22: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar in Apfelanlagen

### Hopfen

Der bedeutendste Schaderreger im Hopfenbau ist der Falsche Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*). Der Echte Mehltau (*Sphaerotheca macularis*) tritt ebenso auf, hat jedoch geringe Bedeutung. Entsprechend müssen auch Hopfenanlagen mehrmals mit Fungiziden behandelt werden um eine qualitativ hochwertige Ernte zu erzeugen. Die Fungizide haben im Hopfen einen Anteil von knapp 75 Prozent am Gesamtbehandlungsindex. Auffällig ist, dass sich der BI bei den Fungiziden über die Jahre nur leicht ändert, die ausgebrachten Wirkstoffmengen im Jahr 2021 allerdings überproportional stark ansteigen und auch im trockenen Jahr 2022 deutlich höher sind als in den Jahren 2016 bis 2020. Die Ursache liegt hier in der vermehrten Anwendung des Phosphonats Fosetyl seit dem Jahr 2021

(„Aliette WG“ oder „Profler“). Dieser Wirkstoff ist je nach Entwicklungsstadium des Hopfens mit 1.865 bis 7.460 Gramm Aktivsubstanz je Hektar zugelassen. Zum Vergleich: Andere chemisch-synthetische Produkte liegen bei etwa 600 bis 700 Gramm Aktivsubstanz je Hektar.

Insektizide werden im Hopfenanbau verwendet um Blattläuse und Erdflöhe zu kontrollieren, Akarizide zur Bekämpfung von Spinnmilben. Die Behandlungsindizes und ausgebrachten Wirkstoffmengen dieser beiden Pflanzenschutzmittelgruppen weisen geringe Schwankungen zwischen den Jahren auf. Die Tendenz ist konstant bis leicht rückläufig (Abbildung 23 und 24).

Aufgrund der oben beschriebene Besonderheit bei den fungiziden Wirkstoffen ist beim Hopfen der

Behandlungsindex etwas schwerer zu gewichten als die absolut ausgebrachten Wirkstoffmengen. Der BI ist sowohl bei Fungiziden als auch bei Insek-

tiziden und Akariziden niedriger als im Baseline-Zeitraum. Insgesamt liegt der BI im Erntejahr 2022 neun Prozent oder 1,19 Punkte unter der Baseline.

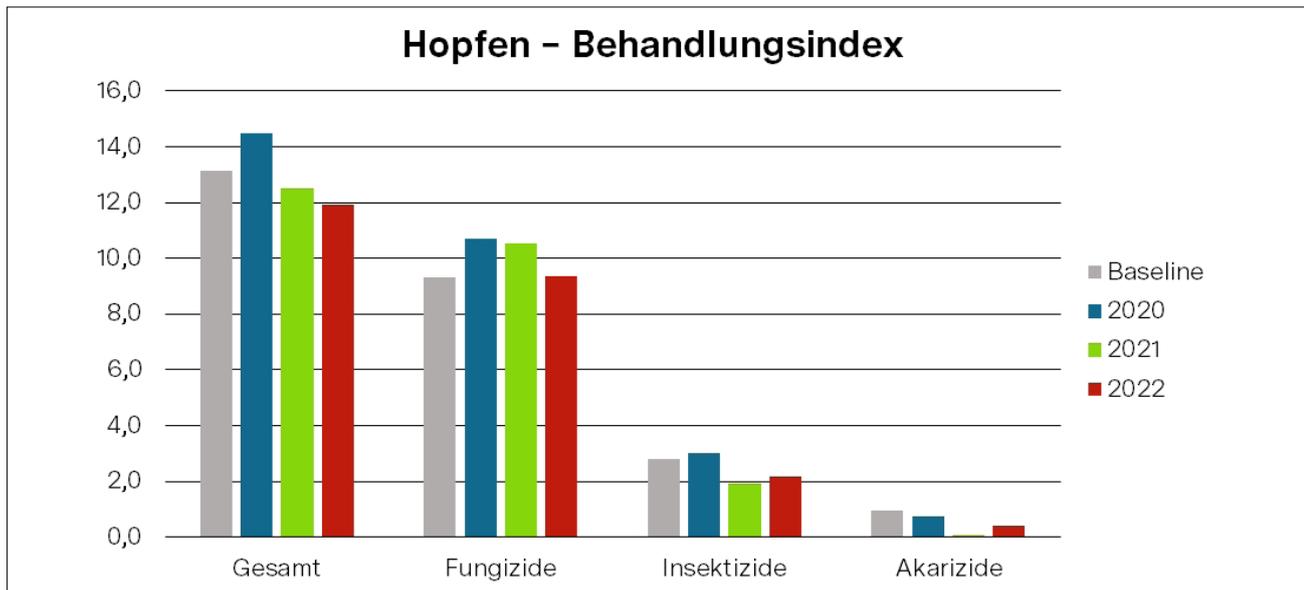


Abbildung 23: Behandlungsindex in Hopfen

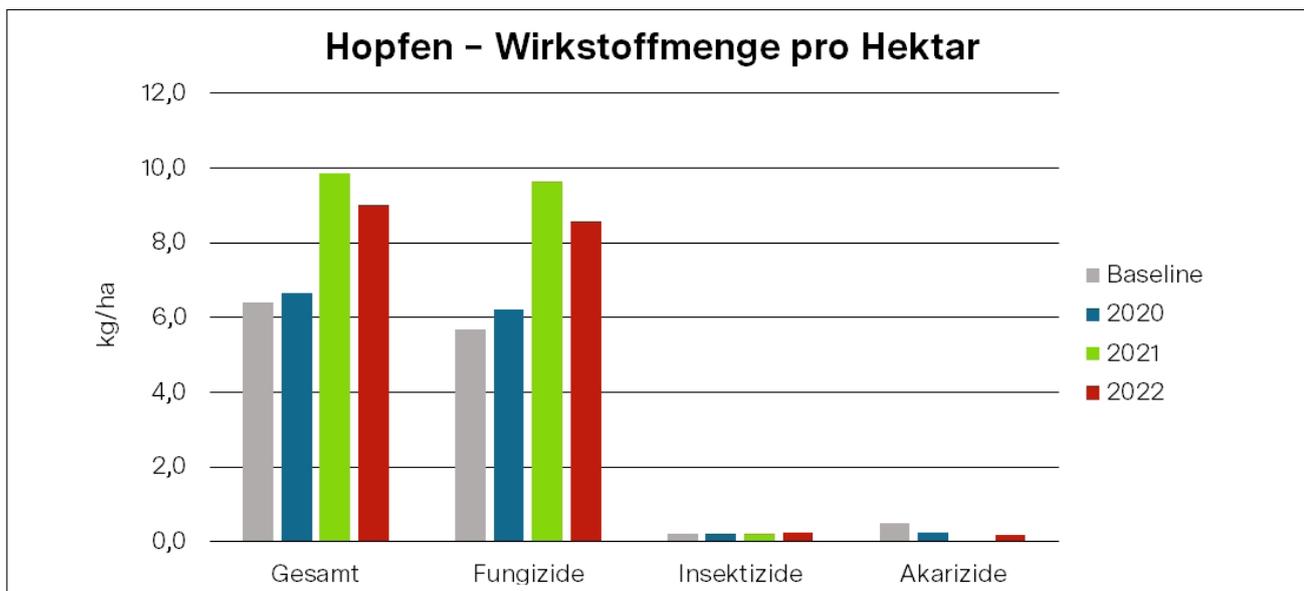


Abbildung 24: Ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe pro Hektar in Hopfenanlagen

### 2.3.6 Gesamte Anwendungsmenge im Betriebsmessnetz

Die in den zehn erfassten Kulturen insgesamt landesweit ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Anteile nach Indikationen ist in Abbildung 25 dargestellt. Es fällt auf, dass die Schwankungen in der Gesamtmenge vor allem durch die fungiziden Wirkstoffe verursacht werden. Da die Witterung den größten Einfluss auf das Auftreten und die Entwicklung von Pflanzenpathogenen hat, beeinflusst sie auch unmittelbar die Menge der angewendeten Pflanzenschutzmittel. Die deutlichen Schwankungen zwischen den Anbaujahren zeigen jedoch auch, dass die Landwirte den Fungizideinsatz mit Hilfe von regelmäßigen Bestandskontrollen und ausgereiften Prognosemodellen für Pilzkrankheiten situationsabhängig durchführen und auf das notwendige Maß begrenzen.

Wie hoch der mittlere Anteil der erfassten Kulturen an der Gesamtmenge ist, kann Abbildung 26 entnommen werden. Dargestellt sind sowohl die absolut ausgebrachten Mengen chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe als auch die flächenbezogene Menge in Kilogramm Wirkstoff pro Hektar sowie die Anbaufläche im Land. Es handelt sich dabei jeweils um die Mittelwerte der Jahre 2016 bis 2022. Aus Abbildung 26 geht hervor, dass Winterweizen, Mais und Gerste zusammen zwar den größten Anteil an der Gesamtmenge haben, in diesen Kulturen jedoch mit 1 bis 3 kg Wirkstoff je Hektar am wenigsten Wirkstoffmenge pro Fläche ausgebracht wird. Im Mittel der Jahre 2016 bis 2022 werden in den sieben im Messnetz erfassten Ackerbaukulturen, die etwa 94 % der erfassten Fläche ausmachen, 74 % der Wirkstoffmenge ausgebracht. In den Sonderkulturen Reben, Apfel und Hopfen werden auf rund 6 % der Fläche 26 % der Wirkstoffmenge ausgebracht.

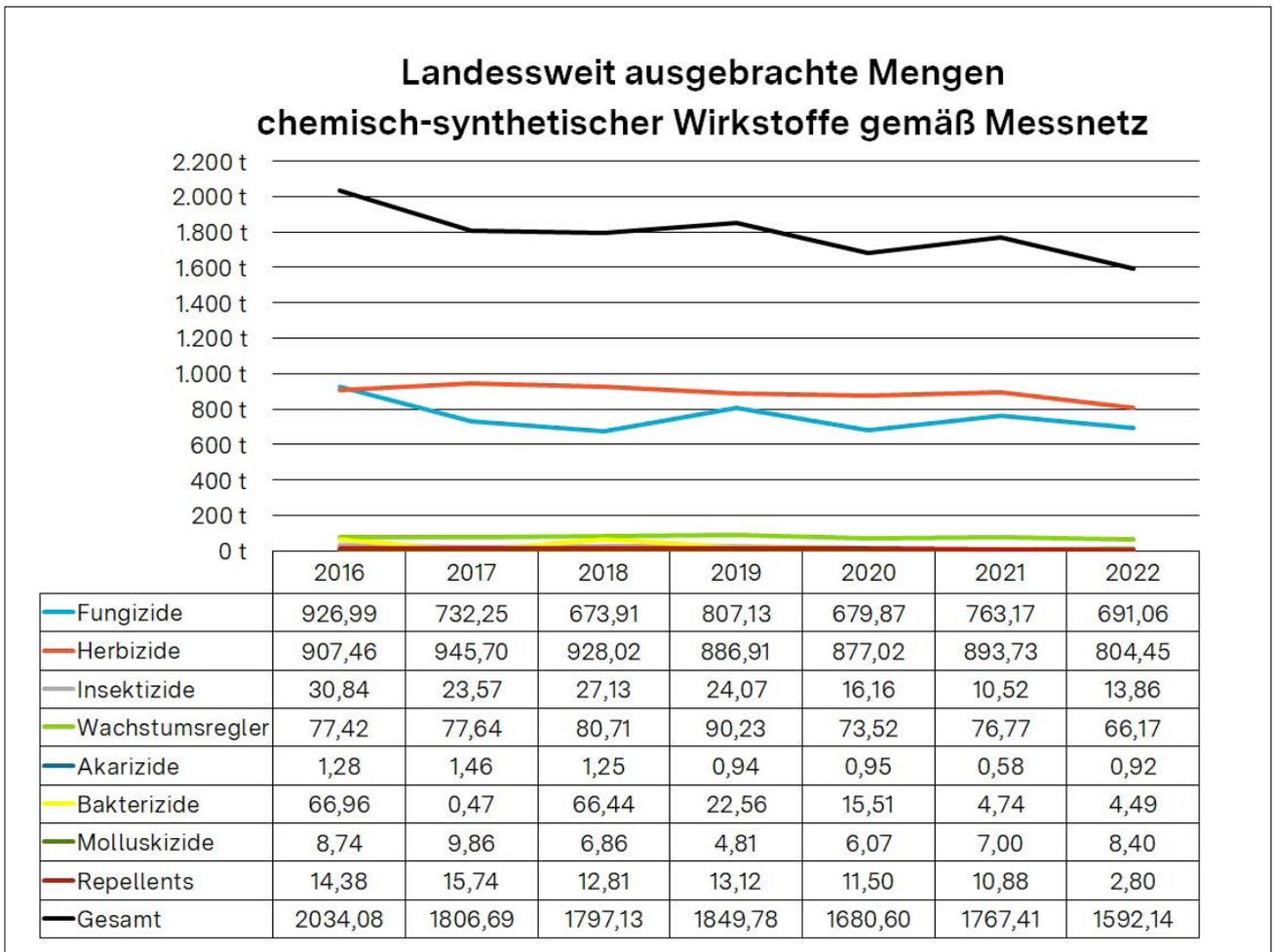


Abbildung 25: Anwendungsmengen chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Tonnen in Baden-Württemberg 2016 bis 2022 in den zehn erfassten Kulturen

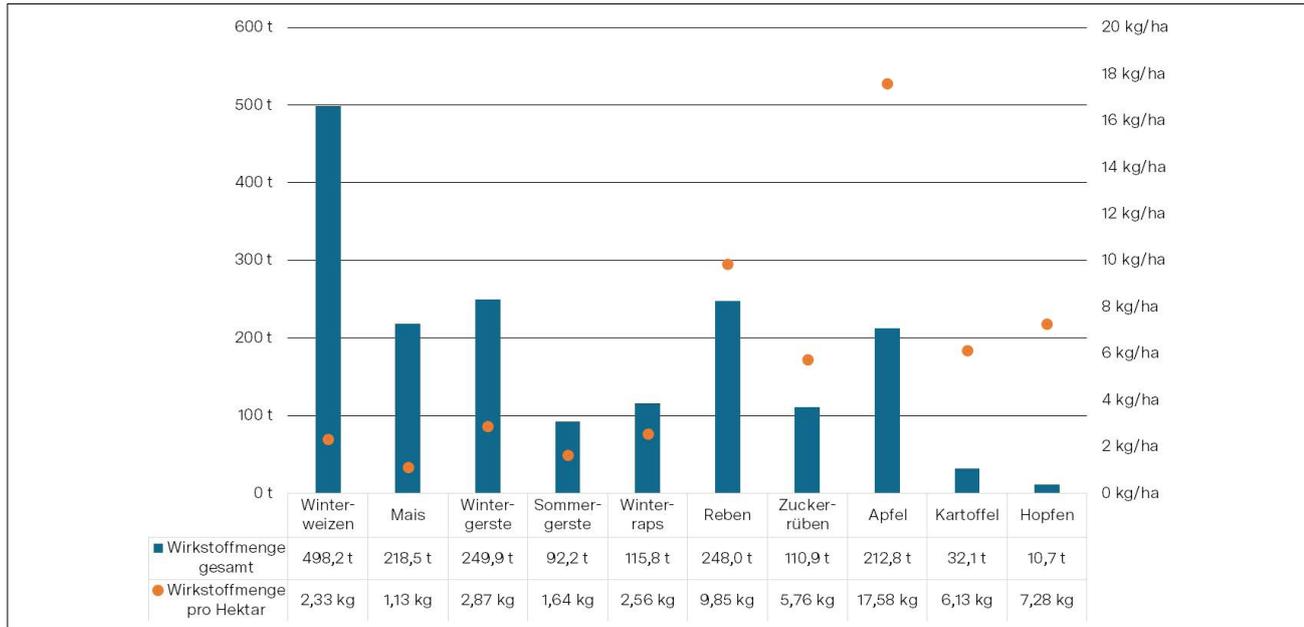


Abbildung 26: Mittlere Anbaufläche sowie absolute und flächenbezogene mittlere jährliche Ausbringung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in den zehn Hauptkulturen in Baden-Württemberg (Ø 2016–2022)

### 2.3.7 Validierung mit Marktforschungsdaten

Zur Überprüfung der Aussagekraft der auf Grundlage des Betriebsmessnetzes ermittelten Wirkstoffmengen wurde ein Vergleich mit Daten der Marktforschung angestellt. Hierfür wurden Daten vom Marktforschungsunternehmen Kynetec für das Land Baden-Württemberg der Jahre 2016 bis 2022 bezogen. Die Datengrundlage sind Interviews mit einer großen Zahl an integriert wirtschaftenden

Landwirten, die eine realistische Abschätzung der Anwendungen erlauben. Die in den Interviews ermittelten Anwendungen werden analog zum Betriebsmessnetz auf die gesamte Anbaufläche einer Kultur im Land hochgerechnet und so die insgesamt ausgebrachte Wirkstoffmenge ermittelt. Für die hier relevanten Kulturen erhebt Kynetec jährlich insgesamt rund 900 Datensätze, wobei ein Datensatz wie im Betriebsmessnetz als alle Anwendungen in einer Kultur pro Betrieb und Jahr definiert ist. Im Gegensatz zum Messnetz erhebt

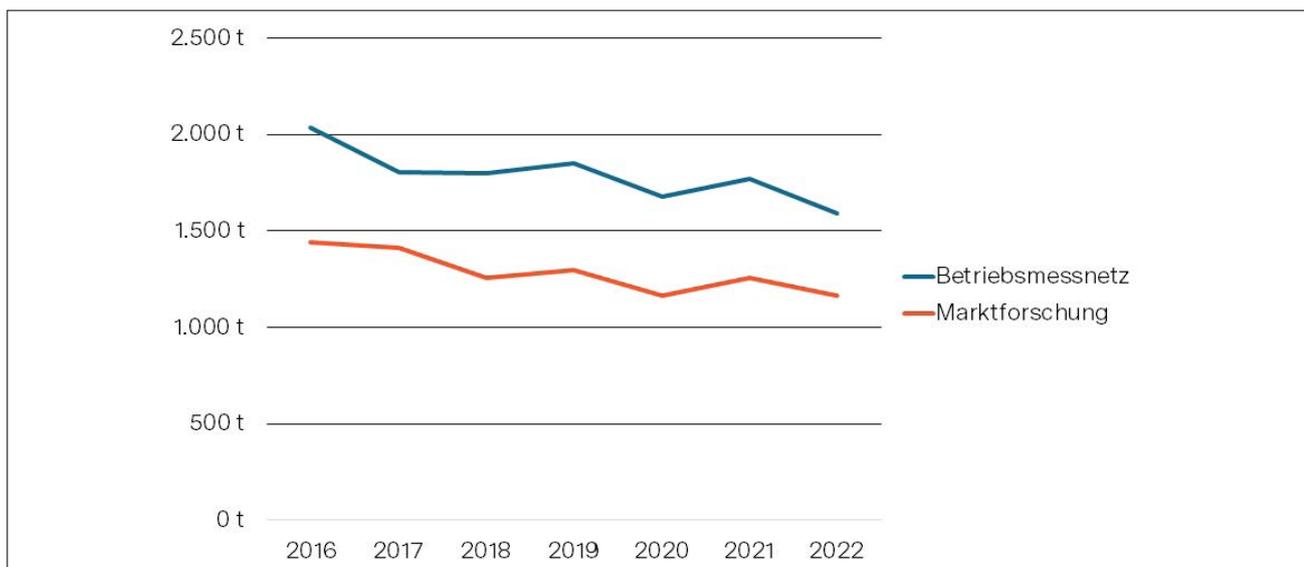


Abbildung 27: Ausgebrachte Mengen chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in den zehn Hauptkulturen in Baden-Württemberg nach Betriebsmessnetz und Marktforschungsdaten (2016–2022)

Kynetec keine Daten zu kleineren Anwendungen, die keinen großen Schwankungen unterliegen. Diese sind Saatgutbeizungen, Repellentien, Rodentizide Molluskizide sowie Anwendungen in Zwischenfrüchten. Für Hopfen werden ebenfalls keine repräsentativen Daten ermittelt.

Dass die absolut ermittelten Wirkstoffmengen des Marktforschungsunternehmens niedriger als die des Betriebsmessnetzes liegen ist hauptsächlich in der Tatsache begründet, dass es sich um zwei unterschiedliche Stichproben handelt. Nichts desto trotz zeigen die jährlich ausgebrachten Pflanzenschutzmittelwirkstoffmengen über die Jahre 2016 bis 2022 denselben Verlauf (Abbildung 27). Auch wenn methodisch bedingt die absoluten Zahlen nicht vergleichbar sind, belegt diese zweite unabhängige Erhebung, dass die Daten, die im Betriebsmessnetz erhoben werden plausibel und aussagekräftig sind und die Entwicklung in den Pflanzenschutzmittelanwendungen über die Jahre abgebildet werden kann.

### 2.3.8 Schätzungen für die nicht durch die Erhebungen abgedeckten Flächen

Rund 25 Prozent der Acker und Dauerkulturflächen im Land sowie Grünlandflächen werden nicht im Betriebsmessnetz erfasst. Daher werden die mittels Erhebungen ermittelten Daten um Schätzungen für die nicht erfassten Kulturen ergänzt. Damit können mögliche Reduktionspotenziale in ihrer Größenordnung und Bedeutung erkannt werden.

#### Nicht erfasste Acker- und Dauerkulturen

Wegen der Heterogenität der verschiedenen Kulturen und der damit verbundenen fehlenden statistischen Aussagekraft solcher Daten wurden nicht für alle in der Landwirtschaft angebauten Kulturen Anwendungsdaten erhoben. Das trifft insbesondere für den Gartenbau, den Obstbau ohne Apfel und Baumschulen sowie in geringerem Umfang auch für Hülsenfrüchte zur Körnergewinnung, Triticale und Hafer zu.

So liegen für gartenbauliche Kulturen mit Ausnahme des Apfels keine Erhebungsdaten vor. Unter Glas wird überwiegend Nützlingseinsatz prakti-

ziert und es werden kaum chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel angewendet. Im Freiland werden auf 15.000 ha Gemüse, Spargel, Erdbeeren und andere Gartengewächse angebaut. Wenn angenommen wird, dass die Pflanzenschutzmittelintensität mit 6 kg Wirkstoff je ha und Jahr mit jener in Kartoffeln vergleichbar ist, würden im Gartenbau geschätzt ca. 90 Tonnen chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe angewendet werden.

Im Obstbau (ohne Apfel) und in Baumschulen, die zusammen 12.000 ha ausmachen, wird von einer Pflanzenschutzintensität von 7 kg Wirkstoff pro ha und Jahr ausgegangen. Das ergibt eine Anwendungsmenge von 84 t pro Jahr.

Für Hülsenfrüchte zur Körnergewinnung, Triticale und Hafer, welche zusammen auf circa 60.000 ha angebaut werden, wurde die Pflanzenschutzintensität von Sommergerste angenommen. Hierdurch kommt eine Anwendungsmenge von 76 t zustande. In Feldfutter (53.000 ha) und auf Brache (24.000 ha) werden keine Pflanzenschutzmittel angewendet. Damit liegen Schätzwerte für die nicht durch die Erhebungsdaten abgedeckte Fläche vor, auf denen Pflanzenschutzmittel angewendet werden.

Eine weitere nicht erhobene Anwendung liegt in der Abtötung von winterharten Zwischenfrüchten im Frühjahr vor der Bestellung der Sommerungen durch Herbizide. Bei einem Zwischenfruchtanbau auf 20 % der Ackerfläche und einem Anteil winterharter Zwischenfrüchte von 20 % würden auf 33.000 ha Herbizide eingesetzt. Unterstellt man eine Wirkstoffmenge von 1,8 kg/ha, ergäbe dies 60 t herbizide Wirkstoffe in Zwischenfrüchten, die der Gesamtmenge zugerechnet werden müssen.

#### Grünland

Auf Grünland werden in der Regel keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht. In Ausnahmefällen kann eine chemische Ampferregulierung erforderlich werden. Erhebungen dazu werden nicht durchgeführt. Daher kann nur eine sehr grobe Schätzung abgegeben werden. Das Grünland, auf dem in Baden-Württemberg Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt werden können, umfasst

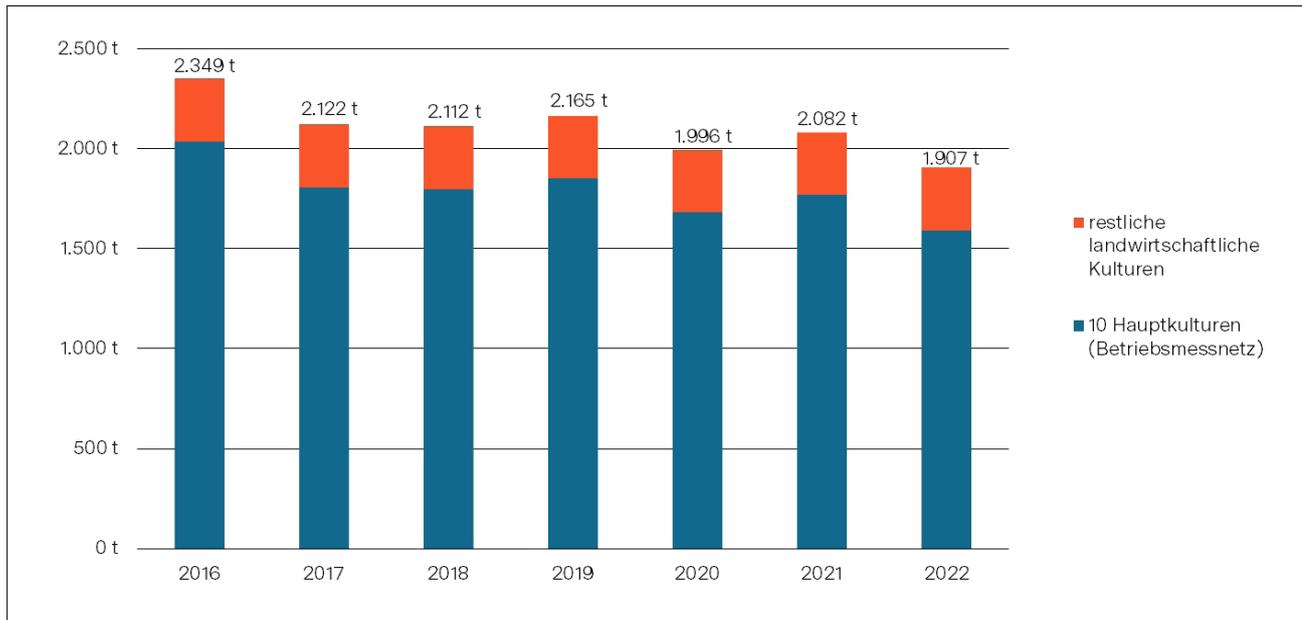


Abbildung 28: Insgesamt in der Landwirtschaft ausgebrachte Mengen chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Baden-Württemberg (2016 bis 2022)

ca. 400.000 ha. Bei einer angenommenen Behandlungsfläche von 5 % im Jahr und einer Anwendungsmenge von 2 l/ha mit einem Wirkstoffgehalt des Mittels von 130 g/l werden ca. 5 t Wirkstoff auf dem Grünland ausgebracht.

gebracht werden. Diese Kulturen bieten daher im landwirtschaftlichen Bereich das größte Potenzial zur Reduktion der Ausbringung.

### 2.3.9 Gesamte Anwendungsmenge in der Landwirtschaft

Das Betriebsmessnetz deckt mit den zehn erfassten Kulturen rund 75 Prozent der Acker- und Dauerkulturfläche Baden-Württembergs ab und stellt somit bereits einen großen Teil der im Land ausgebrachten Pflanzenschutzmengen dar. Den durch das Messnetz ermittelten Wirkstoffmengen sind in Summe jährlich 315 Tonnen Wirkstoffe für die nicht erfassten Kulturen hinzuaddieren (Abbildung 28). Die Schätzwerte für die ausgebrachten Wirkstoffmengen in den landwirtschaftlichen Kulturen, die nicht durch das Messnetz erfasst werden unterliegen bislang noch keiner jährlichen Anpassung. Hierbei wird bisher immer von denselben Werten ausgegangen.

Aus Abbildung 28 geht deutlich hervor, dass im Mittel der Jahre über 80 Prozent der in der Landwirtschaft ausgebrachten Pflanzenschutzmengen in den zehn im Messnetz erfassten Kulturen aus-

## 2.4 Schätzungen und Ableitungen für die nicht landwirtschaftlichen Bereiche

Die Reduktion der Pflanzenschutzmittelanwendung im Land soll nicht allein Aufgabe der Landwirtschaft sein, sondern alle Bereiche in der Gesellschaft, in denen Pflanzenschutzmittel angewendet werden, sind einzubeziehen. Daher wurden die mittels Erhebungen ermittelten Daten um Schätzungen und Ableitungen aus Erhebungen ergänzt. Damit können auch mögliche Reduktionspotenziale in den nicht landwirtschaftlichen Bereichen in ihrer Größenordnung und Bedeutung erkannt werden.

### 2.4.1 Öffentliches Grün

Bei einer geschätzten Gesamtfläche von 50.000 ha öffentlichem Grün in Baden-Württemberg werden auf ca. 5 % bis maximal 10 % d. h. auf 5.000 ha Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt. Bei einer Behandlung von ca. 500 g/ha Aufwandmenge Pflanzenschutzmittel und einer Wirkstoffkonzentration von einem Drittel werden geschätzt 1 bis 2 t Wirkstoff im gesamten öffentlichen Grün ausgebracht.

Zur Unkrautregulierung auf befestigten Flächen werden immer häufiger Alternativen wie Bürstengeräte oder Heißwasser angewendet. Auf Golf- und Sportplätzen werden Fungizide und Herbizide sowie Wachstumsregler eingesetzt, damit die Gräser nicht zur Blüte kommen. Vereinzelt werden auf Sportplätzen Rasendüngemittel in Kombination mit Unkrautvernichtungsmitteln verwendet. In Schaulanlagen wie dem Blühenden Barock Ludwigsburg, der Insel Mainau, dem Rosarium Baden-Baden oder der Wilhelma werden Pflanzenschutzmittel ausgebracht, um die hochwertigen Zierpflanzen optisch ansprechend zu erhalten.

Auf allen anderen Flächen spielen Pflanzenschutzmittel eine untergeordnete Rolle und werden in sehr geringem Umfang und nur in Ausnahmefällen angewendet (z. B. bei Wühlmäusen in Obstanlagen, Rasenschädlingen und Pilzen oder Engerlingen im Rasen). Sonstige Rasenflächen in Parks dürften kaum behandelt werden. Auch in der

Baumpflege findet in der Regel keine Behandlung statt. Auf Friedhöfen spielte der Buchsbaumzünsler vor ca. fünf Jahren zunächst eine Rolle und wurde bekämpft, mittlerweile werden biologische Pflanzenschutzmittel angewendet. Dass andere Pflanzungen behandelt werden, ist die Ausnahme. Rosen werden höchstens einmal pro Jahr in Schaubeeten behandelt, in herkömmlichen Stadtparks findet dies kaum statt. Die neuen Sorten kommen auch überwiegend ohne Behandlungen aus. Im Straßenbegleitgrün werden die Pflanzen eher ausgetauscht als behandelt.

### Genehmigungen auf Nichtkulturland

Die unteren Landwirtschaftsbehörden genehmigen auf Antrag Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtkulturland gemäß § 12 (2) PflSchG und der Verwaltungsvorschrift (VwV) Pflanzenschutzmittel auf Freilandflächen vom 26.04.2006. Diese VwV schreibt vor, dass Genehmigungen nur erteilt werden, wenn der angestrebte Zweck mit zumutbarem Aufwand nicht ohne die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erreicht werden kann. Ein höherer Aufwand ist dabei grundsätzlich zumutbar. Die Genehmigungen beziehen sich vor allem auf Herbizide, darunter auch Glyphosat. Genehmigungen werden vor allem für Umspannwerke der Energieversorger, Verkehrsflächen, Wege und Plätze sowie Bahnhöfe, Gleisanlagen und sonstige Infrastrukturobjekte schienenengebundenen Verkehrs erteilt, wo die Maßnahmen zur Verkehrssicherung notwendig sind. In der Vergangenheit wurden auch Genehmigungen für die Bekämpfung invasiver Arten (Japanknöterich, Indisches Springkraut, Riesenbärenklau) erteilt. Die Zahl der Genehmigungen blieb von 2016 bis 2022 mit geringen Schwankungen in etwa konstant. Aufgrund der Genehmigungspflicht und der damit verbundenen Einzelfallprüfung ist ein sehr gewissenhafter Einsatz verbunden; Reduktionsmöglichkeiten liegen daher kaum vor.

### 2.4.2 Wald

Nach den Vorgaben des Landeswaldgesetzes ist jeder Waldbesitzer verpflichtet den Wald pfleglich zu bewirtschaften. Dazu gehört auch die Beachtung der Grundsätze des integrierten Pflanzen-

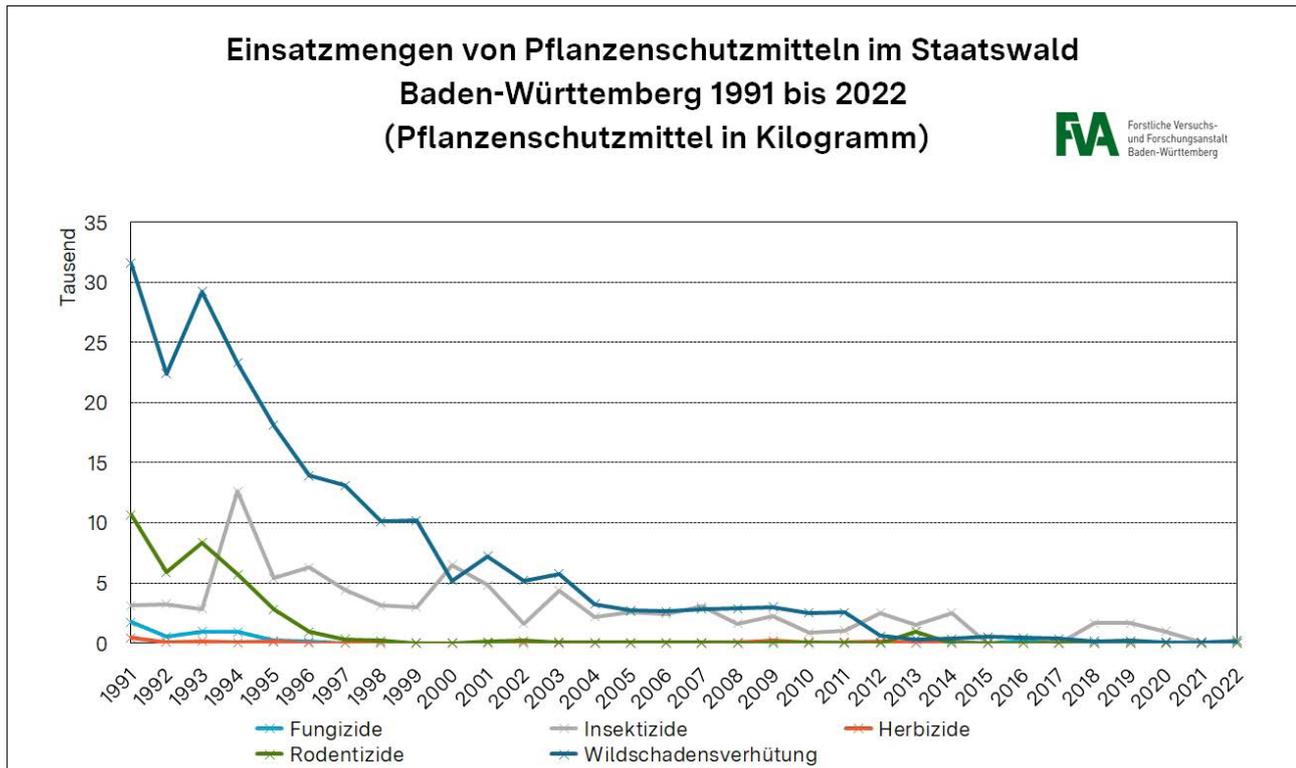


Abbildung 29: Einsatzmengen von Pflanzenschutzmittel im Staatswald von Baden-Württemberg von 1991 bis 2022 (Pflanzenschutzmittel in Kilogramm)

schutzes, insbesondere mit den darin enthaltenen präventiven Elementen der Bekämpfung (§14 Abs. 1 Nr. 6 LWaldG). Flächendeckende und vollständige Informationen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln liegen der Landesforstverwaltung nur für den Staatswald vor, der einen Anteil von rund 24 Prozent an der Gesamtwaldfläche des Landes einnimmt (Abbildung 29).

Der Abbildung ist zu entnehmen, dass der Pflanzenschutzmitteleinsatz im Staatswald seit den 1990er Jahren sehr stark abgenommen hat. Lediglich beim Insektizideinsatz gab es im Jahr 2018 einen temporären Anstieg der Einsatzmenge. Im Jahr 2020 hat sich der Abwärtstrend wieder fortgesetzt.

Seit 2018 ist es in Folge von Dürre und Hitze, Sturmschäden sowie Schnee- und Eisbruchereignissen zu einer massiven Vermehrung von Borkenkäfern in den stark vitalitätsgeschwächten Nadelwäldern gekommen. Beim Borkenkäfer-Management wird auch im Staatswald von Baden-Württemberg das Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes verfolgt. Hierbei handelt es sich um eine Kombination von

Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung präventiver und mechanisch-technischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf ein absolut notwendiges Maß beschränkt wird (Ultima ratio). Dafür werden zunächst alle nicht chemischen Maßnahmen ausgeschöpft, wie die rechtzeitige Holzabfuhr zum Kunden oder in Nasslager, die Umlagerung des befallenen Stammholzes in Laubholzbestände oder in Trockenlager, die rechtzeitige Stammholzentindung oder das Hacken von Brutmaterial und befallenen Hölzern.

Erst als letzte Option wird der Insektizideinsatz als Vorausflugspritzung gegen den Borkenkäfer am liegenden Stammholz an der Waldstraße vorgenommen, um die umliegenden Waldbestände zu schützen. Seit den 1990er Jahren ist im Staatswald der Insektizideinsatz zur Borkenkäferbekämpfung kontinuierlich gesunken. In den Jahren 2015 bis 2017 wurden im Staatswald gar keine Insektizide zur Borkenkäferregulierung eingesetzt.

Im Jahr 2018 mussten aufgrund der plötzlich hohen Menge an befallenen Holz im Staatswald rund



Borkenkäferschlitzfalle

Foto: Reinhold John/FVA

148.000 Festmeter mit etwa 1.650 Litern Insektizid zur Abwendung noch größerer Borkenkäferschäden und unmittelbarer Gefahr im Verzug behandelt werden.

Im Laufe der Kalamität konnten die Möglichkeiten vorgeschalteter alternativer Methoden im Borkenkäfer-Management noch weiter ausgeschöpft werden. Der zu Beginn der Trockenjahre im Jahr 2018 aus der prekären europaweiten Kalamitätssituation alternativlos erforderliche Insektizideinsatz am liegenden Stammholz zur Minderung der Borkenkäferschäden konnte wieder reduziert werden.

Im Jahr 2021 mussten aufgrund günstiger Witterung (kühl und feucht), geringer Sturm- und Schneebruchereignisse sowie intensivem Borkenkäfer-Management nur und 1.500 Festmeter Borkenkäferschadholz mit rund 16 Litern Insektizid behandelt werden.

Eine etwas größere Menge an Holz musste im Jahr 2022 gegen den Borkenkäfer behandelt werden. Etwa 10.400 Festmeter wurden mit 99,3 Litern eines Insektizides behandelt.

Weitere Insektizide wurde im Staatswald im Jahr 2019 (rund 200 Liter) zur Bekämpfung des Eichen-

prozessionsspinners und im Jahr 2020 (rund 250 Liter) zur Bekämpfung des Schwammspinners eingesetzt.

Im Jahr 2022 wurden zur Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners im Staatswald von Baden-Württemberg 124 Liter eines Insektizides per Luftfahrzeug ausgebracht.

Zur Wildschadensverhütung wurden im Zeitraum von 2018 bis 2022 insgesamt rund 592 kg Pflanzenschutzmittel eingesetzt.

Herbizide, Rodentizide und Fungizide werden im Staatswald seit 2018 nicht mehr eingesetzt.

Der notwendige Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wird auch in den Folgejahren sehr stark abhängig von auftretenden Schadereignissen und dem Witterungsverlauf im Klimawandel sein. Für das Jahr 2020 wurde eine ausgebrachte Wirkstoffmenge von weniger als 1 t für den gesamten Wald im Land geschätzt und für das Jahr 2021 eine gerundete Menge von 0 t. Im Jahr 2022 wurden rund 0,35 Tonnen Pflanzenschutzmittel im Staatswald von Baden-Württemberg verwendet. Als Baseline der Jahre 2016 bis 2019 wird daher für den Wald die Menge von 1 t Pflanzenschutzmittelwirkstoff angenommen. Die Einsatzmengen von Wildschadensverhütungsmitteln im Wald sind in den Absatzzahlen des Haus- und Kleingartenbereichs und damit nicht in der Baseline für den Wald enthalten. Zudem sind sie nur relevant, wenn sie chemisch-synthetischer Natur sind.

### 2.4.3 Verkehrswege – Deutsche Bahn

Das Freihalten der Bahngleise der Deutschen Bahn von unerwünschter Begleitflora ist zur Verkehrssicherung der Gleisanlagen unabdingbar. Herbizide werden dort eingesetzt, wo keine herbizidfreien Verfahren zur Verfügung stehen. Ihre Ausbringung wird nach § 12 Abs. 2 PflSchG durch das Eisenbahnbundesamt genehmigt. Bei einer Gleislänge von rund 61.000 km wurden im Jahr 2019 rund 90 % der Gleise behandelt. Im Durchschnitt wurde auf jedem Gleiskilometer ca. 0,9 kg Herbizidwirkstoff, in der Gesamtmenge 50 t ausgebracht. Eingesetzt wurden die Wirkstoffe Glyphosat, Flazasulfuron

**Tabelle 3: Ausgebrachter Herbizidwirkstoff auf den Gleisen der Deutschen Bahn AG in Deutschland und davon abgeleitet in Baden-Württemberg**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Gleiskilometer in Deutschland</b>	60.500	60.500	61.000	61.000	61.000	61.000	61.000
<b>Gleiskilometer in Baden-Württemberg</b>	3.350	3.350	3.350	3.350	3.350	3.350	3.350
<b>Anteil behandelter Bahnkilometer</b>	93 %	93 %	92 %	90 %	4 %	16 %	19 %
<b>Aufwandmenge Herbizidwirkstoff je Gleiskilometer</b>	1,24 kg	1,2 kg	1,0 kg	0,9 kg	0,5 kg	0,5 kg	0,6 kg
<b>Ausgebrachte Menge Herbizidwirkstoff in D</b>	70 t	67 t	56 t	50 t	1,3 t	4,9 t	7,6 t
<b>Ausgebrachte Menge Herbizidwirkstoff in BW</b>	<b>3,9 t</b>	<b>3,7 t</b>	<b>3,1 t</b>	<b>2,7 t</b>	<b>0,07 t</b>	<b>0,27 t</b>	<b>0,42 t</b>

und Flumioxazin. Eine differenzierte Angabe zu den Einzelwirkstoffen ist nicht veröffentlicht.

Die Bahn reduzierte die Behandlung der Bahnanlagen mit Herbiziden durch verbesserte Applikationsverfahren auf die notwendigen Bereiche und konnte den Anteil an Herbiziden im Gleisbett in den letzten Jahren deutlich reduzieren. Im Jahr 2020 und 2021 mussten nur noch 4 % bzw. 16 % der Gleiskilometer behandelt werden, im Vergleich zu 90 % und mehr in den Jahren zuvor (Tabelle 3).

Für das Land Baden-Württemberg werden keine Daten seitens der Deutschen Bahn AG veröffentlicht. Aus der Streckenlänge kann aber der Anteil

abgeleitet werden, der auf den Gleisen in Baden-Württemberg ausgebracht worden ist. Danach lag im Jahr 2016 die Gesamtmenge noch bei 3,9 t, fiel im Jahr 2020 deutlich auf 0,07 t ab und stieg in dem Jahren 2021 und 2022 wieder auf 0,27 t respektive 0,42 t. Die Folgen von ausbleibenden Herbizidbehandlungen sind bei den Gleisanlagen erst mittelfristig in einer zunehmenden Begrünung des Gleiskörpers zu erkennen. Ob die verringerte Ausbringung von Herbiziden auf den Gleisen aufrechterhalten werden kann, wird von der erfolgreichen Entwicklung herbizidfreier Verfahren abhängen. Im Mittel der Jahre 2016 bis 2019 wurden von der DB AG 3,4 t herbizide Wirkstoffe auf den Gleisen in BW ausgebracht

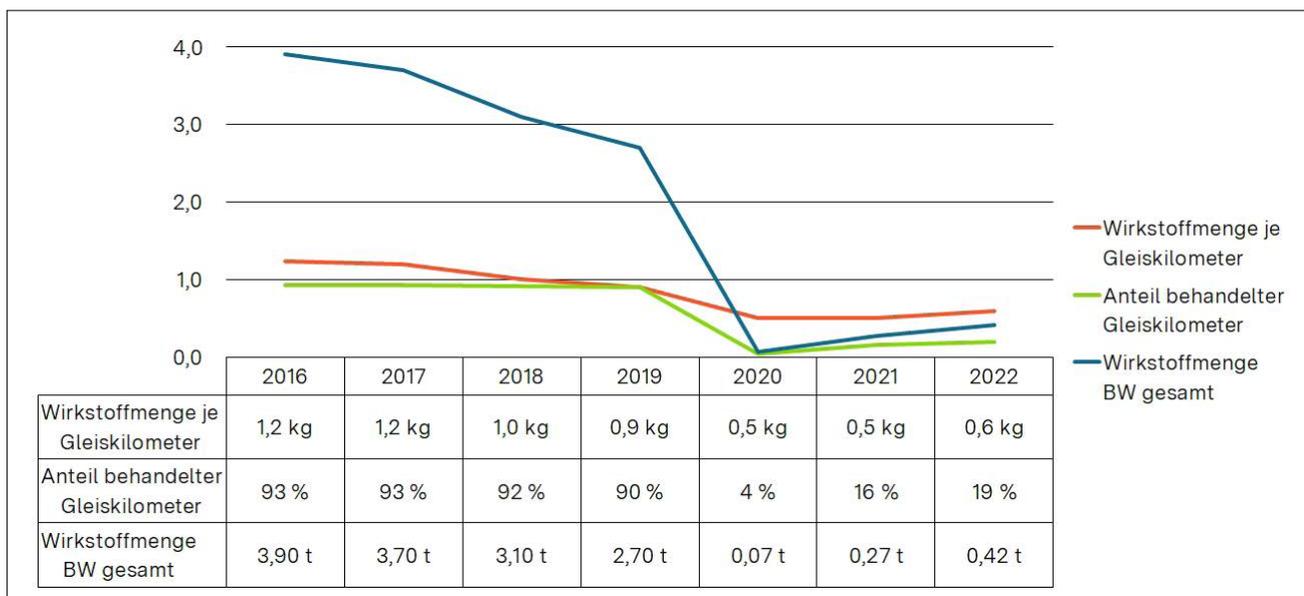


Abbildung 30: Ausgebrachte Herbizidwirkstoffe durch die deutsche Bahn AG in Tonnen in Baden-Württemberg

**Tabelle 4: Auszug aus Tabelle 3.1 des BVL-Berichts für 2022: Wirkstoffmengen, die im Jahr 2022 im Inland abgegeben wurden, aufgeschlüsselt nach Wirkungsbereichen**

Wirkungsbereich	Gesamtmenge	davon für berufliche Verwender	davon für nicht-berufliche Verwender	Anteil an Gesamtmenge
Herbizide* (einschl. Safener)	16.850 t	16.505 t	<b>345 t</b>	2,1 %
Fungizide	11.529 t	11.527 t	<b>2 t</b>	< 0,1 %
Insektizide und Akarizide (einschl. Synergisten)	969 t	944 t	<b>25 t</b>	2,6 %
sonstige Wirkstoffe**	371 t	290 t	<b>81 t</b>	21,8 %
Wachstumsregler (einschl. Keimhemmungsmittel)	2.419 t	2.409 t	<b>10 t</b>	0,4 %
<b>Summe</b>	<b>32.138 t</b>	<b>31.675 t</b>	<b>463 t</b>	<b>1,4 %</b>

### 2.4.4 Haus- und Kleingarten

In BW beträgt die Fläche im Haus und Kleingartenbereich (HuK) ca. 100.000 ha, was ca. 12 % der HuK-Fläche im Bundesgebiet von 825.000 ha darstellt (Quelle: Bundesweite Befragung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Haus- und Kleingartenbereich; Auftraggeber: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Deichmanns Aue 29, 53179 Bonn; Az.: 123-02.05-20.0026/14-I-H). Absatzzahlen für HuK-Mittel liegen nur bundesweit vor. Eine Erhebung in Baden-Württemberg wäre aufgrund der Vielzahl an Absatzwegen für HuK-Mittel (Baumärkte, Gartencenter, Raiffeisenmärkte, Gärtnereien) nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich. Die Absatzmengen bezogen auf die Wirkstoffe im HuK-Bereich machen im

Jahr 2022 nur 1,4 % der gesamten Absatzmenge an Pflanzenschutzmitteln (ohne inerte Gase) aus. Überdurchschnittlich werden Insektizide abgesetzt, unterdurchschnittlich Fungizide. Der Absatz der Herbizide entspricht in etwa dem Gesamtanteil. Die Einordnung der Wirkstoffe in die Substanzgruppen der Wirkstoffe, die an die beruflichen Verwender abgegeben wird, ist nur unzureichend möglich. Der Großteil der Wirkstoffe fällt in die Kategorie „sonstige Herbizide“, „Insektizide“ oder „übrige Wirkstoffe“. Eine gesonderte Darstellung der Ökomittel erfolgt nicht. Auffällig ist, dass 22 t der „sonstigen Wirkstoffe“ bei den nicht-beruflichen Verwendern Molluskizide (Schneckenbekämpfungsmittel) sind. Der herbizide Wirkstoff Pelargonsäure sowie Moosvernichter mit dem Wirkstoff Eisen-2-sulfat machen einen großen Teil der Herbizide aus.

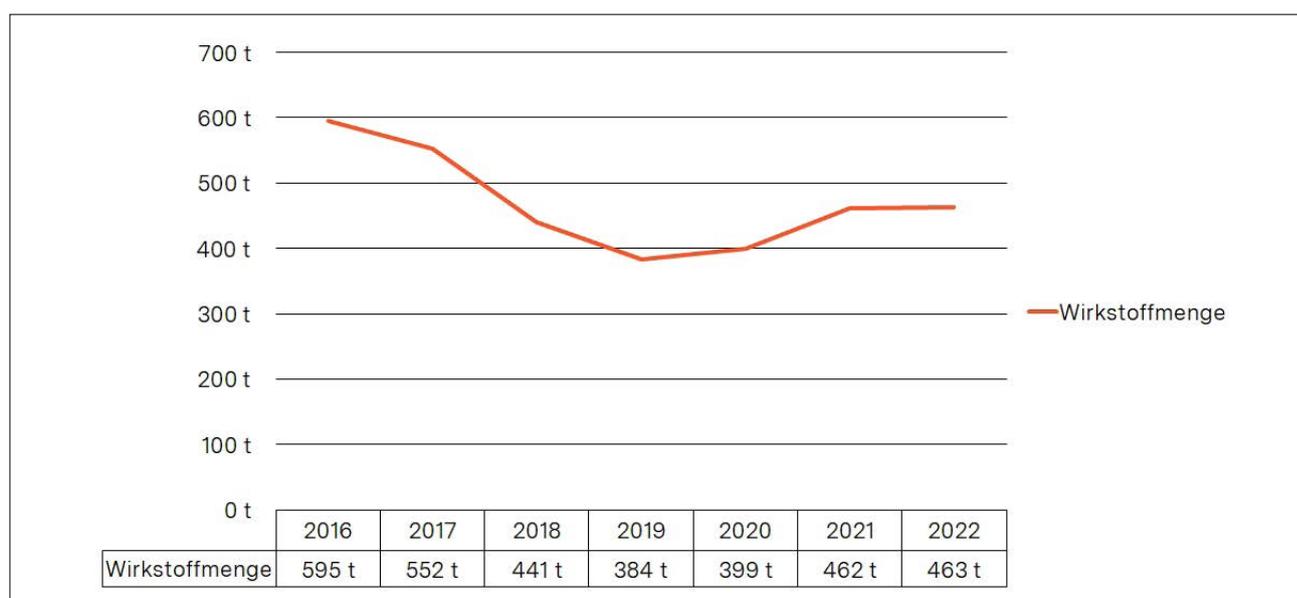


Abbildung 31: Bundesweite Absatzzahlen für Wirkstoffe in t für den Haus- und Kleingartenbereich für die Jahre 2016 bis 2022.



Schneckenkorn auf Eisen-III-Phosphat-Basis Foto: Jörg Jenrich

Die Entwicklung der Absatzmengen von Wirkstoffen in HuK-Mitteln in Deutschland von 2016 bis 2022 ist im Folgenden dargestellt. Die Menge nimmt von knapp 600 Tonnen Wirkstoffen im Jahr 2016 auf 384 t im Jahr 2019 ab, was einen Rückgang um 35 % bedeutet. In den darauffolgenden Jahren steigt die Menge wieder leicht an und beträgt im Jahr 2022 463 Tonnen Wirkstoffe.

Wenn davon ausgegangen wird, dass sich 12 Prozent der deutschlandweiten HuK-Fläche in Baden-Württemberg befinden und rund 50 Prozent der angewendeten Wirkstoffe im ökologischen Landbau zugelassen sind, müssen sechs Prozent der bundesweit abgesetzten Wirkstoffmenge den chemisch-synthetischen Wirkstoffmengen in Baden-Württemberg zugerechnet werden. Für den Baseline-Zeitraum (2016 bis 2019) ergibt sich damit

jährlich eine Menge von 30 t chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittelwirkstoffen, die in Haus- und Kleingärten in Baden-Württemberg abgesetzt und vermutlich auch ausgebracht wurden. Im Jahr 2020 beträgt die Menge 24 t. In den Jahren 2021 und 2022 liegt die Menge konstant bei 28 t.

## 2.5 Zusammenfassung der Schätzungen in der Landwirtschaft und der Erhebungen im nicht-landwirtschaftlichen Bereich

### Landwirtschaftlicher Bereich

Insgesamt werden nach Schätzungen im landwirtschaftlichen Bereich, welcher nicht durch das Betriebsmessnetz abgedeckt ist, pro Jahr etwa 315 Tonnen chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe ausgebracht. Hiervon entfallen 90 t auf den Bereich Gartenbau, 84 t auf Obstbau (ohne Apfel) und Baumschulen, 52 t auf Triticale und Hafer, 24 t auf Körnerleguminosen, 60 t auf Zwischenfruchtbehandlung und 5 t auf Grünland. Diese Mengen sind zu den erhobenen Mengen aus dem Betriebsmessnetz hinzuzuzählen.

### Nicht-landwirtschaftliche Bereiche

Im nicht-landwirtschaftlichen Bereich sind es nach Erhebungen bzw. Ableitungen im Mittel der Jahre 2016 bis 2019 rund 36 t chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, die jährlich ausgebracht werden. In den darauffolgenden Jahren lagen diese Mengen leicht niedriger (Tabelle 5). Welche Bereiche wie viel zu diesem Ergebnis beitragen ist Tabelle 5 zu entnehmen.

**Tabelle 5: Ausbringmengen chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in den nicht-landwirtschaftlichen Bereichen in Baden-Württemberg (2016 bis 2022)**

Jahr	öffentliches Grün	Forst	DB AG	HuK	Summe
Ø 2016 – 2019	2 t	1 t	3,4 t	30 t	<b>36 t</b>
2020	2 t	1 t	0,1 t	24 t	<b>27 t</b>
2021	2 t	0 t	0,3 t	28 t	<b>30 t</b>
2022	2 t	0,4 t	0,4 t	28 t	<b>31 t</b>

## 2.6 Festlegung der Baseline und Trend der Messwerte der Jahre 2020 bis 2022

Als Baseline der Pflanzenschutzmittelreduktion in Baden-Württemberg wurde die mittlere jährliche Ausbringungsmenge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in den Jahren 2016 bis 2019 definiert. Erfasst werden sowohl die Ausbringungsmengen im landwirtschaftlichen als auch im nicht-landwirtschaftlichen Bereich. Die Mengen im landwirtschaftlichen Bereich werden durch die Erhebungen des Betriebsmessnetzes in den zehn Hauptkulturen im Land sowie Schätzungen für die weiteren Kulturen abgebildet. Für die nicht-landwirtschaftlichen Bereiche Forst, öffentliches Grün, Verkehrswege sowie Haus- und Kleingärten werden Ableitungen von bundeweiten Erhebungen gemacht.

Im Mittel der Jahre 2016 bis 2019 entfallen 2.187 Tonnen chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe auf den landwirtschaftlichen Bereich. Nach den Daten des Betriebsmessnetzes werden davon 1.872 Tonnen in den zehn Hauptkulturen ausgebracht und etwa 315 Tonnen auf den restlichen landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Im nicht-landwirtschaftlichen Bereich werden im selben Zeitraum rund 36 Tonnen chemisch-syn-

thetische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe jährlich ausgebracht. Während davon auf die Bereiche Forst, Verkehrswege und öffentliches Grün insgesamt etwa sechs Tonnen Wirkstoffe entfallen, werden in Haus- und Kleingärten circa 30 Tonnen chemisch-synthetische Wirkstoffe pro Jahr ausgebracht.

Insgesamt liegt die Baseline der Pflanzenschutzmittelreduktion also bei 2.223 Tonnen chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (siehe Abbildung 32). Anhand dieser Menge wird die Pflanzenschutzmittelreduktion der darauffolgenden Jahre bewertet.

Aus Abbildung 32 geht deutlich hervor, dass etwa 98 Prozent der ausgebrachten chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in der Landwirtschaft angewendet werden. Davon rund 80 Prozent kommen in den zehn Hauptkulturen, die das Messnetz erfasst, zum Einsatz. Naturgemäß werden in diesem Bereich die größten Schwankungen zwischen den Jahren erwartet. Ebenso ist aber auch das Reduktionspotenzial in diesem Bereich am größten.

Wie sich die jährlich ausgebrachten Mengen an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in den Jahren 2020 bis 2022 verändern ist Abbildung 33 zu entnehmen.

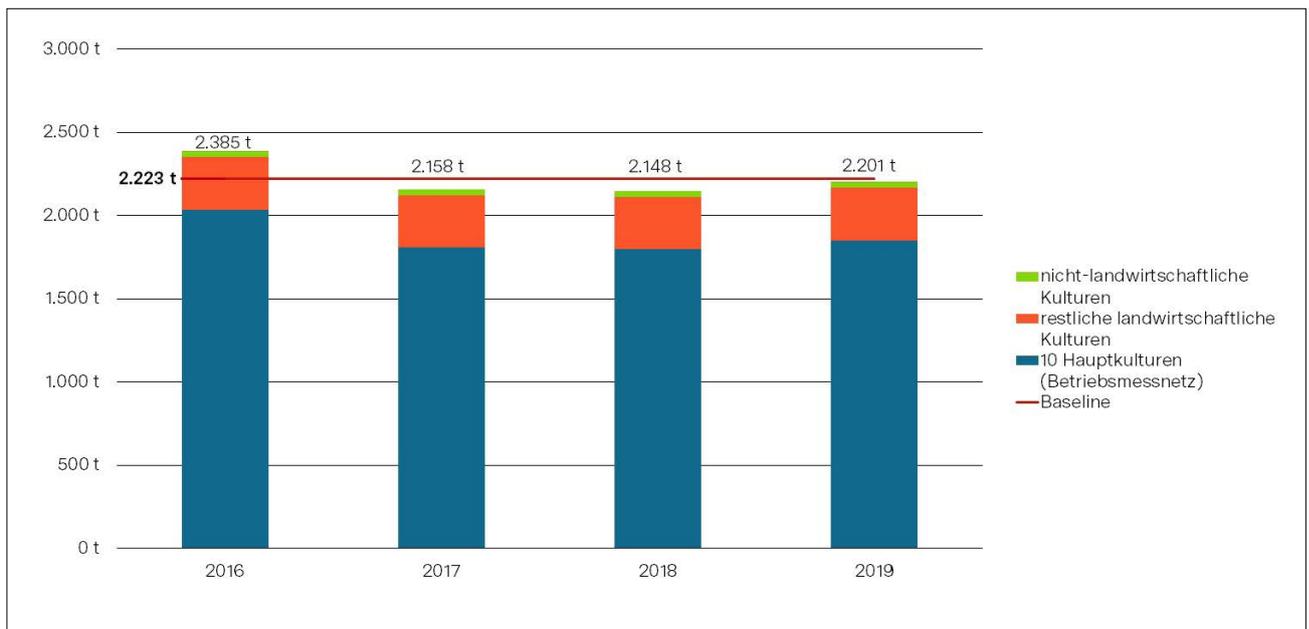


Abbildung 32: Absolute Ausbringungsmenge chemisch-synthetischer Wirkstoffe in Tonnen in Baden-Württemberg (2016–2019)

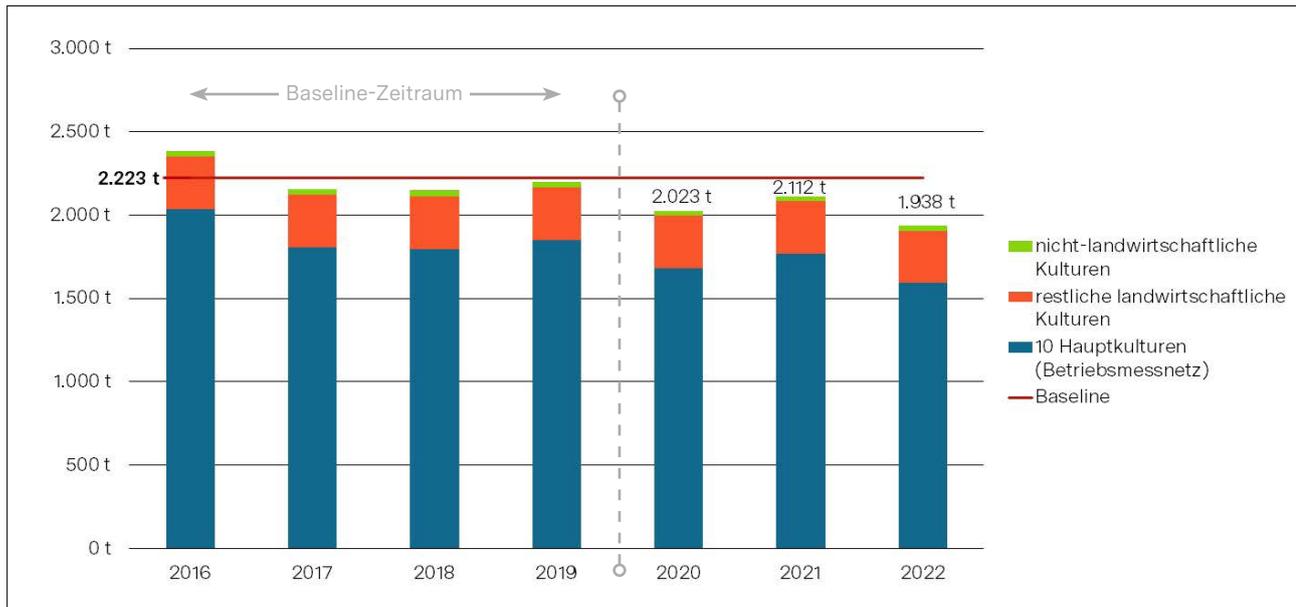


Abbildung 33: Absolute Ausbringungsmenge chemisch-synthetischer Wirkstoffe in Tonnen in Baden-Württemberg (2016-2022)

Gemessen an der Baseline von 2.223 Tonnen chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittelwirkstoffen konnte im Jahr 2020 auf Grund der trockenen Witterung eine Reduktion der Ausbringungsmenge von neun Prozent abgebildet werden.

Im Jahr 2021 fiel die Reduktion mit insgesamt fünf Prozent zur Baseline etwas schwächer aus. Wegen der relativ feuchten Vegetationsperiode und entsprechend höherem Krankheits- und Unkrautdruck stiegen die ausgebrachten Wirkstoffmengen im Vergleich zum Vorjahr sowohl im landwirtschaftlichen als auch im nicht-landwirtschaftlichen Bereich leicht an.

Mittlerweile verstetigt sich der Trend beim Pflanzenschutzmitteleinsatz landesweit. Die ausgebrachten Wirkstoffmengen im nicht-landwirtschaftlichen Bereich stiegen im Jahr 2022 zwar gegenüber dem Vorjahr leicht an (siehe Tabelle 5), lagen jedoch immer noch 14 Prozent unter der Baseline. Eine relativ deutliche Reduktion zur Baseline konnte im Erntejahr 2022 im landwirtschaftlichen Bereich beobachtet werden. In den zehn Messnetzskulturen lagen die Ausbringungsmengen chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zehn Prozent unter Vorjahresniveau und 15 Prozent unter der Baseline. Die insgesamt über alle Bereiche hinweg ausgebrachte Wirkstoffmenge von 1.938 Tonnen im Jahr 2022 entspricht

einer Reduktion von 13 Prozent gegenüber der Baseline.

Die Anwendungsdaten aus dem Betriebsmessnetz der drei auf den Baseline-Zeitraum folgende Jahre lassen in den zehn Hauptkulturen in Baden-Württemberg einen Abwärtstrend bei den Ausbringungsmengen erkennen. Wie weitere Reduktionspotenziale in der Landwirtschaft erschlossen werden können, wird in Kapitel 3 beschrieben.

## 2.7 Risikoanalyse

Im Biodiversitätsstärkungsgesetz ist vorgesehen, dass der jährliche Bericht an den Landtag auch eine Bewertung hinsichtlich des Risikopotenzials einzelner Wirkstoffe auf der Basis der Risikobewertung des Kapitels 7 des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln der Bundesregierung vom 10. April 2013 (BAnz. AT 15. 05. 2013 B I) enthält. Hierunter ist das Modell SYNOPS (Synoptische Bewertung von Pflanzenschutzmitteln) zu verstehen. Die Verwendung geeigneter Risikoindikatoren im Pflanzenschutz ist Grundvoraussetzung für die Abschätzung der Risiken, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können. Für unterschiedliche Schutzziele und räumliche Aggregationsebenen stehen auf europäischer

Ebene eine Vielzahl von Pflanzenschutz-Risikoindikatoren zur Verfügung. Der Risikoindikator SYNOPSIS ermittelt unter Berücksichtigung der spezifischen Schlageigenschaften und Umweltbedingungen das Umweltrisiko, das von Pflanzenschutzmittelanwendungen ausgehen kann. Dies ist nicht gleichzusetzen mit der Gefahr eines Wirkstoffs aufgrund seiner chemischen Eigenschaften an sich.

Um den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel hinsichtlich des Risikos für negative Umweltwirkungen zu analysieren, ist ergänzend zu den in Kapitel 2.3 beschriebenen Mengendarstellungen eine Risikoanalyse erstellt worden. Die Berechnungen dazu wurden vom Institut für Strategien und Folgenabschätzung des JKI durchgeführt, welches über Kompetenzen zur Entwicklung von Werkzeugen zur räumlichen und schlagspezifischen Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln in der Umwelt verfügt. Basis für die Berechnungen mit dem Indikatormodell SYNOPSIS-GIS sind die Flächendaten mit Kulturen aus InVeKos (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) zusammen mit den im Betriebsmessnetz erhobenen Anwendungsdaten. Das Modell berechnet, welches Risiko für Nichtzielorganismen, die sich im Boden, in benachbarten Säumen und Gewässern aufhalten, durch die Anwendung von PSM entstehen kann.

### 2.7.1 Methode der Risikoanalyse

Die Analyse des Umweltrisikos wird für Kulturen durchgeführt, für die im Betriebsmessnetz Datensätze zur Pflanzenschutzmittelapplikation erhoben werden. Grundlage sind die schlagspezifischen Spritzfolgen in den jeweiligen Kulturen, die im Folgenden als Applikationsmuster bezeichnet werden. Für die räumliche Zuordnung der Applikationsmuster werden die Schlaggeometrien aus InVeKos verwendet. Im Modell werden die Geometrien der InVeKos-Schläge mit weiteren digitalen Daten wie Bodenkarten, Höhenmodellen und Oberflächengewässerkarten verknüpft, um die Grundlage für die SYNOPSIS-Modellierung abzuleiten. Die Zuordnung der Applikationsmuster auf die Flächen erfolgt zufällig. Das heißt, kultur- und jahresspezifisch wird jedem InVeKos-Schlag ein zufälliges Applikationsmuster aus dem Messnetz zugeordnet (Abbildung 34). SYNOPSIS-GIS berechnet somit schlagspezifische Risikowerte in den Kulturgruppen Winterweizen, Wintergerste, Sommergerste, Mais, Winterraps, Zuckerrübe, Kartoffel, Soja, Leguminosen (Erbsen), Weinreben, Hopfen und Apfel. Insgesamt werden damit 75 % der Acker- und Dauerkulturflächen Baden-Württembergs erfasst (Jahr 2022). Es wird angenommen, dass von Pflanzenschutzmittelanwendungen im ökologischen Landbau kein

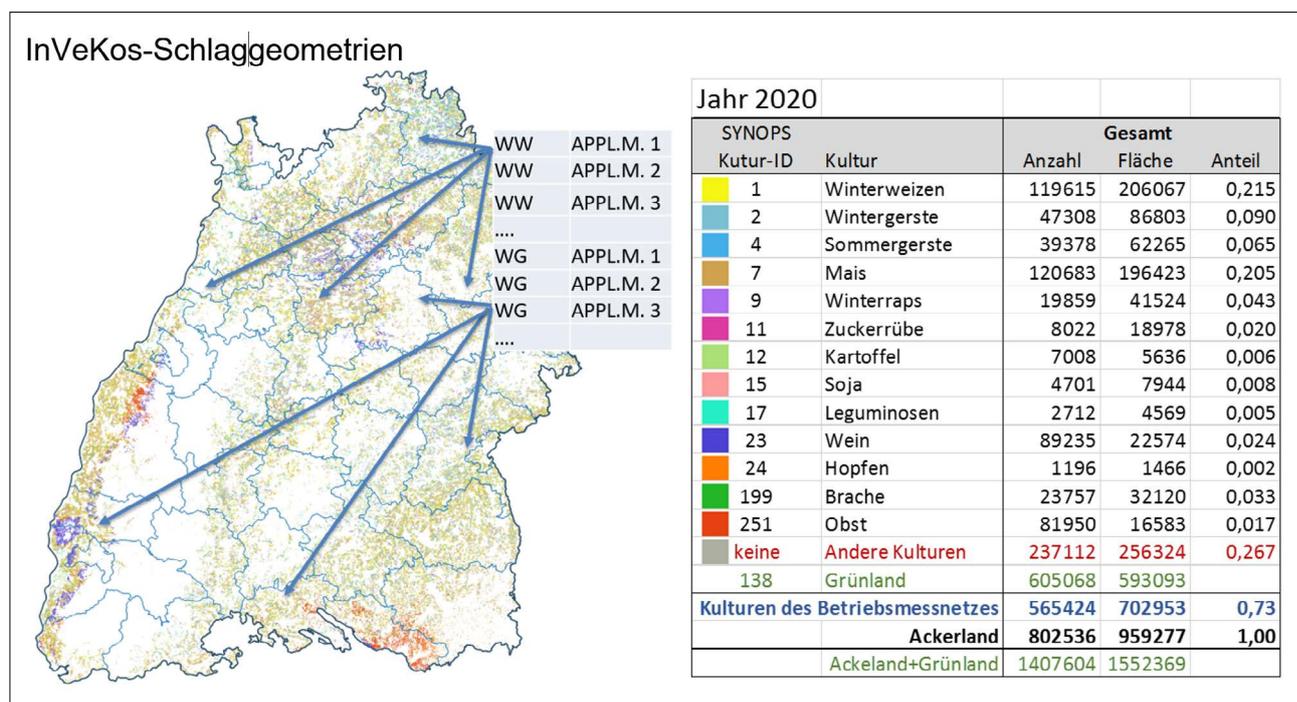


Abbildung 34: InVeKos-Schläge mit den SYNOPSIS-Kulturgruppen

Risiko ausgeht, so dass diese Flächen nicht in die Berechnung einbezogen wurden. Das ist jedoch als eine pauschale Vereinfachung im Kontext dieses Berichts zu verstehen. Selbstverständlich können auch vom Pflanzenschutzmitteleinsatz im Ökoanbau Risiken abgeleitet werden, wenn auch auf einem anderen Risikoniveau. Sie werden in diesem Bericht nicht betrachtet.

Analog zu den Erhebungen des Betriebsmessnetzes stehen aktuell Ergebnisse der Risikoanalyse für die Jahre 2016 bis 2022 zur Verfügung. Da für die Jahre 2016 und 2017 keine InVeKos-Daten mit Schlaggeometrien verfügbar waren, wurden für diese Jahre Daten aus dem Jahr 2018 herangezogen.

Durch das Verknüpfen der Schlaggeometrien mit weiteren Geodaten können die Position der InVeKos-Schläge und entsprechend die Nachbarschaft zu Nichtzielflächen und anderen relevanten Strukturelementen analysiert werden. Dazu zählen in der Agrarlandschaft unter anderem Gewässer, Wege oder Gehölze, die an landwirtschaftliche Nutzflächen angrenzen. Die Verknüpfung der Schlaggeometrien mit den Gewässerdaten ermöglicht dabei die Bestimmung der Entfernung zu Oberflächengewässern. Weitere Berechnungen verknüpfen die Schlaggeometrien mit einer Bodenkarte und einem Geländemodell zur Bereitstellung der Bodenparameter und des Reliefverlaufs der Landschaft für jede einzelne Fläche. Das ist für die Berücksichtigung von Run-off und Erosion in Gewässern notwendig. Als klimatische Modelleingangsgrößen werden die auf 1 km<sup>2</sup> Raster interpolierten Tageswerte zu Temperatur, Niederschlag, Globalstrahlung und Wind des Deutschen Wetterdienstes verwendet.

SYNOPSIS-GIS berechnet für jede Fläche die direkte Pflanzenschutzmittelbefrachtung des Bodens, die Exposition von Gewässern durch Abdrift, Run-off und Interflow und die Befrachtung von Saumbiotopen durch Abdrift. Diese Umweltkonzentrationen bzw. Expositionswerte werden täglich errechnet, so kann für jedes Kompartiment ein zeitlicher Verlauf der Wirkstoffbefrachtung dargestellt werden. Für die Abschätzung der einzelnen Eintragspfade werden Modelle gekoppelt, die auch bei der Regis-

trierung von Pflanzenschutzmitteln auf EU-Ebene eingesetzt werden. Dabei verknüpft SYNOPSIS-GIS Informationen über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Daten über deren Anwendungsbedingungen und den physikochemischen Eigenschaften der applizierten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. Die mögliche Reduktion des aquatischen und terrestrischen Risikos auf regionaler Ebene wird szenarienbasiert quantifiziert. Dazu wird die Konzentration des im Umfeld der Applikationsfläche ankommenden Wirkstoffs mit der Toxizität auf definierte Stellvertreterorganismen in Beziehung gesetzt. Dieses Verhältnis von Exposition zu Toxizität wird im Folgenden als *exposure toxicity ratio* (ETR) bezeichnet. Je niedriger der ETR-Wert liegt desto geringer ist das Risiko. Bei ETR-Werten größer 1 kann von einer Gefährdung des Stellvertreterorganismus ausgegangen werden.

Die Informationen zu den Wirkstoffgehalten und den Anwendungsaufgaben der eingesetzten Pflanzenschutzmittel werden aus der Datenbank der zugelassenen Pflanzenschutzmittel des BVL abgerufen. Dabei wird die Einhaltung der in der Datenbank hinterlegten indikationsspezifischen Anwendungsaufgaben in Bezug auf Mindestabstände zu Oberflächengewässern sowie die Run-off-Minderung unterstellt und bei der Risikoanalyse berücksichtigt. Die Wirkung der einzelnen Wirkstoffe auf die Stellvertreterorganismen (Toxizitätswerte) und deren Umwelteigenschaften (Abbauraten, Löslichkeiten, etc.) werden der online verfügbaren und regelmäßig aktualisierten Pesticide Properties DataBase (PPDB) entnommen.

### **Berechnung auf Schlagebene**

Eine ausführliche Beschreibung der Methodik zur Berechnung der Umweltrisiken und der Konzentrationen von Wirkstoffen kann in der Arbeit „SYNOPSIS-WEB, an online tool for environmental risk assessment to evaluate pesticide strategies on field level“ von Strassemeyer et al. (2017) gefunden werden. Im Folgenden werden die grundlegenden Berechnungsansätze zusammengefasst. Das Modell berücksichtigt derzeit verschiedene Indikatororganismen, um verschiedene Lebensräume abzubilden. Stellvertretend für aquatische Organismen werden Algen, Daphnien, Fische, Was-

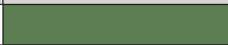
serlinsen und Sedimentorganismen betrachtet. Die Bodenorganismen werden durch Regenwürmer und Springschwänze repräsentiert. Bienen, Brackwespen und Raubmilben werden als Stellvertreterorganismen für Lebewesen in Saumstrukturen betrachtet.

Zur Berechnung des Risikos für Nichtzielorganismen wird zunächst die potenzielle Exposition der Organismen gegenüber Pflanzenschutzmitteln für 365 Tage im Jahr ermittelt. Die Befruchtung der verschiedenen Umweltkompartimente (Gewässer, Boden, Saum) über die unterschiedlichen Eintragspfade wird für jede Anwendung eines Wirkstoffs berechnet. Daraus wird eine zeitabhängige Kurve der Wirkstoffkonzentration abgeleitet – die sogenannte zu erwartende Umweltkonzentration (predicted environmental concentration, auch PEC).

Für die Toxizität werden Laborwerte der Stellvertreterorganismen wie zum Beispiel die No-Observed-Effect-Concentration (NOEC) verwendet. Diese gibt an, bei welcher höchsten untersuchten Konzentration noch keine Auswirkung auf die Testorganismen zu beobachten war. Das Risiko für Nichtzielorganismen wird dann als Verhältnis von Exposition der Organismen zur Toxizität des Wirkstoffs dargestellt (ETR). Bei den Gewässerorganismen wird sowohl das akute als auch das chronische Risiko berechnet. Im Fall der Bodenorganismen wird das chronische Risiko und für die Betrachtung der Organismen in den Saumstrukturen das akute Risiko ermittelt.

Die Risiken, die durch die Wirkstoffanwendungen ausgelöst werden, werden schlagspezifisch ermittelt und im nächsten Schritt für die gesamte Vegetationsperiode auf einem Schlag zusammengefasst. Für Anwendungen mit Tankmischungen oder mit sog. Kombi-Präparaten werden die Risikowerte der einzelnen Wirkstoffe nach dem Prinzip der Konzentrationsaddition berechnet. Anschließend wird das 90. Perzentil dieser ETR-Summenkurven bestimmt, welches das akute und chronische Risiko der gesamten Anwendungen über eine Vegetationsperiode repräsentiert. Die berechneten ETR-Werte werden entsprechend Tabelle 1 in fünf Risikoklassen eingeteilt.

**Tabelle 6: Risikoklassen der mit SYNOPSIS berechneten ETR-Werte.**

Risikoklassen	Wertebereiche	Farbliche Darstellung
sehr niedriges Risiko	ETR<0,01	
niedriges Risiko	0,01<ETR<0,1	
mittleres Risiko	0,1<ETR<1	
erhöhtes Risiko	1<ETR<10	
hohes Risiko	ETR >10	

### Räumliche Aggregation

Ausgehend von schlag- und jahresspezifischen Risikowerten kann das Risiko für verschiedene größere Raumeinheiten zusammengefasst und analysiert werden. Als räumliche Einheit für diese Analyse wurde Baden-Württemberg gewählt und das ermittelte Risiko der Einzelschläge (90. Perzentil zeitlich) für das gesamte Bundesland zusammengefasst. Von der Gesamtheit dieser schlagspezifischen Risikowerte wird wiederum das 90. Perzentil berechnet. Die Verwendung des 90. Perzentils impliziert, dass durch die PSM-Applikationen lediglich auf 10 % der Applikationsfläche das Risiko einer Beeinträchtigung der Stellvertreterorganismen höher liegt als der räumlich zusammengefasste Risikoindex ausweist.

Da bei der Risikobewertung sowohl für die zeitliche (Einzelschläge) als auch für die räumliche (Bundesland) Dimension jeweils das 90. Perzentil verwendet wird ist das daraus resultierende Perzentil über den gesamten räumlich-zeitlichen Dimensionsraum deutlich höher und liegt insgesamt über dem 95. Perzentil.

### 2.7.2 Weiterentwicklung der Risikoanalyse

Die SYNOPSIS-Methodik unterliegt einer permanenten Überprüfung und Weiterentwicklung. Kleinere Schwankungen der Risikoindizes in den einzelnen Kompartimenten werden durch die ständige Aktualisierung der PPDB verursacht. Neue oder aktualisierte Toxizitätswerte einzelner Wirkstoffe können ETR-Werte leicht verschieben. Durch die ständige Forschung sind Datengrundlage sowie Methodik der SYNOPSIS-Risikobewertung als dynamisch zu sehen. Um trotzdem die Vergleichbarkeit der Risi-

**Tabelle 7: 90. Perzentile des akuten und chronischen aquatischen Risikos, des Risikos für Nichtzielarthropoden (akut NTA) und für Bodenorganismen basierend auf den BW-weit berechneten Einzelwerten.**

	Jahr	akut aquatisch	chronisch aquatisch	akut NTA	chronisch Boden
<b>Alle PSM</b>	2016	0,82081	0,37747	7,27644	1,05029
	2017	0,53543	0,27246	6,89556	0,98169
	2018	0,40592	0,17881	8,40067	0,9331
	2019	0,63204	0,25789	8,72471	0,93867
	2020	0,41256	0,15541	8,42372	0,79753
	2021	0,72438	0,21984	7,0719	0,82802
	2022	0,58271	0,20521	6,40932	0,82432
<b>Herbizide</b>	2016	0,44314	0,02948	0,15828	0,59797
	2017	0,31906	0,02275	0,31311	0,59044
	2018	0,2402	0,01433	0,50704	0,62063
	2019	0,38474	0,02328	0,58502	0,59183
	2020	0,26412	0,01207	0,36916	0,60917
	2021	0,51664	0,02265	0,23846	0,63939
	2022	0,36911	0,01583	0,22578	0,63969
<b>Fungizide</b>	2016	0,03649	0,05091	1,26921	0,70864
	2017	0,02866	0,03852	0,99283	0,63896
	2018	0,01461	0,02565	0,83412	0,52921
	2019	0,03868	0,04197	1,05025	0,46151
	2020	0,01578	0,02498	0,76638	0,51466
	2021	0,03218	0,04382	1,42566	0,51897
	2022	0,02651	0,03567	1,62656	0,52585
<b>Insektizide</b>	2016	0,00918	0,08649	4,02507	0,0665
	2017	0,00769	0,05981	3,7558	0,07114
	2018	0,00124	0,01731	4,50818	0,03812
	2019	0,0045	0,03913	4,16712	0,09755
	2020	0,00183	0,01494	3,50557	0,01271
	2021	0,00106	0,0085	2,3485	0,00821
	2022	0,0009	0,00976	1,74675	0,00706

koindizes zwischen den Jahren zu gewährleisten, werden bei jeder Weiterentwicklung alle bereits verarbeiteten Jahre erneut berechnet.

### 2.7.3 Ergebnis der Risikoanalyse

Für die räumliche Aggregation der Risikowerte auf BW-Ebene wurden die 90. Perzentile der Jahre 2016 bis 2022 aus allen BW-weit berechneten Risikoindizes ermittelt. Diese Werte sind in Tabelle 7 zusammengefasst dargestellt. Abbildung 35 zeigt die relative Veränderung der Risikoindizes in den verschiedenen Kompartimenten im Vergleich zum Mittel der Jahre 2016 bis 2019 (Baseline). Im Gegensatz zu den vorangegangenen Kapiteln werden hier nicht nur die chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel bezüglich ihres Risikos

betrachtet, sondern alle Pflanzenschutzmittel, die auf den erfassten Schlägen ausgebracht wurden.

#### Risiko für Gewässerorganismen

Die Indizes für akutes und chronisches Risiko für Gewässerorganismen liegen in allen Jahren im mittleren Risikobereich. Das chronische aquatische Risiko ist dabei über alle Jahre hinweg etwas niedriger als das akute aquatische Risiko. Verglichen mit dem Baseline-Zeitraum (Mittelwert der Jahre 2016 bis 2019) liegen die Werte für das Jahr 2022 im akuten Bereich leicht unter dem Niveau der Baseline. Das chronische aquatische Risiko liegt im selben Jahr 24 % unter der Baseline. Zu den ermittelten Risikowerten im aquatischen Bereich tragen die Herbizide den größten Teil bei. Die Risikoindizes

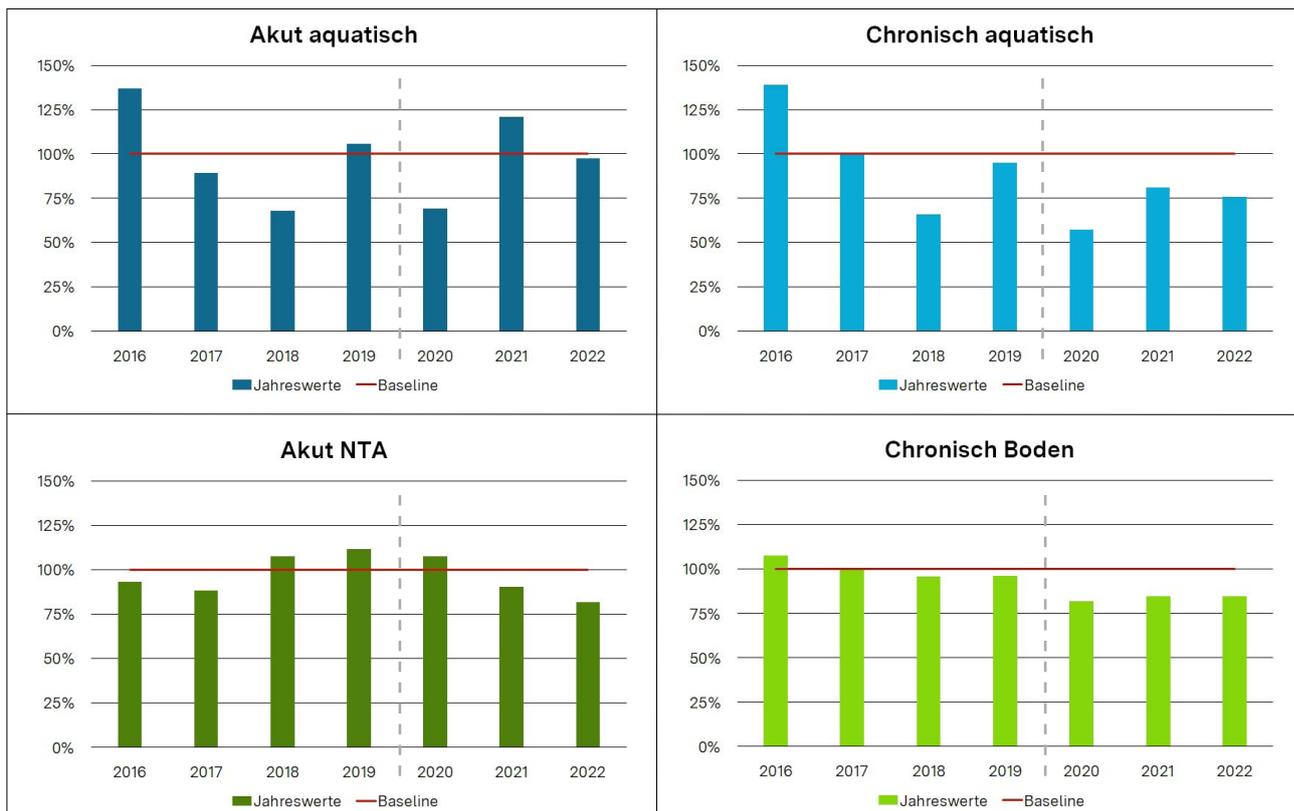


Abbildung 35: Relative Entwicklung der Risikoindizes in den Kompartimenten Gewässer, Boden und Saum in den Jahren 2016 bis 2022 im Vergleich zur Baseline (Mittel der Jahre 2016 bis 2019)

für Fungizide und Insektizide liegen für Gewässerorganismen über die Jahre 2016 bis 2022 im niedrigen bis sehr niedrigen Bereich.

### Risiko für Bodenorganismen

Wie im aquatischen Bereich liegen auch die Risikoindizes für Bodenorganismen im Mittel der Jahre im mittleren Risikobereich. Die ermittelten Risikoindizes kommen im Wesentlichen durch die Applikation von Herbiziden und Fungiziden zustande. Das Risiko, welches von Insektiziden verursacht wird, liegt bei den Bodenorganismen im niedrigen bis sehr niedrigen Bereich. Über alle Pflanzenschutzmittelgruppen hinweg ist das Risiko für die Bodenorganismen in den Jahren 2020 bis 2022 niedriger als im Baseline-Zeitraum. Im Jahr 2022 liegen die ermittelten Risikoindizes 16 % unter dem Mittel der Jahre 2016 bis 2019.

### Risiko für Nichtzielarthropoden im Saum

Für Nichtzielarthropoden in Säumen liegt das Risiko insgesamt in den Jahren 2016 bis 2022

im erhöhten Bereich. Deutlich zu erkennen ist die rückläufige Tendenz der Risikoindizes. Verglichen mit dem Mittel der Jahre 2016 bis 2019 (Baseline) liegt das Risiko 2021 um zehn Prozent, 2022 sogar um 18 Prozent niedriger. Obwohl die Insektizide nur einen sehr geringen Anteil an der insgesamt ausgebrachten Wirkstoffmenge ausmachen (Kapitel 2.3.6.), haben sie im Mittel der Jahre 2016 bis 2022 den größten Anteil an den erhöhten Risikowerten für Nichtzielarthropoden. In den Jahren 2020 bis 2022 ist die Tendenz bei den Insektiziden rückläufig, bei den Fungiziden dagegen leicht zunehmend. Woraus der leicht zunehmende Trend bei den Fungiziden resultiert, ist in weiteren Analysen zu untersuchen. Die Herbizide haben über alle untersuchten Jahre hinweg den geringsten Beitrag zum Risiko für Nichtzielarthropoden in Säumen. Obwohl die Herbizide den größten Anteil an der insgesamt ausgebrachten Wirkstoffmenge haben, so sind die Applikationen oft zu Zeitpunkten in der Vegetationsperiode (später Herbst bis zeitiges Frühjahr), in denen Insekten wenig aktiv und die Populationen gering sind.

In welchen Bereichen die Risikoindizes der Pflanzenschutzmittelgruppen in den einzelnen Kompartimenten liegen, ist Tabelle 7 zu entnehmen. Um die Ergebnisse der Risikoanalyse zu veranschaulichen, sind in Abbildung 35 die relativen Veränderungen der einzelnen Jahreswerte im Vergleich zur Baseline (mittlere Risikoindizes der Jahren 2016 bis 2019) dargestellt. Im Jahr 2022 liegen das chronische Risiko für Gewässerorganismen, für Bodenorganismen sowie das akute Risiko für Nichtzielorganismen im Saum rund 15 bis 24 % unter der Baseline. Lediglich das akute Risiko für Gewässerorganismen liegt in etwa auf dem Niveau der Baseline. Wie die Risikoanalyse zeigt, geht der rückläufige Trend bei der Ausbringungsmenge von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen mit einem abnehmenden Risiko einher.

### 2.7.4 Zusammenfassung

Insgesamt zeigt die Bewertung des Umweltrisikos mit SYNOPSIS-GIS in Baden-Württemberg für den Zeitraum 2016 bis 2022, dass von der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln keine hohen Risiken ausgehen.

Mit der angestrebten Mengenreduktion bis 2030 und der kontinuierlichen Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes kann der bereits bestehende Trend, Risiken immer weiter zu reduzieren, verstetigt werden. Dies kann allerdings in den nächsten Jahren eine große Herausforderung darstellen – insbesondere in Hinblick auf das vermehrte Auftreten von neuen und invasiven Schaderregern sowie Witterungsverläufen wie zum Beispiel milde Winter und lange Trockenperioden, die einzelne Schaderreger begünstigen und die Abwehrkräfte von Kulturpflanzen schwächen.



# 3 Pflanzenschutzmittelreduktion in der Landwirtschaft

Feldtag auf einem Demonstrationsbetrieb

Foto: Julian Zächmann/LTZ

Das landesweite Ziel, den Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln bis ins Jahr 2030 um 40 bis 50 Prozent in der Menge zu reduzieren, stellt nicht nur die Landwirtschaft vor einen großen Wandel. Das Reduktionsziel umfasst ebenso Maßnahmen im Forst, in Haus- und Kleingärten, im öffentlichen Grün und im Verkehrsbereich. Dennoch bleibt die Landwirtschaft die größte Flächennutzerin und wird so einen maßgeblichen Anteil zur Reduktion beitragen, weshalb hier ein besonders großer Fokus auf der Etablierung passender Reduktionsmaßnahmen liegt.

Gleichzeitig muss die Wirtschaftlichkeit der Betriebe und die Ernährungssicherheit mit einem hohen Maß an Selbstversorgung in Baden-Württemberg garantiert bleiben. Daher gilt es, praxistaugliche Reduktionsstrategien zu entwickeln, mit denen nicht nur die Biodiversität gestärkt wird, sondern auch Erträge und Qualitäten gesichert bleiben. Dabei muss ein auskömmlicher Deckungsbeitrag für die heimischen Betriebe garantiert bleiben. Nur so können diese weiterhin die regionale Versorgung gewährleisten und auch zukünftig ihren wichtigen systemrelevanten Beitrag liefern.

## **Integrierte Produktion als ganzheitliches Betriebskonzept**

Der Katalog möglicher Reduktionsmaßnahmen ist vielfältig – die ausgewählten Maßnahmen müssen aber individuell zu Anbauregion und Kultur passen, auf den jeweiligen Betrieb abgestimmt sein und

vor Ort stets weiter optimiert werden. Zur Umsetzung der Reduktionsziele bedarf es ganzheitlicher Ansätze. Grundlage dafür bildet die konsequente Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes unter Einbeziehung von pflanzenbaulichen Maßnahmen.

Hier kommt es auf die Berücksichtigung der Standortfaktoren, kleinklimatischer Gegebenheiten und auf die passende Sortenwahl ebenso an wie auf die vorrangige Anwendung vorbeugender und nicht-chemischer Maßnahmen, sodass die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das absolut notwendige Maß begrenzt werden kann. Beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist auf möglichst nützlingsschonende Produkte zu achten. Schadschwellen bzw. Bekämpfungsrichtwerte sind für wirtschaftlich bedeutsame Schaderreger erarbeitet worden und sollten sukzessiv angepasst und erweitert werden.

## **3.1 Demonstrationsbetriebe zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteln**

Um effektive und gleichzeitig praxistaugliche Maßnahmen zur Reduktion gemeinsam mit der landwirtschaftlichen Beratung und Praxis zu erarbeiten und anschließend in die Praxis zu streuen, wurde im Jahr 2020 ein Netzwerk aus Demonstrationsbetrieben etabliert. Dieses Netzwerk soll helfen, alternative Verfahren zur Schaderreger-Bekämpfung

# Pflanzen schützen Arten erhalten



## Pflanzenschutzmittelreduktion in Baden-Württemberg

(weiter) zu entwickeln und die daraus gewonnenen Erkenntnisse von den Musterbetrieben in die Breite zu tragen.

Weitere Netzwerke von Demonstrationsbetrieben gibt es in Baden-Württemberg mittlerweile zur Biodiversitätsstärkung und zum ökologischen Anbau. Synergien untereinander werden mit regelmäßigen gemeinsamen Veranstaltungen und einem engen Austausch genutzt.

Ziel ist es insgesamt, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren, fachlich gute, wirksame biodiversitätsstärkende Maßnahmen in den Betrieben und Flächen zu etablieren und den ökologischen Anbau im Land zu fördern. Vom intensiven Austausch zwischen ökologisch und integriert wirtschaftenden Praktikerinnen und Praktikern können beide Bewirtschaftungsformen profitieren.

Im „Demonstrationsbetriebsnetzwerk Pflanzenschutzmittelreduktion“ erarbeiten, diskutieren, verbessern und etablieren mittlerweile 40 Demonstrationsbetriebe mit unterschiedlichen Produktionsschwerpunkten (Ackerbau, Obstbau, Weinbau, Gemüsebau) praxisrelevante Maßnahmen zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteln. Die besonders zu Beginn des Prozesses intensiv von der Landwirtschaftsverwaltung betreuten Betriebe bilden einen wesentlichen Baustein zur Umsetzung der Reduktionsziele in der Landwirtschaft.

Gemeinsam mit den Betriebsleitungen werden ständig neue Maßnahmen erarbeitet und umgesetzt, die auf aktuellen Forschungsergebnissen basieren. Dazu gehören auch Ideen der Betriebsleitungen selbst. Sämtliche Maßnahmen werden nicht nur hinsichtlich des Reduktionsgrades, sondern auch mit Blick auf Qualitäts- und Ertragsparameter des Ernteguts sowie auf die Wirtschaftlichkeit und praktische Umsetzbarkeit bewertet. Die jeweiligen Erzeugerpreise und stets wechselnde Rahmen-

## Demonstrationsversuche zur Pflanzenschutzmittelreduktion

Die 40 Demonstrationsbetriebe testen unterschiedliche Reduktionsmaßnahmen zunächst in Streifenversuchen auf einzelnen Schlägen oder Teilschlägen, bevor sie sie im Laufe der Jahre auf immer größere Flächen ihres Betriebs übertragen. Zwar sind die Demonstrationsversuche im Gegensatz zu Exaktversuchen (Parzellenversuchen) auf derselben Fläche nicht wiederholt, aufgrund ihrer Größe sind sie jedoch auch ohne Wiederholungen aussagekräftig. Ein großer Vorteil ist, dass die Demonstrationsversuche mit der auf dem Betrieb vorhanden Technik durchgeführt und somit in die betrieblichen Produktions- und Ernteprozesse integriert werden können. Damit können direkte Schlüsse auf Möglichkeiten, Herausforderungen und Grenzen der Reduktion gezogen werden.

Da es bei der Auswertung insbesondere die Jahreseffekte zu beachten gilt, müssen erste Ergebnisse momentan noch vorsichtig interpretiert werden, bevor die Verfahren über mehrere Jahre getestet werden können. Wichtig ist dabei stets eine Betrachtung im Kontext von wissenschaftlichen Versuchen und Exaktversuchen (z. B. Landesversuche zum Pflanzenschutz, Landessortenversuche). Ausgewählte erste Ergebnisse und Erfahrungen von den Demonstrationsbetrieben sind im Folgenden unter den jeweiligen Rubriken gelb hinterlegt hervorgehoben.

bedingungen aufgrund der weltpolitischen Lage fließen in die Bewertung selbstverständlich ein.

Mittlerweile haben sich die im Land verteilten Demonstrationsbetriebe zu regen Diskussions- und Schulungsplattformen etabliert: Bei zahlreichen Feldtagen laden sie während der Saison die Kolleginnen und Kollegen aus der landwirtschaftlichen Praxis in der Region ein, sich selbst ein Bild von den Reduktionsmaßnahmen zu machen. So gab es beispielsweise im Jahr 2023 insgesamt 90 Veranstaltungen und Vorträge rund um das Demonstrationsbetriebsnetz – die meisten davon in Form von Feldrundgängen auf den Betrieben. Dabei werden auch Hemmnisse und Herausforderungen angesprochen und wo immer möglich passende

**Tabelle 8: Anzahl der Demonstrationsbetriebe, aufgeschlüsselt nach Kulturen und Regierungsbezirk**

Regierungsbezirk	Anzahl der Demonstrationsbetriebe	Schwerpunkt
Stuttgart	7	Ackerbau
	3	Weinbau
	2	Gemüsebau
	1	Obstbau
Karlsruhe	6	Ackerbau
	1	Obstbau
	1	Weinbau
	1	Gemüsebau
Freiburg	6	Ackerbau
	3	Weinbau
	1	Obstbau
Tübingen	5	Ackerbau
	3	Obstbau

Lösungen erarbeitet. Beiträge in der Fach- und Tagespresse sowie Aktionsstände, im Jahr 2023 beispielsweise auf der Bundesgartenschau oder der landwirtschaftlichen Messe Muswiese, sorgen fortlaufend für einen intensiven Austausch mit der Praxis, aber auch für eine Sensibilisierung der Öffentlichkeit. Neben dem 2024 eingeführten regelmäßigen Newsletter zur Pflanzenschutzmittelreduktion für die Beratung und landwirtschaftliche Praxis wird durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit auch komplexes Wissen gemeinsam mit den Betrieben verständlich transportiert und ein konstruktiver Dialog mit der Öffentlichkeit angestoßen.

Die Betriebe werden vom Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) unter Einbeziehung der jeweiligen Regierungspräsidien und den lokal zuständigen Landwirtschaftsämtern betreut. Dabei gibt es einen engen Austausch mit weiteren landwirtschaftlichen Fachanstalten und Kompetenzzentren.

### 3.2 Reduktionsstrategien im Ackerbau

Der Schutz von Kulturpflanzen vor Schadorganismen leistet einen bedeutenden Beitrag zur Sicherung der Höhe und Qualität der Erträge. Neben den Reduktionszielen stellen der Rückgang der zur Ver-



Feldtag auf einem Demonstrationsbetrieb Foto: Julian Zachmann

fügung stehenden Pflanzenschutzmittel (weniger Wirkmechanismen), das Auftreten von Resistenzen, invasive Arten und der Klimawandel große Herausforderungen im integrierten Pflanzenschutz für den Ackerbau dar. Neben standorttechnischen und betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten müssen auch die Fruchtfolge und die vorhandene Ausstattung bzw. der Zugriff auf Leihmaschinen oder Lohnunternehmer berücksichtigt werden. Jahres- und witterungsbedingt kann der mögliche Reduktionsgrad starken Schwankungen unterliegen. So vielfältig die Reduktionsmaßnahmen sind und so betriebsindividuell je nach Standort, Anbauspektrum und technischen Möglichkeiten eine passende Auswahl getroffen werden muss, so lassen sich sämtliche Maßnahmen im Kern auf die Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes zurückführen.

24 Demonstrationsbetriebe im Ackerbau erproben aktuell in ihren Hauptkulturen 25 unterschiedliche Reduktionsbausteine. In den ersten drei Jahren lag der Fokus insbesondere auf einfaktoriellen „Aspektversuchen“. Bei diesem Versuchstyp steht entweder die Reduktion von Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden oder von Wachstumsreglern im Zentrum der Versuchsfrage. Dabei wird die betriebsübliche Variante einer oder mehrerer reduzierten Varianten sowie einer unbehandelten Kontrolle (Spritzfenster) gegenübergestellt. Bei der anschließenden Auswertung kann je nach Versuchsfrage (z. B. Fungizidreduktion im Winterweizen, Insektizidreduktion im Raps, Herbizidreduktion im Mais) unmittelbar auf den jeweiligen Effekt der entsprechenden Behandlung zurückgeschlossen werden. Mit dieser Grundlage können die standort-

### Betriebsindividuelles Reduktionskonzept mit Integriertem Pflanzenschutz als Grundlage

Wichtigste Grundlage der Reduktionsmaßnahmen im Ackerbau bleibt die konsequente Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes. Nicht nur in den entsprechenden Schutzgebieten, in denen die eingeführten IPSplus-Maßnahmen verpflichtend sind, sondern auch darüber hinaus bieten sie wertvolle Reduktionsbausteine. Ohne negative Veränderung des Deckungsbeitrags lassen sich in Abhängigkeit von Kultur und Anbauverfahren schon jetzt mit niederschweligen, relativ leicht umsetzbaren Maßnahmen je nach Kultur Reduktionen von fünf bis 15 Prozent erreichen.

Wichtiger Ausgangspunkt ist dabei die Erarbeitung einer möglichst vielgliedrigen, ausgewogenen Fruchtfolge, um von vorneherein typische im Boden überdauernde Schädlinge, Problemunkräuter sowie allgemein den Krankheitsdruck zu mindern.

Unerlässlich ist außerdem der regelmäßige „Blick ins Feld“ zur Bestandsüberwachung und Bestimmung des möglichst passenden Applikationstermins, kombiniert mit der Nutzung von Prognose-systemen, aber auch die Berücksichtigung von Bekämpfungsrichtwerten und schlagspezifische Behandlungsentscheidungen. Prognosemodelle müssen durch permanente Forschung und Validierung weiterentwickelt und treffsicherer gemacht werden.

Der Anbau resistenter Sorten gehört darüber hinaus ebenso zu den im Ackerbau kurzfristig und leicht umsetzbaren Maßnahmen. So stehen insbesondere im Getreidebau einige in den Landessortenversuchen erprobte Getreidesorten zur Verfügung, die sich als widerstandsfähiger gegen Pilzkrankheiten erweisen und zur Reduktion von Fungizidmaßnahmen beitragen können. Im Gegensatz zu den Sonderkulturen gibt es beispielsweise im Weizenbau bezüglich der Sortennamen weniger Beschränkungen seitens der abnehmenden Hand, solange die Sorten die gewünschten Qualitätseigenschaften erfüllen.

und betriebsspezifischen Besonderheiten gut herausgearbeitet werden, sie ist wichtig zum Ausloten künftiger weiterer Reduktionspotenziale.

Seit diesem Jahr werden auf einigen Betrieben auch „Systemversuche“ durchgeführt. Bei diesen Versuchen werden mehrere Faktoren verändert und je nach Kulturart über mehrere PSM-Gruppen hinweg reduziert. Sie beschäftigen sich mit allen wichtigen Fruchtfolgegliedern der Betriebe. In diesen Reduktionsversuchen sollen in der reduzierten Variante über alle Kulturarten des Betriebs betrachtet sowohl die ausgebrachte Wirkstoffmenge chemisch-synthetischer PSM als auch der Behandlungsindex mindestens 30 Prozent unter dem landesweiten Durchschnitt der Jahre 2016-2019 („Baseline der Pflanzenschutzmittelreduktion“) liegen. Dabei kann in einer Kultur mehr, in einer anderen weniger reduziert werden. Die Ergebnisse können auf den gesamten Betrieb skaliert werden. So kann nach mehreren Jahren eine Abschätzung der Folgen einer Reduktion gemäß Landesziel erfolgen und gleichzeitig der mögliche Reduktionsgrad eines Betriebs ausgelotet werden. Da sowohl Ertragserfassungen als auch Qualitätsuntersuchungen für die laufende Saison noch nicht abgeschlossen sind, beschränkt sich dieser Bericht auf die Versuchsergebnisse bis zum Jahr 2023.

### 3.2.1 Herbizide

Die Unkrautregulierung im integrierten Ackerbau stützt sich bisher neben dem Einsatz pflanzenbaulicher Maßnahmen (z. B. Bodenbearbeitung) wesentlich auf Herbizide. Diese nehmen den größten quantitativen Anteil aller angewendeten Pflanzenschutzmittel ein. Der vorliegende vierte Pflanzenschutzmittelbericht für Baden-Württemberg bestätigte dies mit einem Anteil von fast 50 %.

### Mechanische und kombinierte Unkrautkontrolle

Ein Ansatz zur Reduktion ist die Erweiterung der bestehenden Produktionssysteme um den Einsatz von Striegel und Hacke oder einer Bandspritzung. Auf Grund einer geringeren Selektivität bei der mechanischen Unkrautbekämpfung werden einzelne Arten der Ackerbegleitflora unter Umständen weniger stark beeinträchtigt als beim Einsatz von

## Mechanische Unkrautkontrolle zeigt insbesondere in trockenen Jahren gute Ergebnisse

Mit einer mechanischen Unkrautkontrolle durch Striegeln konnte in den Demonstrationsversuchen vor allem in konkurrenzstarken Sommergetreidearten wie Hafer auf den Einsatz von Herbiziden verzichtet werden, auch in den anderen Sommergetreidearten konnte so der Herbizideinsatz verringert werden. Positiv auf den Ertrag wirkte sich dazu der Mineralisationseffekt beim Striegeln sowie die Belüftung des Oberbodens aus. Diese Effekte finden ebenso durch den Einsatz von Hacken bei einem erweiterten Reihenabstand im Getreide statt. Jahre mit nassen Bodenbedingungen wie teilweise im Jahr 2023 oder das noch feuchtere Jahr 2024 stellen die mechanische Unkrautbekämpfung jedoch auch vor Herausforderungen, da Flächen oft nicht befahrbar sind oder die Unkrautpflanzen nach der mechanischen Bearbeitung nicht austrocknen.

Herbiziden. Der wiederholte Einsatz bestimmter herbizider Wirkstoffe kann außerdem bei Unkräutern zur Selektion von resistenten Individuen führen, die sich in der Konsequenz mit Herbiziden nicht mehr ausreichend bekämpfen lassen. Daher können die mechanischen Verfahren auch einen wesentlichen Erfolgsfaktor im künftigen Resistenzmanagement darstellen. Der Zielkonflikt zum



Einsatz eines Striegels in Sommergerste Foto: Klaus Keller

Erosionsschutz in den verschiedenen Kulturen und unterschiedlichen Geländeformen muss dabei weiter diskutiert werden. Das Hacken in praxisüblichen engen Drillreihenabständen erfordert den Einsatz eines sensorgesteuerten Hacksystems. Solche Hacksysteme werden kontinuierlich weiterentwickelt und stehen mittel- bis langfristig für den Praxiseinsatz auch in der Fläche zur Verfügung.

In Hackfrüchten wie Mais, Zuckerrüben oder Kartoffeln werden die rein mechanische Beikrautregulierung mit Striegel und Hacke sowie die kombinierte Beikrautregulierung mit Hacke und Bandapplikation mit der Flächenanwendung hinsichtlich Ertrag und Ökonomie verglichen. Da Mais in den meisten Gebieten des süddeutschen Raums eine der Hauptkulturen darstellt, fällt durch die Flächenwirkung bereits eine geringe Reduktion an Pflanzenschutzmitteln maßgeblich ins Gewicht.

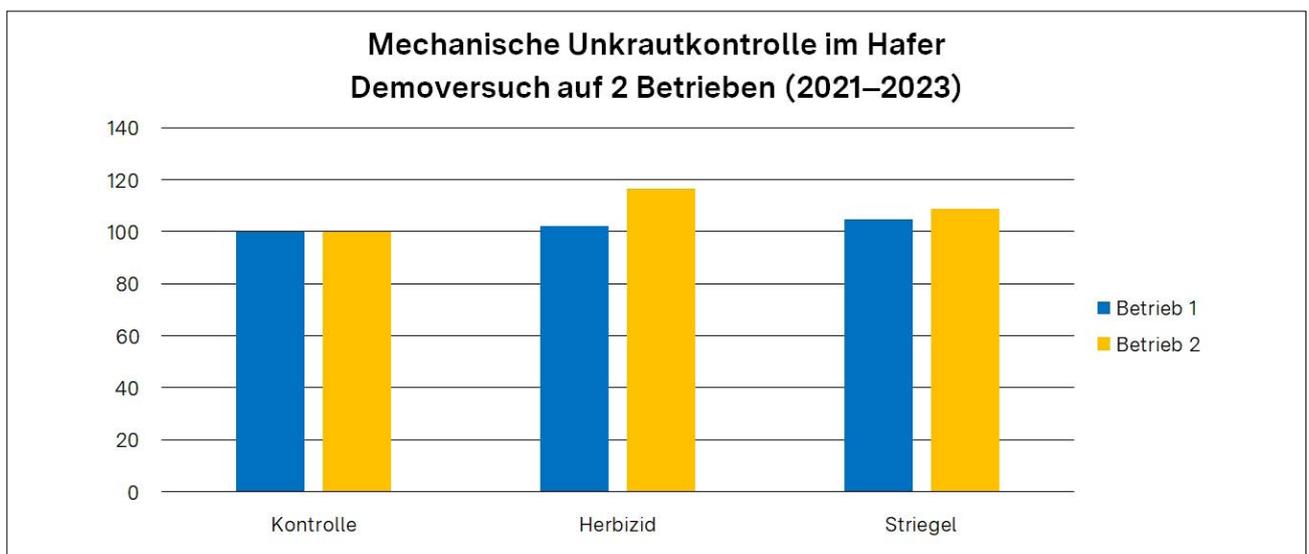


Abbildung 36: Demonstrationsversuch zur mechanischen Unkrautkontrolle im Hafer auf zwei Betrieben über drei Jahre (2021–2023).



Kombination von Hacke und Bandspritzung

Foto: Andreas Willhauck/LTZ

### Kombination von Bandspritzung und Hacken vielversprechend in Reihenkulturen

Beim Maisanbau ist es unter günstigen Bedingungen und je nach Erosionsrisiko möglich, durch den kombinierten Einsatz von Striegel und Hacke oder Sternrollhacke und Hacke, gänzlich auf den Einsatz von Herbiziden zu verzichten. Hierzu sind je nach Beikrautdruck jedoch auch mehr als zwei mechanische Maßnahmen notwendig, wenn eine Spätverunkrautung nicht toleriert werden kann. Ist Blindstriegeln möglich, wird dies als erste Maßnahme empfohlen. Langfristige Effekte wie ein sich aufsummierendes Samenpotential auf den rein mechanisch geführten Bewirtschaftungseinheiten können je nach Wirkungsgrad der Maßnahme beobachtet werden. Um Pflanzenverluste auszugleichen, ist zu empfehlen die Saatmenge um zehn Prozent zu erhöhen. Oft sind Unkräuter in der Saatreihe zwischen den Pflanzen mit einfacher Hacketechnik nicht zu bekämpfen. In ersten Demonstrationsversuchen mit rein mechanischer Unkrautkontrolle in Mais zeigten sich neben dem erhöhten Arbeitsaufwand zwar auch Ertragsverluste gegenüber der rein chemischen Variante, jedoch sind diese nicht dem Produktionsverfahren an sich geschuldet, sondern das Ergebnis von nicht ausreichend angepasster Technik und nicht optimaler Terminierung der Maßnahmen.

Vielversprechend zeigte sich dagegen eine Bandspritzung in der Reihe in Kombination mit einer

Hacke zwischen den Reihen, wodurch auch Unkräuter zwischen den Maispflanzen sicher reguliert werden können. Die bisherigen Demonstrationsversuche zeigen dabei ein Reduktionspotential von rund zwei Dritteln der eingesetzten Pflanzenschutzmittel bei einem Reihenabstand von 75 cm. In Exaktversuchen konnten bei diesem Verfahren gleichbleibende oder sogar höhere Erträge als in rein chemischen Varianten erzielt werden, wohingegen sich in Demonstrationsversuchen noch ein Ertragsrückgang zeigte. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Demonstrationsversuche in Regionen mit engen Getreide-Mais-Fruchtfolgen durchgeführt wurden und die passende Technik nicht immer zum optimalen Zeitpunkt zur Verfügung stand – es braucht also für die Reduktion in diesen Bereichen neben der möglichst direkt oder über Lohnunternehmer verfügbaren Technik eine mehrjährige Anpassung und die Sammlung entsprechender Erfahrungswerte.

Aber auch schon eine konsequente Anpassung der Herbizide und deren Aufwandmenge an die jeweiligen Leitunkräuter resultierte oft in einer Reduktion des Herbizideinsatzes von um die 20 Prozent. Gleichzeitig muss natürlich ein Wirkstoffwechsel zur Resistenzvermeidung stets beachtet werden.

### Digitale Technologien zur Unkrautkartierung

Neue digitale Techniken zur mechanischen Unkrautbekämpfung werden konsequent weiter in der Praxis erprobt und können in weiterer Zukunft wichtige Reduktionsbausteine bieten. Großes Reduktionspotenzial haben im Bereich der Herbizide teilflächenspezifische Anwendungen mithilfe zuvor oder während der Applikation mit Kameras zur Unkrauterkenntnis erstellten Applikationskarten. Während solche Systeme für Reihenkulturen mit weitem Reihenabstand bereits etabliert sind, gibt es auch erste Ansätze zur Kartierung im Getreide.

Dabei kann man in Online-Systeme mit am Spritzgestänge verbauten Kameras sowie in absetzige Offline-Systeme unterscheiden, die die Unkräuter wenige Stunden bis Tage vor der Applikation mithilfe von Drohnen kartieren. Vorteil des absetzigen Verfahrens ist, dass die Menge der einzusetzenden Pflanzenschutzmittel durch die kartierte Unkrautfläche im Vorhinein feststeht und keine Restmengen anfallen. Die Kartierung kann mithilfe von Dienstleistern erfolgen. Zur Applikation sind ein GPS-System und ein entsprechendes Terminal für die Feldspritze sowie eine kleinräumige Teilbreitenschaltung notwendig. Versuche und Praxistests zur drohnenbasierten Unkraut-Erkennung und Erstellung von Applikationskarten zur punktuellen Herbi-

zidanwendung (Spot Spraying) zeigen bei nestweiser Verunkrautung sehr hohe Reduktionspotenziale von bis zu 95 Prozent. Mit Blick auf den kleinstrukturierten Landschaftsraum in Baden-Württemberg wird die Praxiseinführung in der Fläche hierzulande aber noch einige Zeit dauern.

### 3.2.2 Fungizide

Die Intensität des Fungizideinsatzes in ackerbaulichen Kulturen ist neben den Wachstumsbedingungen für die Schaderreger selbst ebenso abhängig von der jeweiligen Sortenanfälligkeit gegenüber pilzlichen Erregern. Dabei spielt bereits die Sortenwahl mit Blick auf Resistenzen gegenüber den in der Anbauregion bedeutenden Pilzkrankheiten eine wichtige Rolle. Wobei für den Anbau die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten nicht das alleinige Auswahlkriterium für Landwirte ist, sondern auch andere Sorteneigenschaften wie Qualitätsparameter oder Kompensationsleistung bei unzureichenden Bestandesdichten.

Bei der Reduktion des Fungizideinsatzes ist das Augenmerk nicht nur auf Ertragsverluste, sondern auch auf die Schädigung hinsichtlich Qualität der Ernteprodukte zu legen. Das Abschätzen des tatsächlich auftretenden Krankheitsdrucks im Vorhinein ist oft komplex. Unterstützung für einen zielgerichteten Fungizideinsatz kann durch den

### Bei „Problemunkräutern“ können kreative Wege helfen

Insbesondere beim Auftreten von „Problemunkräutern“ wie Ackerfuchsschwanz, Windhalm oder Weidelgras, bei denen durch die einseitige Nutzung derselben Herbizid-Wirkstoffgruppen über mehrere Jahre oder zu enge Fruchtfolgen resistente Populationen selektiert wurden, zeigen sich Grenzen der Reduktionsbereitschaft. Hier sind kreative Lösungen gefragt.

Zur nachhaltigen Kontrolle von Ackerfuchsschwanz hat sich auf Demonstrationsbetrieben mit entsprechend hohem Befall eine mehrmalige sehr flache Stoppelbearbeitung (maximal 2,5 cm tief, um die Samen zum Keimen zu bringen und eine Dormanz zu vermeiden) sowie eine möglichst späte Saat der Winterungen und ein Wechsel zwi-

schen Winterungen und Sommerungen als förderlich erwiesen.

Auf einem Betrieb wurde über drei Jahre ein Anbauverfahren von Grünroggen und der Zweitfrucht Mais getestet. Direkt nach der Grünroggenernte wurde der Mais per Direktsaat in die Roggenstoppel gesät. Sofern eine passende Nutzung (z. B. Biogas) für den Grünschnittroggen gegeben ist, kann mit etwa gleichbleibendem Erlös gegenüber Mais als Hauptkultur die Ackerfuchsschwanzpopulation deutlich reduziert werden. Auch der (mehrjährige) Anbau von Klee gras kann ein passendes System sein, dessen Erfolg aber ebenso betriebsindividuell stark von vorhandenen Nutzungsmöglichkeiten abhängig ist.

amtlichen Warndienst, flächendeckende Monitoringprogramme und Prognosemodelle erfolgen.

Unersetzlich ist dabei der regelmäßige „Blick ins Feld“.

### Verzicht auf (zu) frühe Fungizidbehandlungen im Getreide

Im Getreide zeigten sich in den Versuchsjahren 2021 bis 2023 auf den Betrieben des Demonstrationsnetzwerks ein durchaus deutliches Reduktionspotenzial bei der Anwendung von Fungiziden – sofern die optimalen Applikationstermine möglichst genau bestimmt werden können. Durch intensive Beratung, Sortenwahl, angepasste Düngung und die Nutzung von Prognosemodellen konnten bei reduzierten Fungizidapplikationen teilweise ertraglich und qualitativ nahezu gleichwertige Ernten wie betriebsüblich eingefahren werden.

Dabei erprobt das Demonstrationsnetzwerk insbesondere Strategien zur Reduktion oder Einsparung von Fungizidmaßnahmen in der frühen Entwicklungsphase der Kulturpflanzen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einem späteren Schutz der letzten Blätter sowie der Ähre vor Pilzkrankheiten (je nach Region und Jahr erst ab dem Ährenschieben oder erst zur Blüte). Ein besonderes Augenmerk liegt bei den Weizenversuchen auf der Fusariumbehandlung zur Blüte, sofern es entsprechende Vorfrüchten (u. a. Weizen, Mais) und wechselfeuchte

Witterungsbedingungen zur Weizenblüte gibt. Hier muss bei entsprechendem Befallsrisiko einer potentiellen Mykotoxinbelastung mit Deoxynivalenol (DON-Belastung) durch Fusarium vorgebeugt werden.

Ein Demonstrationsversuch zur Fungizidreduktion im Winterweizen (2021–2023, zwölf bis 16 Betriebe) zeigte in diesen Jahren Einsparpotenziale im Fungizidbereich von im Durchschnitt 30 bis 40 Prozent gegenüber der betriebsüblichen intensiveren Variante bei nur leichten Ertragsrückgängen. Mit 30 bis 40 % Reduktion ist hier aber nicht die Reduktion der Aufwandmenge gemeint, sondern die Einsparung ganzer Behandlungen. Die Einsparungen wirkten sich auch betriebswirtschaftlich positiv aus. Die mit Fungiziden unbehandelte Kontrolle zeigte dagegen deutlichere Ertragsverluste. Die Ergebnisse können nicht pauschal auf alle Regionen übertragen werden, bei der Interpretation der Ergebnisse müssen die Schwankungen über die einzelnen Standorte und andererseits die geringen Niederschläge in den Frühjahren

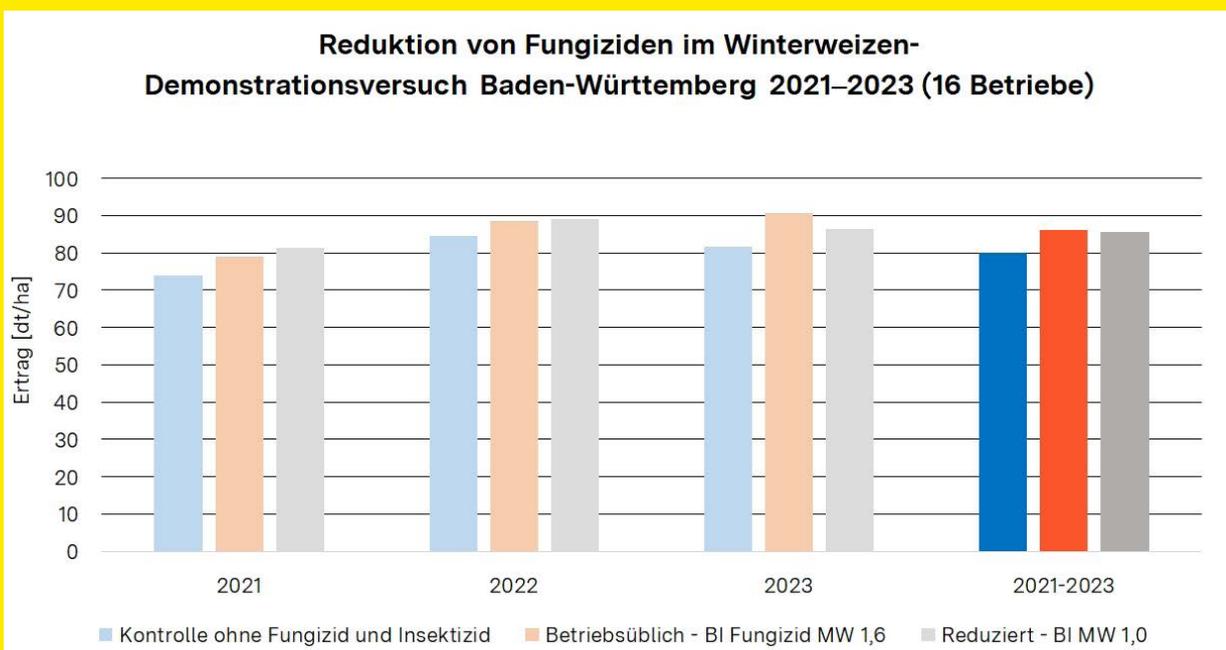


Abbildung 37: Demonstartionsversuch zur Fungizidreduktion in Winterweizen auf 16 Betrieben über drei Jahre (2021–2023).

der beiden Jahre 2021 und 2022 beachtet werden, die für ein geringes Infektionsrisiko sorgten. Die Wahl passender resistenter Sorten spielt ebenso wie regelmäßige Bonituren eine entscheidende Rolle. Die Eiweißgehalte wichen nur geringfügig von der betriebsüblichen Variante ab. Neben dem deutlichen Reduktionspotenzial insbesondere bei frühen Behandlungen zeigen diese Erfahrungen, dass der mögliche Reduktionsgrad jahresabhängig und stets gekoppelt an eine intensive Bestandsbeobachtung ist.

Insgesamt bestätigen dies auch die Landessortenversuche zur Fungizidreduktion, bei denen sich gerade in trockeneren Jahren oft eine späte Einmalbehandlung als wirtschaftlichste Variante gegenüber einer häufigeren oder gar keiner Fungizidbehandlung erwiesen hat.

Im Demonstrationsnetzwerk werden neben den schlagspezifischen ISIP-Infektionsvorhersagen für Getreidekrankheiten sowie für die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel auch das Prognosemodell SkleroPro zur Einsparung von Fungiziden im Winterraps eingesetzt. Ziel ist es, auf Blütenbehandlungen gegen Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) zu verzichten, womit auch Bestäuberinsekten und andere Blütenbesucher geschont werden.

Auch die Optimierung der Applikationstechnik und des Spritzwassers (u. a. pH-Wert) gehören zu den Reduktionsbausteinen. „Nachtspritzungen“ sorgen für optimierte Applikationsbedingungen

Auf mittlerweile zwei Demonstrationsbetrieben wird außerdem ein „Nachtversuch“ durchgeführt. Dieser soll zeigen, inwiefern unter optimalen Applikationsbedingungen in den frühen Morgenstunden eine Reduktion der Aufwandmenge beim Fungizideinsatz im Getreide um 10 bis maximal 30 Prozent möglich ist, ohne dabei Ertragseinbußen zu generieren oder Resistenzen zu provozieren. Da in den frühen Morgenstunden kaum Wind vorhanden ist und die Blattstomata während der Atmung der Pflanzen geöffnet sind, haben systemische Fungizide deutlich bessere Wirkbedingungen. Dabei kann auch die Wassermenge leicht reduziert werden, wohingegen bei zu starker Taubildung keine Applikation durchgeführt werden sollte.

Hierbei ist unbedingt die Einhaltung des Resistenzmanagements zu beachten, sodass die Aufwandmenge der Fungizide nur in geringem Maße und bei entsprechend geeigneten Produkten reduziert werden sollte. Ein Verzicht auf einzelne Behandlungen ist einer Reduktion der Aufwandmenge stets vorzuziehen.

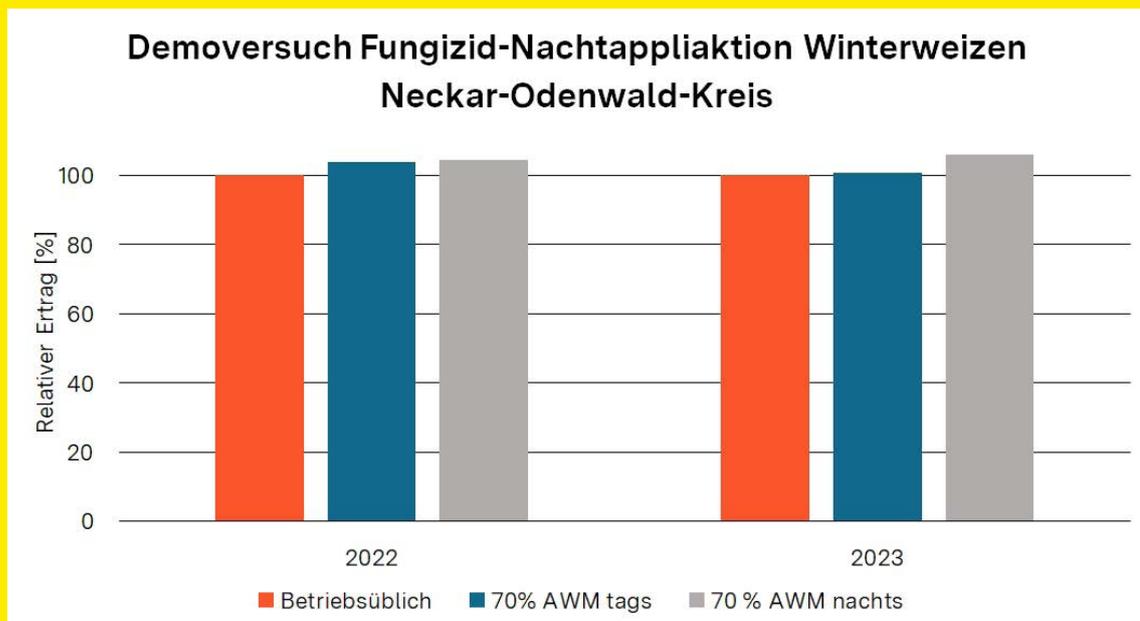


Abbildung 38: Demonstrationsversuch zur Reduktion der ausgebrachten Fungizid-Wirkstoffmenge in Winterweizen bei Ausbringung unter optimierten Bedingungen (Nachtspritzung).

### Regelmäßiges Monitoring im Winterraps für Reduktion unerlässlich

Während die Demonstrationsbetriebe im Getreide in den zurückliegenden Jahren weitestgehend auf den Einsatz von Insektiziden im Frühjahr verzichteten, konzentrieren sich hier die Reduktionsversuche besonders auf den Raps, wo ein vollständiger Verzicht nicht möglich ist. Zur Bekämpfung der Rapsschädlinge ist die regelmäßige Kontrolle durch Gelbschalen und Pflanzenbonituren unerlässlich. Hier können digitale Gelbfangschalen mithilfe von Kamertechnik das Monitoring erleichtern. Eine Untersaat mit Wicken, Bockshorn- oder Alexandrinerklee kann im Herbst den Erdfloh von den Rapspflanzen ablenken und gleichzeitig zur Herbizidreduktion beitragen. Dabei stellt die passende Etablierung der Untersaat auch entsprechende Anforderungen an die Sätechnik. Zudem können durch die Ansaat eines Sortengemenges mit unterschiedlichen Blühzeitpunkten Einsparungen bei der Rapsglanzkäfer-Kontrolle im Frühjahr erreicht werden. Der Rapsglanzkäfer soll sich auf die

Pflanzen mit früher Knospen- und Blütenbildung konzentrieren und in der Folge die später blühende Hauptsorte verschonen. Je nach Region zeigte sich hierbei gerade in frühwarmen Jahren jedoch nur ein um wenige Tage verfrühter Blühbeginn und ein entsprechend geringer Effekt der Maßnahme.

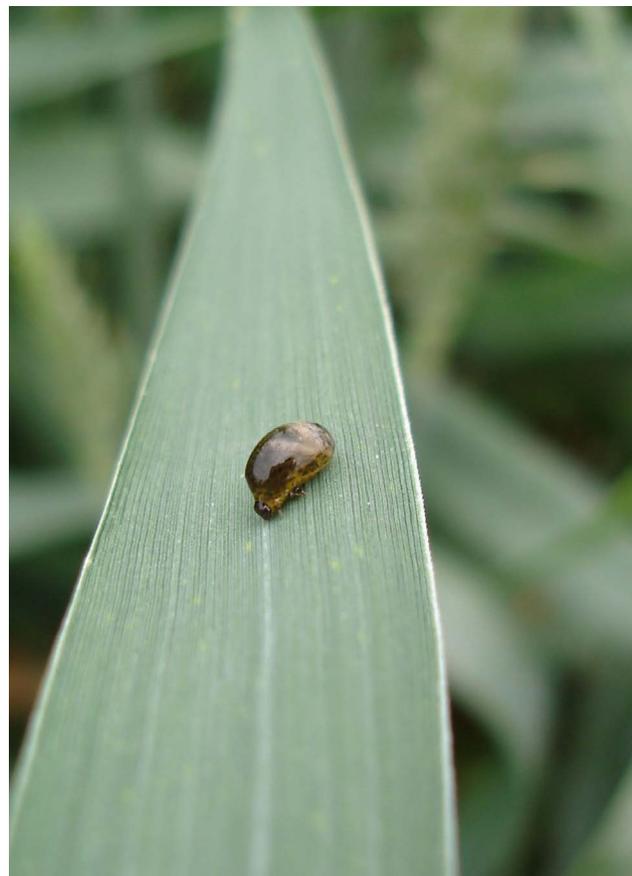
Gleichzeitig war das Auftreten der Rapsglanzkäfer in den vergangenen Jahren weniger stark, sodass oft ganz auf einen Insektizideinsatz gegen diesen Schädling verzichtet werden konnte, während das Hauptaugenmerk auf der Kontrolle des Großen Rapsstängelrüsslers und des Gefleckten Kohltriebrüsslers lag.

Diese Erfahrungen bestätigen ebenso die landesweiten Versuche zur Schädlingsbekämpfung in Winterraps, die in den vergangenen Jahren sehr niedrige Befallsstärken durch den Rapsglanzkäfer verzeichneten.

### 3.2.3 Insektizide

Hinsichtlich der Ausbringmenge haben Insektizide mit unter einem Prozent eine untergeordnete Rolle im Ackerbau. Aufgrund ihrer Nebenwirkung auf Nicht-Ziel-Organismen und Nützlinge erfordern sie jedoch besondere Aufmerksamkeit. Schadinsekten können direkt durch Fraßschäden oder indirekt durch die Übertragung von Viren und anschließend dem Befall mit Pilzkrankheiten zu Ertragseinbußen führen. Befallsintensität, Befallszeitpunkt und die Umweltbedingungen sind entscheidend dafür, ob eine Insektizidmaßnahme erforderlich ist oder das Schädlingsauftreten toleriert werden kann.

Die regelmäßige Bonitur der Bestände mit Beachtung der Schadschwellen und Prognosemodelle haben daher eine hohe Bedeutung bei der Anwendung und Reduktion von Insektiziden. So hat sich im Getreide in langjährigen Landesversuchen gezeigt, dass die Bekämpfung des Getreidehähnchens nur selten wirtschaftlich ist. Entscheidend ist der Bekämpfungsrichtwert (bei Getreidehähnchen 20 % Schaden an der Blattfläche der obersten drei Blätter oder ein Ei bzw. eine Larve je Halm).



Getreidehähnchen an Weizen

Foto: Jan Hinrichs-Berger/LTZ

### 3.2.4 Wachstumsregler

Durch Maßnahmen des integrierten Pflanzenbaus, insbesondere durch Sortenwahl, kann der Aufwand an Wachstumsreglern (im Ackerbau umgangssprachlich auch „Halmverkürzer“) reduziert und zum Teil ganz auf den Einsatz verzichtet werden. Eine bedarfsorientierte Stickstoffdüngung ist dabei Voraussetzung, damit ein großflächiges Umknicken von Pflanzen im Bestand (Lagerbildung) vermieden wird.

## 3.3 Reduktionsstrategien im Obstbau

Ziel der Reduktionsstrategien im Obstbau ist es, die Grundsätze der Integrierten Produktion (IP) bestmöglich in der Praxis umzusetzen und neben praxisrelevanten Ansatzpunkten auch mögliche Hemmnisse bei deren Umsetzung zu finden. Die Grundlagen der IP sind per se auch Maßnahmen der Pflanzenschutzmittelreduktion, durch die der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird.

Dort wo die Grundlagen der IP vollumfänglich umgesetzt werden, sind auf einzelbetrieblicher Ebene im Obstbau kaum mehr Reduktionspotenziale zu finden, die ganzheitlich betrachtet eine Verbesserung zum Status Quo darstellen und nicht zu wirtschaftlichen Einbußen der Obstbäuerinnen und Obstbauern führen. Risiken, Kosten, Unsicherheit und fehlende Anreize halten oft von der Umsetzung der „Alternativ-Maßnahmen“ ab. Systembedingt wird die Umsetzung der IP-Grundlagen dabei durch verschiedene Zertifizierungssysteme, die Beratung, Schulung und Kontrollen seit vielen Jahren wirksam sichergestellt.

Die Tauglichkeit der Alternativmaßnahmen ergibt sich in der Regel erst durch den Wegfall der etablierten Maßnahmen wie zum Beispiel dem Wegfall von Zulassungen wirksamer Pflanzenschutzmittel, die bisher eine zielgerichtete und bedarfsangepasste Regulierung von Schaderregern ermöglicht haben.

Aufgrund des größten Flächenanteils konzentrieren sich die Versuche im Bereich Obstbau des

### Angepasster Pflanzenbau kann Wachstumsregler-Aufwandmenge reduzieren

Die Reduktion bis hin zum vollständigen Verzicht auf Wachstumsregler bei Winterweizen, Wintergerste und selbst bei Hafer kann nur bei entsprechender Sortenwahl und angepasster Düngung gelingen. Alternative Produkte zur Halmfestigung werden ebenso wie mechanische Verfahren (Walzen während der Schossphase) auf den Demonstrationsbetrieben weiter erprobt, gerade bei Letzterem muss jedoch auch der ökonomische Aspekt beachtet werden. Beim Einsatz von Wachstumsreglern sind der richtige Einsatzzeitpunkt und die optimale Aufwandmenge unbedingt zu beachten, um negative Effekte zu vermeiden. Zur Bestimmung der optimalen Aufwandmenge von Wachstumsreglern in Wintergetreide steht seit der Saison 2022 das Entscheidungshilfesystem OPTIREG auf [www.isip.de](http://www.isip.de) im internen Bereich den Beratern der Pflanzenschutzdienste zur Verfügung.

Demonstrationsbetriebsnetzwerks hierbei vor allem auf das Kernobst. Die unterschiedlichen Ansätze müssen dabei die jeweilige Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln berücksichtigen und an die wechselnden Rahmenbedingungen durch klimatische Veränderungen, Vermarktungsvorgaben, sekundäre Standards (Handelsvorgaben) und neue Schaderreger angepasst werden.

Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang insbesondere auch die Ansprüche des Handels und seitens der Verbraucher an die Optik der Früchte. Zusammen mit dem Umstand weltweiten Wettbewerbs soll und muss die heimische Ware deshalb qualitativ hochwertig sein, um sie weiterhin vermarkten zu können, nicht austauschbar und somit konkurrenzfähig zu sein.

### 3.3.1 Biologische Schaderregerbekämpfung

Mit einigen Maßnahmen der Biologischen Schaderregerbekämpfung konnte bereits in der Vergangenheit die Anwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel reduziert werden. Die Betriebe sind bereit, neue biologische Verfahren, aber auch

## Ersatz durch alternative Produkte kann zur Reduktion beitragen

Einzelne Behandlungen konnten auf den Demonstrationbetrieben durch alternative, im Ökolandbau zugelassene Produkte ersetzt werden. Bei einer ganzheitlichen Betrachtung treten hier neben der oft ähnlichen Wirksamkeit aber Aspekte wie z. B. die oft mangelhafte Spezifität des alternativen Mittels, Frucht-/Blattschäden an der Kultur (z. B. Berostung, Verbrennungen), zum Teil ein deutlich höherer

Preis, kürzere Applikationsfenster und die Verfügbarkeit in den Vordergrund (z. B. Rationierung bei Quassia, Neem-Engpass), die bei der Auswahl der Produkte mit einbezogen werden müssen. Es zeigen sich Zielkonflikte, die unter den aktuellen Bedingungen in der Regel kein klares „Ja“ zu den Alternativprodukten zulassen.

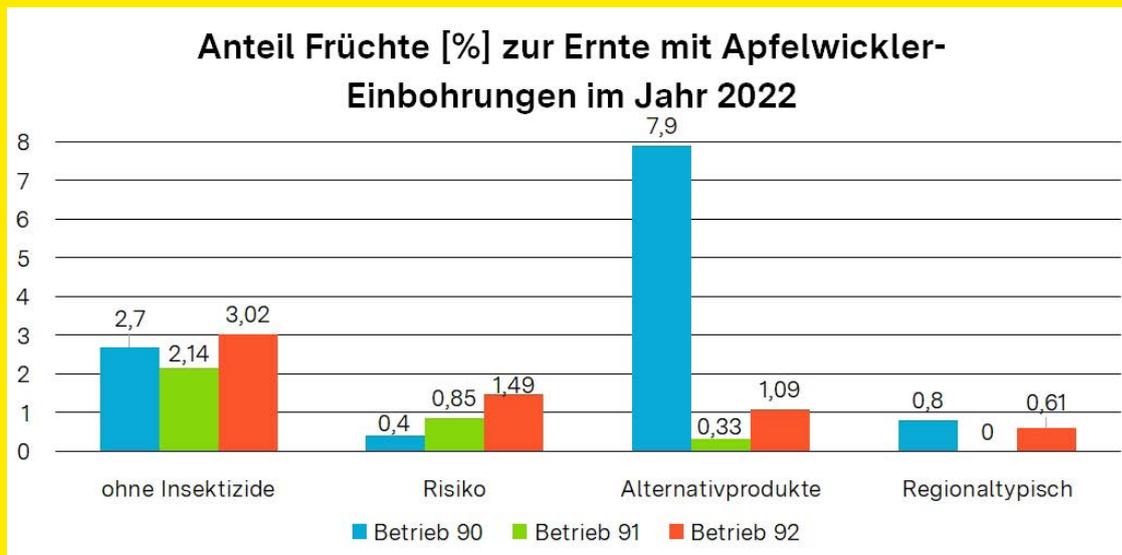


Abbildung 39: Anteil an Früchten mit Apfelwickler-Einbohrungen nach Anwendung unterschiedlicher Insektizidstrategien – Demonstrationsversuch auf drei Betrieben im Jahr 2022. In der Variante ohne Insektizide gab es auf allen Betrieben stärkeren Befall als in den Vergleichsparzellen, wobei sich auf Betrieb 90 trotz Behandlung mit Alternativprodukten eine sehr starke Apfelwickler-Population aufbauen konnte.

biotechnische bzw. mechanische Maßnahmen auf ihren Anbauflächen umzusetzen, sofern diese ganzheitlich betrachtet vorteilhaft sind und wirtschaftlich eingesetzt werden können.

So werden neben den chemisch-synthetischen, zum Beispiel auch Pflanzenschutzmittel auf der Grundlage von Mikroorganismen und Viren zur Regulierung des Apfel- und Fruchtschalengewicklers angewendet. Hierbei handelt es sich um zwei der wichtigsten Schaderreger im Obstbau. Diese können von circa Anfang Mai bis zur Ernte die Früchte schädigen.

Alternativ zeigen biologische Produkte basierend auf Granuloseviren oder *Bacillus thuringiensis* gute Wirkungsgrade und können je nach Schädlingsdruck gezielt die chemisch-synthetischen Produkte ergänzen. Nachteilig ist die häufigere Anzahl der

Applikationen von Granuloseviren, gerade bei hoher Strahlungsintensität im Sommer, bedingt durch die UV-Instabilität des Produkts. Mittelfristig müssen Forschungen durchgeführt werden, die die Granulosevirusprodukte unter hohen Strahlungsbedingungen länger stabil halten. Nachteilig ist zudem die mögliche Wirkungsminderung, die sich durch Resistenzentwicklungen ergibt. Daher sind auch in Zukunft gezielt resistenzbrechende Applikationen mit chemisch-synthetischen Wirkstoffen sinnvoll, u. U. mit reduzierter Anwendungshäufigkeit.

Als weitere Maßnahme gegen die genannten Wickler-Arten ist die Pheromon-Verwirrung zu nennen. Ihr Einsatz ist – einen geringen Ausgangsbefall, passende örtliche Gegebenheiten und weitere wirksame Regulierungsmöglichkeiten vorausgesetzt – ein wirksamer Baustein in der Regulierung.

Dieser bedarf jedoch ebenfalls weiterer Forschung, um die Ausbringung effizienter zu gestalten und ihn für alle örtlichen Gegebenheiten nutzbar zu machen.

Im Bereich der Fungizide wurden in den vergangenen Jahren am KOB Bavendorf versuchsweise biologische Wirkstoffe zur Regulierung von Krankheiten im Apfelanbau geprüft wie z. B. der antagonistisch wirkende Pilz *Cladosporium* gegen Apfelschorf. Er konnte in der Sekundärphase bei geringerem Schorfdruck einen unterstützenden Schutz gewährleisten und so zur Fungizidreduktion beitragen. Auch hier besteht allerdings weiterer Forschungsbedarf. Gleichzeitig müssen Zulassungsfragen erörtert werden, die die rechtlichen Bedingungen für diese Anwendungen schaffen. Ein am Kompetenzzentrum Obstbau (KOB) im Labor durchgeführtes Projekt zu Pflanzenschutzmitteln aus Naturstoffen (Pflanzenextrakten) konnte belegen, dass bestimmte Pflanzeninhaltsstoffe eine sehr gute Wirkung gegen den Apfelschorf aufweisen, auch erste Freilandversuche waren vielversprechend.

Erste Tendenzen aus den Versuchen auf den Demonstrationsbetrieben zeigen, dass eine alternative Fungizidstrategie in der Sekundärphase neben einer leicht erhöhten Fäulnis-Rate zur Ernte, auch zu einer deutlich verminderten Lagerfähigkeit der Früchte führt. Am LTZ Augustenberg werden diese Tendenzen in einem Versuch aufgegriffen und deutlich umfangreicher untersucht – Ergebnisse hierzu sind ausstehend.

Aus dem Bio-Obstbau und dessen Beratungsorganisation liegen viele Erfahrungswerte vor, die bei der Umsetzung von alternativen Maßnahmen sehr hilfreich und wertvoll sind. Hier gilt es weiterhin den Austausch von integriert und ökologisch wirtschaftenden Betrieben zu stärken, von dem beide Seiten profitieren können. Dies gilt insbesondere auch für Beratungsangebote und Öko-Warndienste, die dazu beitragen könnten, Impulse für eine alternative Regulierung der aktuell relevanten Schaderreger zu geben. So würden bereits vorhandene Informationen und Erfahrungen auf breiterer Ebene genutzt und das Reduktionsziel unterstützt.

### 3.3.2 Schädlingsbekämpfung unter Einbezug von Nützlingen

Bekämpfungsrichtwerte berücksichtigen unter anderem die Regulierungsleistung von Nützlingen in biologischen Systemen. Die Bekämpfung von Grünen Läusen im Apfelanbau in der Nachblüte ist beispielsweise erst oberhalb von 10 Kolonien pro 100 Triebe sinnvoll. Bei einem geringeren Befallsdruck ist davon auszugehen, dass es wirtschaftlich betrachtet noch nicht notwendig ist, zu behandeln. Auch ist davon auszugehen, dass die vorhandenen Nützlinge eine ausreichende Regulierung der Schaderreger gewährleisten, und diese dann wiederum für folgende Schaderreger bereits in der Anlage vorhanden sind - z. B. zur Regulierung der Mehligigen Blattlaus. Daher ist eine Förderung der Nützlinge wie Marienkäfer, Florfliegen, Ohrwürmer

#### Nützlinge als wertvolle naturegegebene Gegenspieler

In mehreren Apfelanlagen der Demonstrationsbetriebe wurden Behausungen aufgehängt, um den Ohrwurm als Gegenspieler von z. B. Blutlaus und Birnblattsauger zu fördern. Versuche am KOB, dem LTZ und den Demonstrationsbetrieben zeigen, dass die Ohrwurmbehausungen gerne als „alternativer Wohnraum“ genutzt werden. Das hat zur Folge, dass nicht mehr so viel Ohrwurmkot auf den Früchten auffindbar ist. Auch sind die Ohrwürmer nach aktuellem Kenntnisstand nicht in der Lage, einen Apfel ohne Vorschädigung anzufressen.

Im Zuge der Nützlingsförderung wurden zudem Nistkästen für Singvögel in den Obstanlagen etabliert, um ihnen zusätzliche Brutmöglichkeiten zu bieten. Es zeigte sich, dass diese Maßnahmen auf den Demonstrationsbetrieben sehr gut angenommen wurden. Allerdings ist dies im Gesamtkontext der Schädlingsregulierung nur ein Baustein, der eine Basisabsicherung hinsichtlich einzelner Schaderreger darstellt und dessen Wirkung nur schwer quantifizierbar ist. Bekannt ist beispielsweise, dass drei Meisenpaare pro Hektar Obstfläche circa ein Viertel bis ein Drittel der gesamten Raupen vertilgen. Auf Insektizidmaßnahmen kann deshalb trotzdem nicht pauschal verzichtet werden.



Singvogelnisthilfe in Obstanlage Foto: Jonathan Wenz/LTZ

oder Singvögel anzustreben. In den Obstanlagen können entsprechende nützlingsfördernde Maßnahmen umgesetzt werden, die den Bestand der natürlichen Gegenspieler aktiv in ihrer Populationsdynamik unterstützen. Neben der direkten Förderung ist dabei immer auch der Schutz der vorhandenen Nützlinge wichtig, wobei die Auswahl geeigneter Pflanzenschutzmittel eine Rolle spielt. Hier ist nicht zuletzt auch bei biologischen Produkten auf die Nützlingswirkung zu achten.

Förderlich können möglicherweise Ansaaten mit Blühpflanzen (einjährige aber insbesondere auch mehrjährige Arten), die den Nützlingen ergänzende Nahrung bieten, sein. Gleichzeitig können sie aber auch den Schadnager-Druck erhöhen. Saatgut, Etablierung und Pflege sind insbesondere im Obstbau-Maßstab sehr teuer und durch das kleine Zeitfenster mit den nötigen Bodenbedingungen kaum überbetrieblich oder durch Maschinenringe zu leisten, sodass das Anlegen von Blühstreifen eher nur auf einzelbetrieblicher Ebene mit hohem Aufwand erbracht werden kann. Zunächst müssen aber die Zusammenhänge zwischen den genannten

Maßnahmen und ihrer Wirkung auf die Population verschiedener Schädlinge sowie grundsätzlich der Biodiversität in der Anlage noch besser erforscht werden.

Neue invasive Schädlinge wie die Marmorierte Baumwanze (*Halyomorpha halys*) können sich derzeit ungebremsst ausbreiten, da deren natürliche Gegenspieler bisher nicht verbreitet vorkommen. Nach den Erstnachweisen der Samuraiwespe (*Trissolcus japonicus*), im Jahr 2020 und weiteren Funden in den vergangenen Jahren in Baden-Württemberg, kann mit einer weiteren Ausbreitung gerechnet werden. Allerdings ist unklar, ob die natürliche Ausbreitungsgeschwindigkeit ausreichend zur Schadensregulierung ist. Bei der Samuraiwespe handelt es sich um einen Eiparasiten, der sehr artspezifisch parasitiert. Es böte sich daher die Zucht und Freisetzung als biologische Bekämpfungsmethode an. Aktuell ist diese Maßnahme in Deutschland jedoch nicht zulässig.

Daneben breiten sich andere heimische Schadwanzen massiv aus und schädigen Obstanlagen. Im Bodenseeraum werden so zum Beispiel durch die Rotbeinige Baumwanze (*Pentatoma rufipes*) Birnenanlagen sehr stark geschädigt, wodurch teilweise keine Vermarktung der Früchte mehr möglich ist. Auch hier besteht weiterer Forschungsbedarf. Ebenso bei der Mittelmeerfruchtfliege (*Ceratitis capitata*), die seit zwei Jahren (wieder) vermehrt auftritt und starke Schäden verursachen kann.

### 3.3.3 Konsequente Berücksichtigung von Bekämpfungsrichtwerten

Die Berücksichtigung von Bekämpfungsrichtwerten erlaubt einen gezielten und bedarfsgerechten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Diese müssen jedoch an klimatische Veränderungen und sich verändernde Zulassungssituation angepasst werden. Ein bewusstes „Zuwarten“ bis zum Erreichen des Bekämpfungsrichtwertes ist nur möglich, wenn anschließend eine ausreichend wirksame Maßnahme zur Regulierung des Schaderregers vorhanden ist. Andernfalls muss der aufkommende Befall frühzeitig mit einer schwächeren Maßnahme reguliert werden, was mit gewissen Unwägbarkeiten verbunden ist.

## Intensive Bestandsbeobachtung durch Monitoring und Nutzung von Prognosesystemen

Eine intensive Bestandbeobachtung durch regelmäßiges Monitoring und Bonituren des Erstauftritts und der weiteren Entwicklung von Krankheiten und Schädlingen sind bei der Arbeit auf den Demonstrationsbetrieben die wichtigste Grundlage. Diese sind jedoch in der Regel mit einem sehr hohen zeitlichen Aufwand verbunden, da die Bonituren (teil) schlagspezifisch, sortenspezifisch und regelmäßig erfolgen müssen, um valide Aussagen ableiten zu können.

Ein intensives Monitoring liefert partielle Anhaltspunkte zur Schaderregersituation auf dem Betrieb, ist aber nur ein Teilbereich der Entscheidungsfindung für oder gegen eine Behandlung. Neuartige Technologien, die das Monitoring erleichtern können, sind auf den Demonstrationsbetrieben im Einsatz und werden auf ihre Praxistauglichkeit geprüft. Dazu gehören Pheromonfallen mit Kameras oder einer Erkennung von Schädlingen per Laufmuster.

Durch regelmäßige und intensive Bonituren konnten bereits einige Behandlungen vollständig einge-

spart oder auf einen Teilbereich beschränkt werden. Dieses Vorgehen ist aber nicht unproblematisch: Nichtbehandelte Bereiche können rasch durch einen Schaderreger besiedelt werden. Hierdurch ist „im Nachhinein“ ggf. eine höhere Intensität an Pflanzenschutz notwendig als wenn eine frühe Behandlung erfolgt wäre. Diese Thematik muss in Zukunft stärker betrachtet werden.

Dies gilt auch für Möglichkeiten zur lokalen Wetterdatenerhebung und ortsspezifischen Nutzung von Prognosemodellen, die bei der Entscheidungsfindung für oder gegen Pflanzenschutzmaßnahmen unterstützen können. Hier sind ebenfalls verschiedene Systeme auf den Demonstrationsbetrieben im Einsatz und ermöglichen das Sammeln von Erfahrungswerten aus der Praktiker-Sicht. Insbesondere für die Schorf-Regulierungsstrategie bieten die vorhandenen Prognosemodelle (z. B. RIMpro, ISIP) zusammen mit dem amtlichen Warndienst und den betriebseigenen Erfahrungen eine wertvolle Unterstützung bei der Entscheidungsfindung.

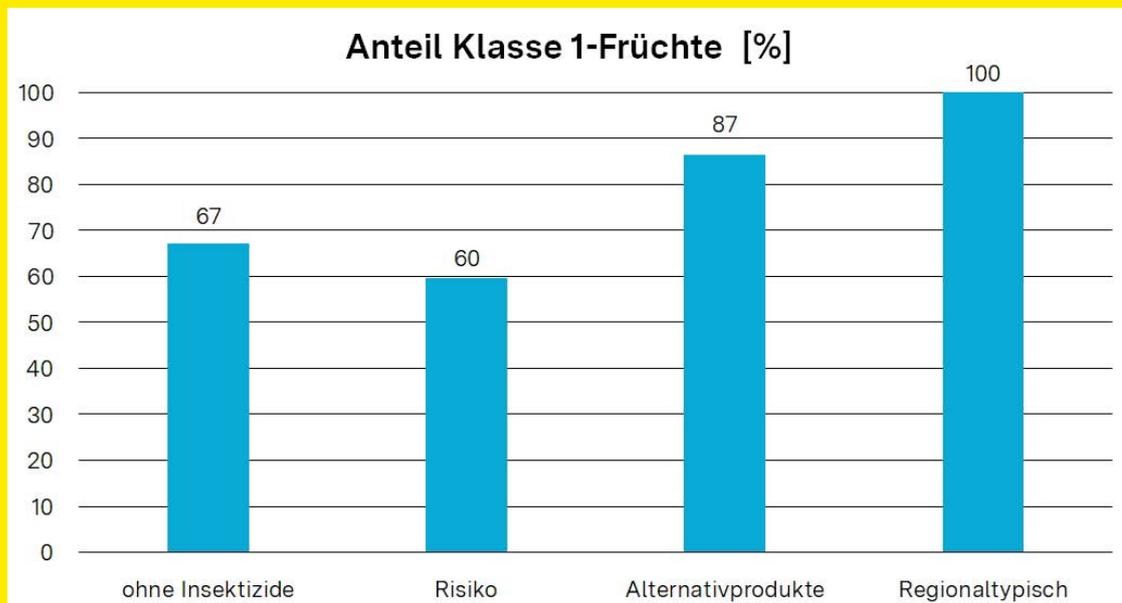


Abbildung 40: Anteil an Früchten der Klasse 1 bei verschiedenen Insektizidstrategien auf zwei Demonstrationsbetrieben im Jahr 2022 im Vergleich zur regionaltypischen Variante (in der Darstellung 100 %). Es zeigt sich, dass bei der risikoreicheren abwartenden Strategie sowie bei der Verwendung von Alternativprodukten (im Ökoanbau zugelassene Mittel) gewisse Minderwirkungen auftreten können, die sich unmittelbar auf den Anteil vermarktbarer Früchte auswirken.

### Reduktion der Aufwandmenge darf Resistenzgefahr nicht erhöhen

Einzelne Produkte, vornehmlich Fungizide, lassen eine Reduktion der Aufwandmenge in geringem Maße, abhängig von Witterung und Zeitpunkt, zu. Das zeigt die Erfahrung auf den Demonstrationbetrieben, sofern die Applikation unter optimalen Bedingungen erfolgen konnte. Hierbei sind die passende Düsenwahl, die optimale Einstellung der Sprühgeräte sowie der Applikationszeitpunkt (Vegetationsstadium, Witterung) entscheidende Faktoren. Dabei muss jedoch stets der Bildung von Resistenzen vorgebeugt werden. Je nach Jahr ließen sich hier gewisse Reduktionspotenziale herausarbeiten. Mittelfristig müssen Auswirkungen auf die Entwicklung des Ziel-Schaderregers, sowie auf bisher „mit-regulierte“ Schaderreger bewertet werden, die zunehmend wieder an Relevanz gewinnen und im Bio-Anbau bereits zum Teil bedeutsame Ausmaße angenommen haben.

Intensive Bestandsbeobachtungen sind auch Grundlage einer risikoreicheren Strategie, in der erst nach Überschreiten der Bekämpfungsrichtwerte eine Regulierung begonnen wird. Verstärkt werden natürliche Regulationsmechanismen integriert, Nützlingen wird mehr Zeit zum Aufbau einer ausreichenden Population gegeben. Zu beachten ist hier, dass diese ihrerseits zu Kalamitäten führen können (z. B. Marienkäfer) und der Schädlingspopulation naturgemäß oft hinterherhinken, sodass sich eine inakzeptabel starke Schädlingspopulation aufbauen kann. In der Folge kann eine „früh eingesparte Behandlung“ zu einem späteren Zeitpunkt bei ungünstigeren Bedingungen mit folglich geringerer Wirkung „nachgeholt“ werden müssen. Dies ist insofern kritisch, da durch Unterschreiten der Wartezeit bis zur Ernte u. U. die Rückstandshöchstgehalte nicht mehr eingehalten werden können, die vorgegebene Anzahl der Wirkstoffe überschritten werden kann, Witterungsverhältnisse und Vegetationszustand einer wirksamen Behandlung widersprechen und somit die Behandlungen erschweren oder gar unmöglich machen. Die Folge sind Qualitäts- und/oder Ertragseinbußen, die aus o.g. Gründen dringend vermieden werden müssen.

### 3.3.4 Anbau schorfwiderstandsfähiger Sorten

Weltweit werden neue Sorten gezüchtet, die verschiedene Resistenzeigenschaften gegenüber Krankheiten und weiteren biotischen/abiotischen Faktoren aufweisen. Unter Feldbedingungen zeigen sie eine gewisse (zumindest zeitweise) Widerstandsfähigkeit – zum Beispiel gegen den Apfelschorf. Damit kann eine deutliche Reduktion der Anwendung von Fungiziden einhergehen. Allerdings basiert die Züchtung auf monogenetischer Resistenz, die in den vergangenen Jahren bei einigen Sorten bereits durchbrochen worden ist (z. B. bei der Sorte Topaz). Auch kürzlich eingeführte, schorfwiderstandsfähige Sorten zeigen erste Schorfdurchbrüche. Ziel muss es daher sein, bei neuen Züchtungen die Widerstandsfähigkeit durch ein geeignetes, minimiertes angepasstes Pflanzenschutzprogramm möglichst lange zu erhalten.

Neben den Lagereigenschaften und der Vermeidung des Durchbruches der Resistenzen sind Krankheiten in der Regulierung zu berücksichtigen, die bisher für die integrierte Produktion eher unbedeutend waren, wie die Marssonina-Blattfallkrankheit oder die Regenfleckenkrankheit.

Um die Verbreitung von robusten Sorten weiter zu fördern, muss die Akzeptanz bei Handel und Verbraucher gesteigert werden, um einen ausreichenden Absatz der Früchte zu gewährleisten.

Laufende Züchtungsprogramme resistenter Sorten müssen verstetigt und wo möglich ausgeweitet werden, um auf Robustheit gegen Krankheiten, Schaderreger und klimatische Bedingungen zu reagieren, die bisher nicht oder nicht ausreichend betrachtet worden sind. Ferner muss auf allen Ebenen zu deren Verbreitung beigetragen werden.

### 3.3.5 Beikrautregulierung

Beikräuter in Obstanlagen können bei dichten Beständen Mäusen Unterschlupf vor natürlichen Fraßfeinden bieten, sind teilweise Nährstoff- und Wasserkonkurrenz zu den Kulturpflanzen und bieten kleinklimatische Nachteile im Krankheitsverlauf der Kulturpflanzen. Dabei begrenzt sich der behan-



Mechanische Unkrautregulierung in einer Apfelanlage

Foto: Jörg Jenrich/LTZ

delte Bereich auf die Fläche unter den Bäumen (Unterstockbereich).

Mechanische Alternativen werden bereits erfolgreich in einigen integriert wirtschaftenden Betrieben und im Ökolandbau eingesetzt und zunehmend diskutiert. Sie sind allerdings aufgrund der damit verbundenen deutlich höheren Kosten entsprechend zu bewerten. Im direkten Vergleich werden ca. um den Faktor zehn höhere Kosten bei der mechanischen Regulierung im Vergleich zu herbiziden Maßnahmen veranschlagt. Die hohen Kosten ergeben sich insbesondere durch häufigere Überfahrten, wesentlich höhere Anschaffungs- und Unterhaltskosten der Maschinen, sowie nicht zuletzt durch den Einsatz der Handhacke.

Mittelfristig kann mit erhöhtem maschinellem und personellem Aufwand ein gewisser Teil der Herbizide eingespart werden. Speziell der Bereich um den Stamm wird aktuell maschinell noch nicht ausreichend von Unkraut befreit, sodass hier von Hand nachgearbeitet werden muss, wenn auf Herbizide verzichtet werden soll. Eine gezielte Applikation von Herbiziden auf diesen Bereich in Kombination mit maschineller Beikrautregulierung könnte eine Lösung sein, die aktuell noch nicht praxisreif ist und weiterer Forschung bedarf.

Bei der Anwendung mechanischer Verfahren sind neben der Wirtschaftlichkeit noch einige weitere

Fragen zu klären. Hierzu zählen mögliche Auswirkungen auf bodenbrütende Nützlinge wie den Ohrwurm oder Sandbienen sowie in der Nahrungskette folgende Tiere, die sich u. a. von diesen Insekten ernähren – beispielsweise Singvögel.

Wuchsdepression, Mineralisation sowie vermehrte Baumausfälle durch mechanische Schädigungen und häufigere Überfahrten, sind in diesem Kontext ebenfalls nicht zu vernachlässigen und in die Gesamtbewertung zu integrieren.

### 3.4 Reduktionsstrategien im Weinbau

Als Dauerkultur mit jahrzehntelanger Standortbindung nach der Anlage eines Weinbergs, aber auch aufgrund der durch den Weintourismus engen Verbindung zum Verbraucher und entsprechender Erwartungshaltung kommt dem Weinbau bei der Pflanzenschutzmittelreduktion ähnlich wie dem Obstbau eine Sonderrolle zu.

Auch hier orientieren sich die Maßnahmen zur Reduktion am integrierten Pflanzenschutz, worin viele Möglichkeiten beschrieben und auch schon großflächig umgesetzt sind. So kann der Weinbau aufgrund alternativer Maßnahmen beispielsweise bereits weitestgehend auf Insektizide verzichten,

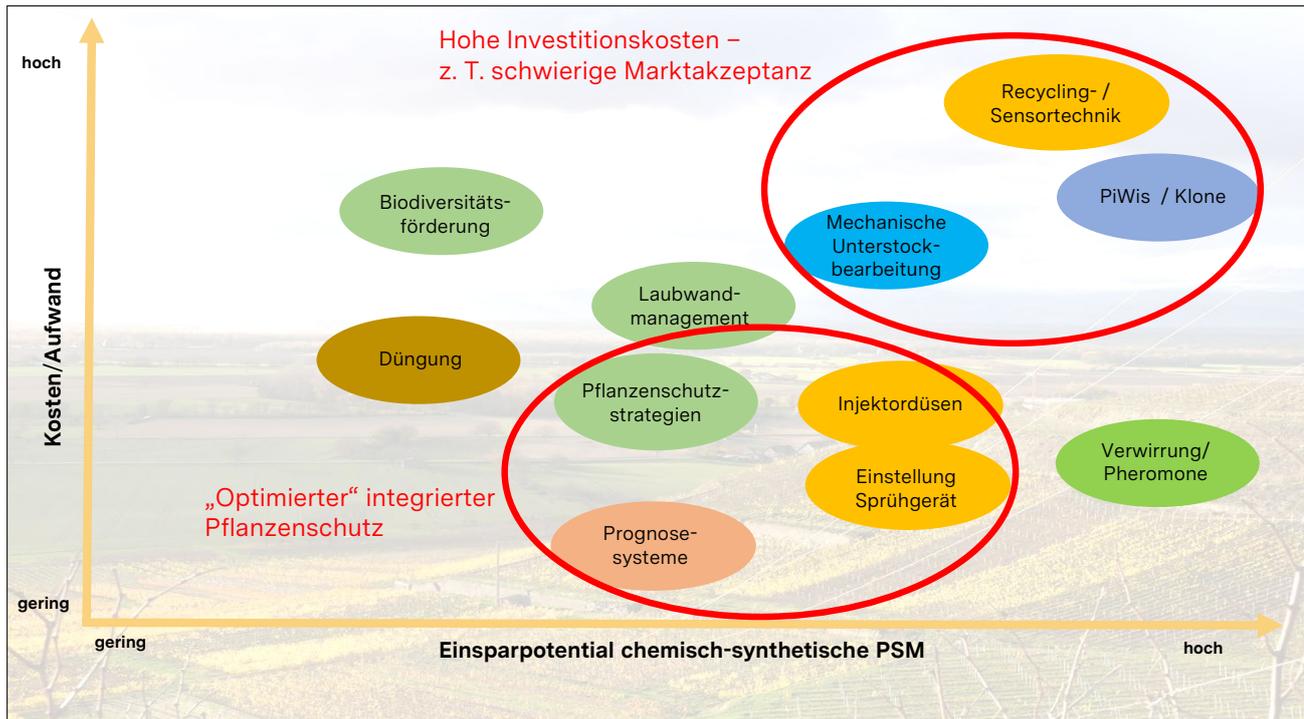


Abbildung 41: Überblick über Reduktionsmaßnahmen im Weinbau.

wie das BW-Betriebsmessnetz zeigt. Die ausgebrachten Mittel konzentrieren sich insbesondere auf fungizide und zu einem weiteren Teil auf herbizide Wirkstoffe, für die die Demonstrationsbetriebe eine Vielzahl an Reduktionsmöglichkeiten erproben.

allein in der empfindlichen Blütezeit notwendig. Da eine Etablierung von PiWis mehrere Jahre dauert, werden auf den Demonstrationsbetrieben langfristig PiWi-Sorten angepflanzt und in ihrer Bewirtschaftung und Verarbeitung betrachtet.

### 3.4.1 Weiterentwicklung von Anbausystemen

#### Sortenwahl

Ein zentraler Baustein für eine langfristige Reduktion von Fungiziden ist die Pflanzung von angepassten resistenten beziehungsweise widerstandsfähigen Sorten. Die Forschungsergebnisse aus der Rebzüchtung brachten in den vergangenen Jahren vielversprechende Neuzüchtungen resistenter Reben. Hieran sind das Weinbauinstitut Freiburg sowie die Lehr- und Versuchsanstalt Weinberg maßgeblich beteiligt. Durch Resistenzgene gegen die Haupt-Schaderreger Echter und Falscher Mehltau lassen sich mit Hilfe von Pilzwiderstandsfähigen Rebsorten („PiWis“) die Pflanzenschutzbehandlungen auf ein Minimum reduzieren. Damit die Resistenzen der Pflanzen langfristig erhalten bleiben (und um die Gefahr von „Resistenzbrüchen“ zu vermeiden), sind aber auch hier Applikationen, vor

#### Kürzere Laubwand sorgt für geringeren Fungizidbedarf

Ebenso wie Versuche des Staatlichen Weinbauinstituts Freiburg (WBI) haben Demonstrationsversuche gezeigt, dass eine Reduktion der Laubwand von 1,20 m um 30 % auf 0,90 m zu einer geringeren mit Fungiziden zu behandelnden Laubwandfläche führen, vorausgesetzt, die Aufwandmenge wird an die Laubwandfläche angepasst. Dabei waren keine oder kaum Qualitätsunterschiede feststellbar. Auch mit einer kleineren Laubwand erreichten die Anlagen eine ausreichende Photosynthese-Leistung. Mit verkürzter Laubwand kam es zu einer verzögerten Reife der Trauben und somit einem späteren Erntetermin, was angesichts des voranschreitenden Klimawandels jedoch auch positiv zu bewerten ist. Eine Anpassung der Laubwandhöhe in bestehenden Beständen ist je nach Erziehungssystem (Drahtrahmen) jedoch mit einem einmaligen deutlichen Mehraufwand verbunden.

## Anlagengestaltung – Verkürzte Laubwandfläche

Die Laubwand ist für die Trauben der wichtigste Teil des Weinberges und auch Hauptfläche der Pflanzenschutzaktivitäten des Winzers: Ein gesunde Laubwand sorgt für sicheren Ertrag. Auf Grund verschiedenster Weinbaulagen in Baden-Württemberg gibt es unterschiedliche Aufbauformen der Laubwand. Je nach Klima und Wasserverfügbarkeit sind vor allem die Laubwandhöhen unterschiedlich angelegt. Die aufgrund des Klimawandels neu geschaffenen Bedingungen fordern auch ein Umdenken in der Laubwandgestaltung.

### 3.4.2 Prognosesystem im Weinbau

Der Weinbau in Baden-Württemberg wird unterstützt durch das Prognosesystem VitiMeteo. Durch tagesaktuelle Daten von Wetterstationen können Prognosen für eine Vielzahl für den Weinbau relevanter Schaderreger dargestellt werden. Diese dienen dem Winzer als relevante Entscheidungshilfen, um einen zielgerichteten, optimierten Pflanzenschutz durchzuführen.

Ergänzend dazu wird mit Hilfe von VitiMonitoring der aktuelle Befall der wichtigsten Schaderreger überwacht und mit Hilfe einer Übersichtskarte visualisiert.

Zusätzliche Neuerungen wie ein Wirkdauertool, bei dem unter Berücksichtigung von Klima und Phänologie der maximal Spritzabstand für Fungizide errechnet wird, ein Behandlungstagebuch sowie sechs Phänologiekameras, die verteilt über Baden-Württemberg den aktuellen Zuwachs live verfolgen, bieten dem Winzer weitere Tools zur Optimierung des eigenen Pflanzenschutzes.

### 3.4.3 Integration von biologischen Pflanzenschutzmitteln

Da die klassischen Rebsorten in Baden-Württemberg für die Hauptschaderreger Echter und Falscher Mehltau je nach Witterung sehr anfällig sind, sind im Schnitt acht bis zehn Fungizidbehandlungen im Jahr notwendig. Abhängig vom Entwicklungsstadium ist die Anfälligkeit der Pflanzen für Schadpilze verschieden. Vom Blühbeginn

## Biologische Alternativen und Anpassung der behandelten Zone

Seit 2021 wird auf den Demonstrationsbetrieben der Einsatz von biologischen Mitteln vor allem in den abschließenden Behandlungen erprobt. Erste Untersuchungen zeigen vielversprechende Reduktionsergebnisse von ca. 20 % chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel (bei zehn Behandlungen im Jahr) ohne Einbußen in Qualität und Ertrag. Grundvoraussetzung für den Erfolg von biologischen Varianten sind gesunde Bestände. Ein starker Vorbefall oder hoher Injektionsdruck reduziert die Wirksamkeit und Wirkdauer der biologischen Mittel deutlich.

Ein weiteres Reduktionspotenzial bietet bei dem oder den letzten Behandlungsterminen der Saison insbesondere in trockenen Jahren die Behandlung lediglich des oberen Laubwandbereichs, da im unteren Bereich (Traubenzone) die Beeren während der Reifephase weniger anfällig gegen Mehltau sind.

bis hin zur Reife sind die Gescheine am anfälligsten und benötigen potente Pflanzenschutzmittel zur Gesunderhaltung und Ertragssicherung. Außerhalb dieser Periode lassen sich die etwas wirkungsschwächeren biologischen Mittel als Alternative zu den chemisch-synthetischen einsetzen. Hauptsächlich sind dies Schwefel- und Kupferpräparate, aber auch Neuentwicklungen mit Bacillus-Präparaten oder Trichoderma-Pilze finden Anwendung.

### 3.4.4 Optimierung der Applikationstechnik

Die Applikationstechnik bietet ein äußerst großes Potential, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren. Allein mit der Applikationstechnik lässt sich im Fungizidbereich witterungsabhängig in allen Jahren eine konstante Reduktion erreichen. Ziel ist es, die Anlagerung der eingesetzten Pflanzenschutzmittel auf Blatt und Traube so optimal wie möglich zu gestalten und die Abdrift auf nicht Kontaktflächen zu minimieren.



Applikationsworkshop in Neckarwestheim  
Foto: Julian Zachmann/LTZ

### Applikationsworkshop für die Praktiker

Eine kostengünstige und effektive Maßnahme ist die Umrüstung auf (abdriftarme) Injektordüsen und die optimale Einstellung des Sprühgeräts. Für Weinbaubetriebe mit Flächen in Schutzgebieten gehört dies zu einer Pflichtmaßnahme der landesspezifischen Vorgaben zum integrierten Pflanzenschutz (IPsplus). Um die Betriebe bei dieser Maßnahme zu unterstützen, werden zusammen mit dem LTZ-Sachgebiet „Applikationstechnik“ auf den Demonstrationsbetrieben Applikationsworkshops angeboten. Mit einem korrekt eingestellten Sprühgerät lassen sich die Sprühverluste deutlich reduzieren.

### Spritzcomputer gerade in kleinstrukturierten Lagen hilfreich

Die Demonstrationsbetriebe erproben verschiedene Geräte auf ihre Praxistauglichkeit und deren Reduktionspotential. Durch die sehr unterschiedlichen Landschaftsstrukturen und Lagen einzelner Weinberge in Baden-Württemberg lässt sich durch die digital unterstützte Applikation eine Reduktion der ausgebrachten Menge realisieren. Je ungleichmäßiger die Anlagen sind (Spitzzeilen und Fehlstöcke), desto höher ist das Einsparungspotential der Technik.

### Moderne Technik zur Überwachung der Applikationsmenge

Sogenannte Spritzcomputer helfen dem Winzer, die applizierte Pflanzenschutzmenge zu überwachen und exakt einzustellen. Da für eine korrekte Applikation viele Faktoren zu berücksichtigen sind, ist eine technische Unterstützung hilfreich. Die Ausbringungsmenge auf die Zielfläche ist abhängig von den eingesetzten Düsen, dem Sprühdruck und der Fahrgeschwindigkeit sowie der Gebläsetechnik. Mit Hilfe eines Spritzcomputers lassen sich der variable Sprühdruck und die Fahrgeschwindigkeit optimal anpassen und es wird stets die korrekte Menge auf

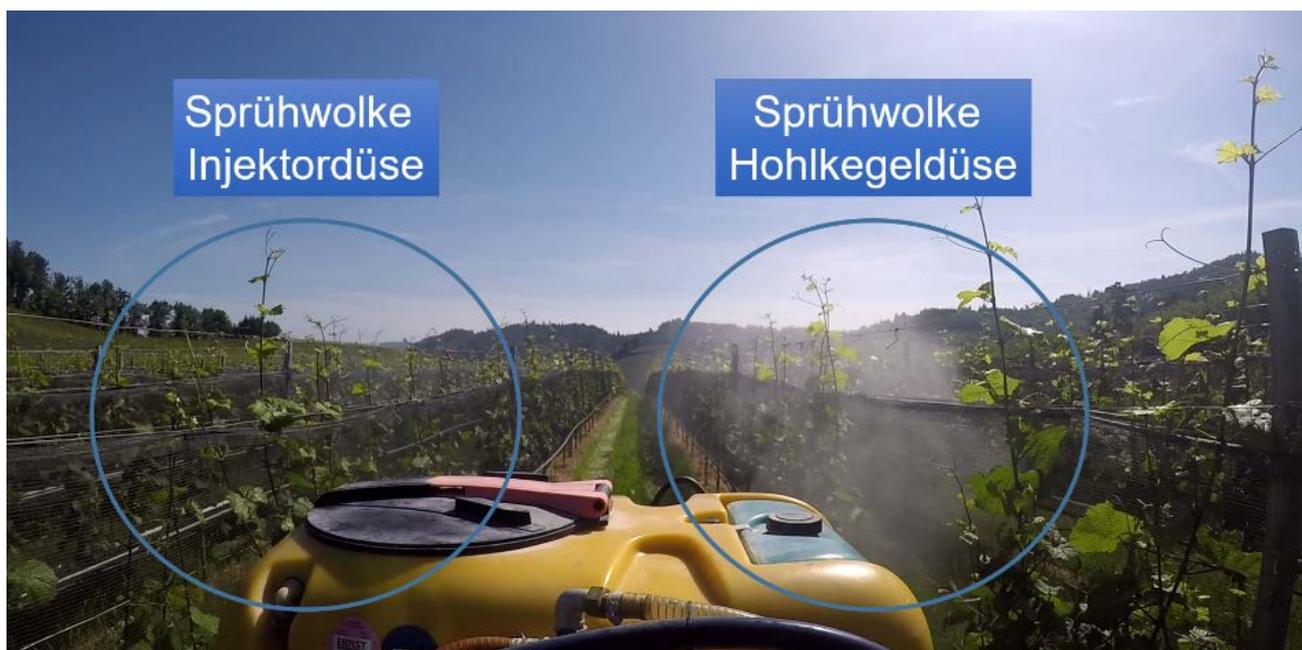


Abbildung 42: Vergleich des Einsatzes von Injektordüsen (links) und Hohlkegeldüsen (rechts). Die Sprühwolke auf der Seite der Hohlkegeldüse lässt auf eine deutlich höhere Abdrift schließen.  
Foto: Markus Ullrich /LTZ

die Reben appliziert. Diese Technik lässt sich durch weitere Sensoren erweitern, die das Sprühgerät automatisch aus- und wieder einschalten, wenn Lücken im Bestand oder Reihenenden erkannt werden.

### Recyclingtechnik

Das technisch größte Reduktionpotential bietet die sogenannte Recyclingtechnik. Die Applikation findet in einem Tunnelsystem statt, bei dem die überschüssige Flüssigkeit wieder aufgefangen und zurückgewonnen wird. Je nach Laubwanddichte entstehen somit im Schnitt Recyclingraten von 30–40 %.

Da diese Pflanzenschutzgeräte technisch sehr komplex sind, stellen sie hohe Anforderungen an die Betriebsstruktur und den Anwender.

### Recyclingtechnik bringt 40 % Reduktionspotenzial – jedoch nicht überall einsetzbar

Auf den Demonstrationsbetrieben wurden zwei Recyclinggeräte testweise im Praxisbetrieb getestet: ein Nachläufer mit 600 Litern Tankvolumen für flachere Lagen und ein spezielles Leichtbau-Aufsattelgerät mit 200 Litern für steile Lagen. Durch das deutlich größere Format und Mehrgewicht im Vergleich zu einem herkömmlichen Weinbausprühgerät stellt die Recyclingtechnik spezielle Anforderungen an die Struktur der Weinbergsanlagen (maximale Hangneigung, ausreichend großes Vorgewende) als auch an das Zugfahrzeug. Die ersten Einsätze zeigten, dass ein herkömmliches Sprühgerät nicht einfach mit einem Recyclinggerät ersetzt werden kann. Das Recyclinggerät benötigt geeignete Anlagen ebenso wie Erfahrung beim Anwender. Die zusätzlich verbaute Technik erhöht die Anfälligkeit eines Defektes durch Bedienungs- und Fahrfehler. Lassen sich die Rebanlagen im Betrieb einfach an den Einsatz eines Recyclinggerätes anpassen, kann dort das enorme Reduktionspotential der Geräte ausgeschöpft werden. Ein Demonstrationsbetrieb hat ein Recyclinggerät bereits betriebsüblich im Einsatz.

### 3.4.5 Reduktion von Herbiziden

Herbizidbehandlungen sind im Weinbau fast ausschließlich auf den Unterstockbereich, also auf etwa ein Viertel der Fläche, konzentriert. In diesem sensiblen Bereich können Beikräuter zur Konkurrenz für die Rebe um Wasser und Nährstoffe werden, aber auch für einen erhöhten Krankheitsdruck (weniger Durchlüftung) und Verunreinigung des Ernteguts führen.

#### Mechanische Unkrautregulierung

Die Geräte zur mechanischen Beikrautkontrolle lassen sich gliedern in Geräte, die den Boden bearbeiten (Flachschar, Kreiselegge, Fräse, Rollhacke, Scheibenpflug oder Fingerhacke) und in Geräte, die nur oberflächlich das Beikraut entfernen (Unterstockmulcher, Bürstengeräte).

In beiden Gruppen gibt es Gerätevarianten, die parallel zur Rebzeile laufen oder in den Unterstockbereich einschwenken können. Im Vergleich zur Herbizidbehandlung sind die mechanischen Varianten deutlich kostspieliger. In der Praxis werden daher meistens mehrere Geräte kombiniert um die Anzahl der Überfahrten im Weinbau zu reduzieren.

Neuere Entwicklungen arbeiten mit Hochvolttechnik, Heißwasserdampf oder einem Hochdruckwasserstrahl, werden aber auf Grund hoher Anschaffungskosten in Baden-Württemberg aktuell noch wenig eingesetzt. Eine vielversprechende, aber noch in der Entwicklung befindliche Möglichkeit ist eine biologisch abbaubare Mulchschicht, die auf den Unterstockbereich gesprüht wird, wo sie geliert und aushärtet. Die feste Schicht bildet somit eine physikalische Barriere, welche das Keimen und Wachstum von Unkräutern einschränkt. Eine praxisreife Lösung wird in den nächsten Jahren erwartet.

#### Einsatz von gezielten Begrünungen

Eine Alternative zur chemischen Beikrautregulierung und zur direkten Förderung der Biodiversität ist der gezielte Einsatz von Einzelpflanzen oder Saatmischungen. Ziel dieser Methode ist es, den Bereich unter der Weinrebe mit kleinwüchsigen,

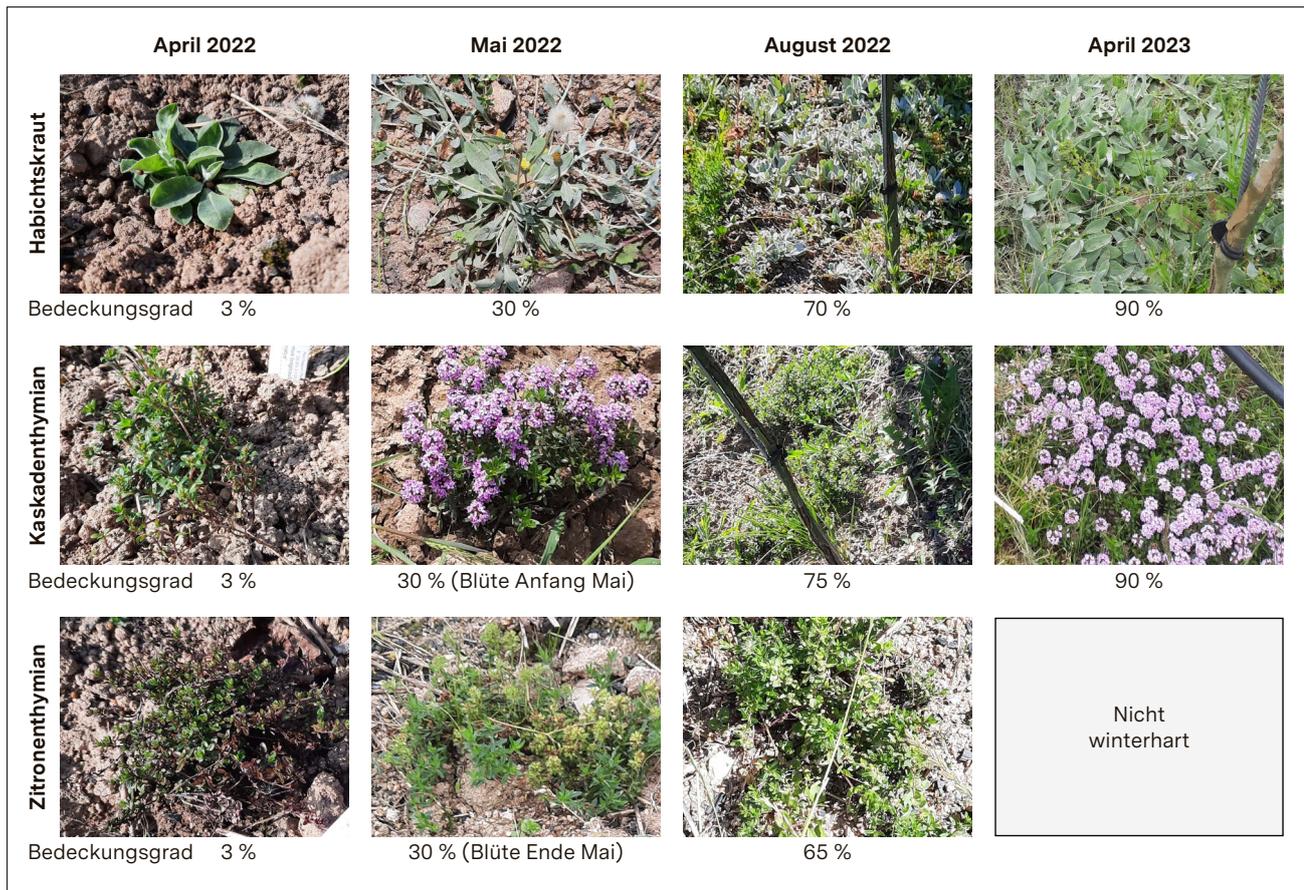


Abbildung 43: Vergleich des Bedeckungsgrades von Unterstockpflanzen

Fotos: Markus Ullrich/LTZ

bodendeckende Pflanzen zu besiedeln, welche keine Konkurrenz zur Weinrebe darstellen. Die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe muss so gering wie möglich gehalten werden.

### Trotz Aufwand bei Anlagen sind Unterstockbegrünungen vielversprechend

Auf zwei Demonstrationsbetrieben werden neben einer speziellen Unterstocksaa tmischung auch die Pflanzung von Thymian und Habichtskraut im Steilhang erprobt. Vor allem für nicht oder kritisch direktzugfähige Lagen sind die Begrünungen eine adäquate Alternative zum Herbizideinsatz. In den Demonstrationsversuchen hatte die Pflanzung von Jungpflanzen gegenüber der Aussaat der Mischungen bei der Etablierung deutliche Vorteile, da der Konkurrenzdruck durch die angrenzenden Begrünungen sehr hoch ist.

Die Vorbereitung eines gleichmäßigen Pflanzbettes stellte sich als herausfordernd dar, außer-

dem musste die Begrünung in trockenen Jahren bewässert werden. Jedoch zeigten insbesondere trockenheitstolerante, niedrigwachsende Arten (z. B. Habichtskraut, Kaskadenthymian) nach ihrer Etablierung eine vielversprechende Unkrautunterdrückung. Bei komplett geschlossener Pflanzendecke ist ein Durchwuchs von Gräsern nur noch selten sichtbar. Der anfänglich hohe Zeitaufwand durch die Pflanzung reduziert sich im Laufe der Jahre gegen Null. Lediglich stark dominante Kräuter wie Disteln wurden händisch entfernt.

### 3.5 Reduktionsstrategien im Gemüsebau

Seit dem Frühjahr 2023 sind im Rahmen eines Projekts auch drei Gemüsebaubetriebe Teil des „Demonstrationsbetriebsnetzwerks Pflanzenschutzmittelreduktion“. Da zum Berichtszeitraum erst ein Demonstrationsversuchsjahr abgeschlossen ist, können hier zunächst erst Tendenzen berichtet werden, die in den folgenden Versuchsjahren weiter validiert werden sollen. Der Gemüsebau zeichnet sich in Baden-Württemberg durch eine breite Vielfalt und gleichzeitig beträchtliche Wertschöpfung aus. Einerseits stellen die Verbraucher ebenso wie der Handel hohe qualitative Ansprüche an Lebensmittel, die nicht mehr intensiv weiterverarbeitet werden, gleichzeitig ist hier der gesellschaftliche Wunsch nach einer möglichst geringen Intensität des Pflanzenschutzmitteleinsatzes hoch. Dabei spielt gerade im Anbau von Kulturen mit hohem Deckungsbeitrag die Risikoabsicherung eine wichtige Rolle.

Im Netzwerk werden für die flächenbezogen wichtigsten Gemüsebaukulturen (unter anderem Spargel, Zuckermais, Kohl und Salate) praxistaug-

#### Kulturschutznetze erfordern Erfahrung

In Demonstrationsversuchen mit Kulturschutznetzen wurde auf sämtliche Insektizidbehandlungen ab der Pflanzung verzichtet, allerdings zeigte sich ein geringer Wirkungsgrad der Netze im Vergleich zu den betriebsüblichen Varianten. Qualitätseinbußen und eine eingeschränkte Vermarktungsfähigkeit waren die Folge. Der Grund für die Qualitätseinbußen lag vermutlich in der im ersten Jahr mangelnden Integration der Maßnahme in die Betriebsabläufe. So wurde etwa im Wirsing erst sechs Wochen nach Pflanzung das Kulturschutznetz aufgelegt. Hier zeigt sich, dass bestimmte Maßnahmen erst dann ihren vollen Wirkungsgrad entfalten können, wenn sie in den Betriebsablauf integriert sind. Eine Wiederholung der Versuche über mehrere Jahre ist die Voraussetzung, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.

liche Reduktionsmaßnahmen erarbeitet, um einen vielseitigen Werkzeugkasten für die Produzenten zu generieren. Durch die Vielfalt an Anbausystemen, Produktionsverfahren und Produktionszielen sind hier umso mehr individuelle Konzepte gefragt. Dennoch lassen sich für einige Verfahren auch betriebsübergreifend Reduktionskonzepte erarbeiten.

In den Demonstrationsversuchen liegen die Schwerpunkte einerseits auf dem konsequenten integrierten Pflanzenschutz mit vorbeugenden Maßnahmen und alternativen Strategien. Andererseits kommen ein intensives Monitoring zur Schädlings- und Krankheitskontrolle mithilfe spezifischer Pheromonfallen, aber digitalen Hilfsmittel zum Einsatz. Zu den vorbeugenden Maßnahmen gehören außerdem die Einarbeitung von Ernteresten und eine möglichst weite Fruchtfolge, aber auch eine Anpassung der Bewässerung und Düngung.

#### Prognosemodelle zur Optimierung der Fungizid-Strategie in Spargel

In wüchsigen Spargelbeständen droht bei feuchtwarmer Witterung der Befall des Spargellaubes mit dem pilzlichen Schaderreger *Stemphylium vesicarium*. Diese Pilzkrankheit kann unter extremen Befallsbedingungen die Ertragsleistung sowie die Lebensdauer einer Spargelanlage beeinträchtigen, weshalb ein präventiver Schutz vonnöten ist. Durch Einsatz des neuen ISIP-Prognosesystems SIMSTEM (Infektionswahrscheinlichkeit der Spargellaubkrankheit) konnte der Fungizideinsatz in mehrjährigen Versuchsjahren durch einen späteren Applikationsbeginn und eine optimale Terminierung von Folgebehandlungen je nach Witterung um 10 bis 50 Prozent gegenüber der betriebsüblichen Variante reduziert werden. Gleichzeitig konnte durch Zugabe von Haftmitteln und damit längeren Wirkdauern die einzelnen Fungizid-Aufwandsmengen leicht reduziert werden. Neben visueller Bonitur erfolgte die Auswertung auch mithilfe von Drohnenbildern – ein Projekt der Universität Hohenheim beschäftigt sich mit drohnen-basierten Methoden zur Erfassung von Pflanzenkrankheiten im Gemüsebau.



Feldtag zum Thema Spot-Spraying

Foto: Julian Zachmann/LTZ

Die Wahl toleranter und resistenter Sorten kann zur Reduktion von Fungiziden und Insektiziden beitragen, sofern entsprechendes Pflanzgut verfügbar ist und die Sorten in die Vermarktung passen.

Der Einsatz von Kulturschutznetzen zur Schädlingsabwehr und unterschiedliche Mulchverfahren zur Beikrautkontrolle stehen ebenso im Zentrum der Demonstrationsversuche wie der Einsatz alternativer Pflanzenschutzmittel und die Nutzung von Prognosesystemen (z. B. SIMSTEM zur Stemphyliumkontrolle im Spargel).

Zur Einsparung von Herbiziden werden mit dem Ziel einer kombinierten oder rein mechanischen Unkrautkontrolle neben Bandbehandlungen der Einsatz kameragesteuerter Hacksysteme erprobt. Aufgrund der hohen Deckungsbeiträge könnten Anschaffungen solcher Systeme im Vergleich zum Ackerbau im Gemüsebau wirtschaftlicher dargestellt werden – gleichzeitig sind die Gemüsekulturen anfälliger für Ertragsminderungen durch etwaige Restverunkrautung oder durch mechanische Beschädigungen. Außerdem stehen gerade in niederschlagsreichen Jahren nur sehr begrenzte Einsatzzeitpunkte zur Verfügung.

Die Präzisionsfeldspritze ARA der Schweizer Firma ecorobotix kann dank hochauflösender Kameras und einer Bilderkennungssoftware Unkräuter von Kulturpflanzen (hier: Salat) unterscheiden. Bei Überfahrtsgeschwindigkeiten von bis zu 7 km/h

### Großes Reduktionspotential durch Spot-Spraying in Gemüsekulturen

Vielversprechende Ergebnisse zur Herbizideinsparung zeigen ähnlich wie im Ackerbau auch Spot-Spraying-Verfahren, die besonders bei nesterweise Verunkrautung hohe Reduktionsgrade ermöglichen (bei geringem, nesterweisen Unkrautdruck bis zu 95 Prozent). Neben einem Unkrautmonitoring per Drohne mithilfe entsprechender Dienstleister und Erstellen einer Applikationskarte vor der Applikation (Offline-Verfahren) gibt es mittlerweile technische Verfahren zur Unkrauterkenkung mithilfe von Kameras am Spritzgestänge (Online-Verfahren). Solche Verfahren bieten sich beispielsweise zur Beikrautregulierung in Zuckermais gut an.



Abbildung 44: Die Karte zeigt die Verunkrautung in einem Zuckermais-Bestand, in dem durch das Erstellen einer Applikationskarte auf einem Demonstrationsbetrieb 56 % Herbizide eingespart werden konnten. Quelle: SAM-Dimension

## Biologisch abbaubare Mulchfolie muss ins Betriebskonzept passen

In einem Demonstrationsversuch konnten Herbizid-Applikationen in Eisbergsalat durch den Einsatz einer biologisch abbaubaren Mulchfolie reduziert werden. Solche Verfahren kommen prinzipiell auch für andere Gemüsebaukulturen in Frage.

Die Maßnahme erwies sich auf dem Standort als praxistauglich und effektiv zur alternativen Unkrautkontrolle. Bedingt durch die geringere Wasserverdunstung konnte zum Erntezeitpunkt in der Variante mit biologisch abbaubarer Mulchfolie zudem ein höheres Kopfgewicht als in der betriebsüblichen Variante erzielt werden. Lediglich hohe Anschaffungskosten für Spezialgeräte, die eingeschränkte Düngemöglichkeit und die langsame Abbaugeschwindigkeit der Mulchfolie stellen bei der praktischen Umsetzung noch eine Herausforderung dar.

werden nur einzelne der insgesamt 156 Düsen am Spritzbalken eingeschaltet, um gezielt die zu bekämpfenden Unkräuter zu behandeln. Die Technik ermöglicht dabei auch bei kleinsten Unkräutern noch Pflanzenschutzmittel einzusparen, da diese mit der minimalen Behandlungsfläche von 6 x 6 cm behandelt werden können, während der umliegende Boden ohne Unkrautbesatz unbehandelt bleibt. In Kulturen wie Zwiebel oder Karotten wird zudem das Risiko von Phytotox-Schäden an den Kulturpflanzen minimiert.

Voraussetzung für den Einsatz kameragesteuerter Hacksysteme oder einer Präzisionsfeldspritze mit hohen Investitionskosten ist jedoch eine entsprechend hohe Schlagkraft.

### 3.6 Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes

In dem neuen Naturschutzgesetz und Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz, das Mitte 2020 in Kraft getreten ist, wurde der Pflanzenschutz in Landschaftsschutzgebieten und Natura

2000-Gebieten sowie auf intensiv genutzten land- und fischereiwirtschaftlichen Flächen in Kern- und Pflegezonen von Biosphärengebieten, in gesetzlich geschützten Biotopen und bei Naturdenkmälern neu geregelt.

In diesen Schutzgebieten sind bei Anwendung von Pflanzenschutzmitteln Vorgaben einzuhalten, die über die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes (IPS) hinausgehen (§ 34 NatSchG und § 17c LLG). Diese landesspezifischen Vorgaben sind unter dem Begriff IPSplus bekannt. Ziel ist, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf das absolut notwendige Maß zu beschränken. Die Vorgaben gelten für den konventionellen wie ökologischen Anbau.

Die Vorgaben orientieren sich an den allgemeinen Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes der EU-Kommission, die in Anhang III der RL 2009/128/EG beschrieben sind. Auf Basis dieser allgemeinen Grundsätze haben Arbeitsgruppen der Landwirtschaftsverwaltung konkrete Maßnahmen für die Sektoren Ackerbau, Obstbau, Weinbau, Gemüsebau und Hopfenanbau beschrieben, die die landwirtschaftliche Praxis als zusätzliche landesspezifischen Vorgaben in Baden-Württemberg umsetzen muss. Die Umsetzung ist von den Betrieben zu dokumentieren und wird seit 2023 im Fachrecht kontrolliert.

Die Dokumentation ist in den gesetzlich vorgeschriebenen Aufzeichnungen zur Pflanzenschutzmittelanwendung bzw. Schlagkarteien vorzunehmen und durch Erhebungstabellen und andere Nachweise zu ergänzen. Die Unterlagen sind wie die Aufzeichnungen zum Pflanzenschutzmitteleinsatz drei Jahre aufzubewahren. Für jeden Sektor wurden Pflichtmaßnahmen beschrieben, die verbindlich von den Betrieben auf allen Flächen in den o.g. Schutzgebieten einzuhalten sind. Weiterhin wurden Wahlmaßnahmen beschrieben, die nicht jeder Betrieb aufgrund seiner Betriebsstruktur erfüllen kann. Mindestens eine Wahlmaßnahme ist je Sektor und Betrieb auszuwählen und einzuhalten. Die Wahlmaßnahmen sind für die Entwicklung des integrierten Pflanzenschutzes richtungsweisend. Die Pflicht- und Wahlmaßnahmen werden regelmäßig aktualisiert und fortgeschrieben.



Automatische Pheromonfalle

Foto: Jonathan Wenz/LTZ

Maßnahmen, die gefördert werden oder gesetzlich vorgeschrieben sind, können keine Pflicht- oder Wahlmaßnahmen sein. In Kulturen, für die keine Maßnahmen beschrieben sind, müssen keine Maßnahmen eingehalten werden. Wenn die Betriebe Pflichtmaßnahmen nicht einhalten oder keine Wahlmaßnahme wählen können, ist Kontakt mit der amtlichen Beratung aufzunehmen.

Mit diesen Maßnahmen wird der integrierte Pflanzenschutz in Baden-Württemberg vorgegeben und erlaubt einen zielgerichteten und vor allem reduzierten Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln. Seither wurden die Erzeuger intensiv zu dieser Thematik geschult und breit informiert. Sektorspezifische Arbeitsgruppen aktualisieren diese Maßnahmen weiter und stellen damit die kontinuierliche Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes sicher.

Der integrierte Pflanzenschutz in Baden-Württemberg umfasst beispielsweise:

- Einhalten einer vielfältigen Fruchtfolge zur Vorbeugung vor überdauernden kulturspezifischen Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern; Wechsel zwischen Blattfrucht und Halmfrucht, Winterungen und Sommerungen
- Ansiedlung und Förderung von Nützlingen als natürliche Gegenspieler, z. B. durch Heckenpflanzungen oder Nisthilfen, Anlage von ein- und mehrjährigen Blümmischungen, Akzeptanz von Ruderalflächen

- Konsequentes Monitoring z. B. mit Gelbschalen oder Pheromonfallen, um frühzeitig eine Strategie zur Regulierung der Schadorganismen ableiten zu können
- Nutzung vorhandener Entscheidungshilfen und Prognosemodelle (z. B. ISIP, VitiMeteo, RIMpro) sowie der Informationen des amtlichen Warn-diensts
- Beachtung vorgegebener Schadschwellen bzw. Bekämpfungsrichtwerte, um angepasst an einem möglichen wirtschaftlichen Schaden keine unnötigen Pflanzenschutzmittel einzusetzen
- Bevorzugte Anwendung nützlingsschonender Pflanzenschutzmittel, soweit vorhanden. In den Broschüren des Pflanzenschutzdienstes sind die Pflanzenschutzmittel hinsichtlich ihrer Wirkung auf Nutzinsekten klassifiziert.
- Anlage von Spritzfenstern zur (rückblickenden) Beurteilung der Behandlungsnotwendigkeit
- Optimierung der Applikationstechnik, sodass kurzfristig hohe Abdriftminderungswerte erzielt werden können
- Bevorzugter Anbau resistenter bzw. toleranter Sorten, sofern Standort und Klima geeignet sind und eine Vermarktung sichergestellt ist

Gemeinsam mit den Fachexperten auf Bundes-ebene werden in Arbeitsgruppen die Richtlinien zum integrierten Anbau fortwährend überprüft und mit den neuen Erkenntnissen angepasst. Hierzu zählen u. a. die Bewertung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln und alternativer Verfahren auf Nützlinge. Ein stärkerer Einbezug von Nützlingen kann – mit dem entsprechenden Kontroll- und Überwachungsaufwand– zur weiteren Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln führen.

Zusätzlich werden auch die Vorgaben des Lebensmitteleinzelhandels berücksichtigt, die ein Spiegelbild der Verbraucher- und Konsumentenebene darstellen. Seit vielen Jahren werden beispielsweise gesonderte Pflanzenschutzprogramme in einzelnen Kulturen umgesetzt, um die Forderungen des

Lebensmitteleinzelhandels einhalten zu können. Durch einen offenen Dialog mit dem Lebensmittel-einzelhandel schafft das Land Baden-Württemberg hierzu einen transparenten Prozess, der diese Weiterentwicklung fördert.

### 3.7 Ökonomische Betrachtung, Hemmnisse und Anreize

Nach dreieinhalb Jahren Versuchsarbeit und Erfahrungsaustausch im „Demonstrationsbetriebsnetzwerk Pflanzenschutzmittelreduktion“ zeigen sich Demonstrationsbetriebe als wirksames Instrument bei der gemeinsamen Umsetzung der Reduktionsziele. Die konsequente Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes ist Grundlage und der erste Schritt zur Erreichung einer Pflanzenschutzmittelreduktion. Diese gestaltet sich als anspruchsvolle Aufgabe und erfordert ständige betriebsindividuelle Anpassungen an wechselnde Bedingungen. So vielfältig die Reduktionsmöglichkeiten sind, so individuell müssen auch die Maßnahmen auf jeden Betrieb abgestimmt werden. Ebenso wie der Standort hat das Wetter einen sehr entscheidenden Einfluss.

Tatsächliche Einsparungen haben Betriebe immer dann, wenn sie auf einzelne Behandlungen verzichten oder einen deutlichen Teil der ausgebrachten Menge an Pflanzenschutzmitteln einsparen können, beispielsweise bei teilflächenspezifischen Behandlungen. Im direkten Vergleich hat der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel meist eine ökonomische Vorzüglichkeit gegenüber alternativer, insbesondere mechanischer Maßnahmen.

Während Verfahren wie die Verwirrung von Schädlingen im Wein- und Obstbau mittels Pheromonen oder die Bekämpfung des Maiszünslers mit *Trichogramma* bereits großflächig umgesetzt werden, scheitern alternative Verfahren der Unkrautkontrolle wie Spot Spraying oder Bandbehandlung in Reinkulturen in der Regel an den erheblichen Investitionskosten. Auch Hack- und Striegeltechnik kann von integriert wirtschaftenden Betrieben nicht zusätzlich vorgehalten werden, da die Tech-

nik oft sehr kulturspezifisch ist und die Pflanzenschutzspritze nicht gänzlich ersetzen kann.

Eine zentrale Rolle kommt dabei der stetigen Weiterentwicklung bestehender Anreize und Förderungen, aber auch der weiteren Forschung und Beratung zu. Dies kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Weitere Züchtung und Marktetablierung von pilzwiderstandsfähigen Sorten im Wein-, Obst- und Getreidebau, welche die Anzahl der Fungizidbehandlungen beträchtlich senken – gleichzeitig Offenheit der Verbraucher für neue Sorten, insbesondere im Bereich der Sonderkulturen (Schorf-widerstandsfähige Äpfel, PiWi-Weine)
- Stärkung der unabhängigen Beratungsangebote, um die landwirtschaftliche Praxis flächendeckend bei der Umsetzung der Pflanzenschutzmittelreduktion zu unterstützen
- Ständige Weiterentwicklung und Verbesserung unabhängiger Prognose- und Entscheidungshilfesysteme durch weitere Forschung und Validierung
- Sensibilisierung des Handels und der Verbraucher für eine höhere Zahlungsbereitschaft für Produkte, die mit reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz erzeugt werden (z. B. durch Unterstützung regionaler Initiativen)
- Sensibilisierung der Verbraucher für die Akzeptanz reduzierender und alternativer Maßnahmen, z. B. Applikationen in den frühen Morgenstunden, erhöhter Maschineneinsatz und Arbeitsaufwand bei mechanischer Unkrautkontrolle
- Ständige Weiterentwicklung alternativer Techniken und Innovationen unter dem Gesichtspunkt praxistauglicher Einsatzmöglichkeiten (z. B. mechanische Unkrautkontrolle, Spot Spraying, Recyclingtechnik)
- Weiterentwicklung und Flexibilisierung von Fördermöglichkeiten, um den Mehraufwand bzw. Ertrags- und Qualitätsverluste alternativer Maßnahmen zu kompensieren.



## 4 Zusammenfassung

Landschaftliche Vielfalt am Oberrhein

Foto: Jörg Jenrich/LTZ

Die Landwirtschaft in Baden-Württemberg ist vielfältig gestaltet. Grünlandbewirtschaftung, Acker-, Wein-, Obst- und Gartenbau prägen das Landschaftsbild und tragen zur Versorgung der Bevölkerung mit gesunden, heimischen Lebensmitteln bei. Für die Erzeugung dieser Produkte müssen Maßnahmen zum Pflanzenschutz durchgeführt werden. Schädlinge, Krankheiten und Konkurrenzpflanzen können die gesunde Entwicklung der Kulturpflanzen gefährden und ganze Ernten vernichten oder wertlos machen. Unter Pflanzenschutz ist dabei nicht nur die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, sondern als ein umfassendes System aus direkten und indirekten Maßnahmen zu verstehen. Dies sind Vorsorgemaßnahmen, wie die Einhaltung einer Fruchtfolge, die Wahl widerstandsfähiger Sorten, eine angepasste Düngung, die Überwachung von relevanten Schaderregern und die Bevorzugung mechanischer oder biologischer Maßnahmen. Erst wenn diese Maßnahmen nicht ausreichen, wird die zielgerichtete Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zur Option. Dieses System wird als integrierter Pflanzenschutz bezeichnet, zu dessen Einhaltung die Landwirtschaft rechtlich verpflichtet ist. Baden-Württemberg war und ist Vorreiter in der Entwicklung des integrierten Pflanzenschutzes und hat einige vorbildliche und richtungsweisenden Verfahren in der landwirtschaftlichen und gärtne-

rischen Praxis etabliert. Dazu gehören die Anwendung des Nützlings *Trichogramma* (Schlupfwespe) im Maisanbau, die Pheromon-Verwirrungstechnik gegen Schädlinge im Obst- und Weinbau sowie die Entwicklung und Anwendung von Prognosemodellen zur standortspezifischen Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Unabhängig davon unterliegen alle Pflanzenschutzmittel einem strengen Zulassungssystem. Dieses stellt sicher, dass sowohl die Wirksamkeit gegeben ist, als auch schädliche Wirkungen auf Mensch und Tier sowie unannehmbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt ausgeschlossen sind. Die Anwendung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel wird von weiten Teilen der Öffentlichkeit als eine Ursache für den Verlust an Biodiversität gesehen. Ausgehend von der Initiative zu einem Volksbegehren hat die Landesregierung daher das Naturschutzgesetz (NatSchG) und das Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz (LLG) geändert und unter anderem vorgesehen, dass bis zum Jahr 2030 die angewendete Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel in den Bereichen Landwirtschaft, Wald, Haus- und Kleingarten, im Verkehrsbereich und im öffentlichen Grün um 40 bis 50 % gesenkt wird. Um die Erreichung dieses Ziels messen zu können, wird die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Hilfe eines Betriebsmessnetzes und weiteren qualifizierten Daten

berechnet und dem Landtag jährlich berichtet. Das Betriebsmessnetz liefert jetzt Daten für das dritte Messjahr, so dass für diesen vierten Bericht die Ergebnisse der Jahre 2016 bis 2022, plausibilisiert durch Marktforschungsdaten und ergänzt durch weitere Statistiken und vereinfachte Schätzungen vorgestellt werden. Die Auswertung wird jährlich fortgeschrieben.

Als Ausgangspunkt für die Zielerreichung wird wegen den witterungsbedingt jährlich auftretenden Schwankungen beim Pflanzenschutzinsatz der Mittelwert der Jahre 2016 bis 2019 festgelegt. Der verwendete Indikator ist die angewendete Menge chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. Nach den Betriebsmessnetzdaten liegt die in den zehn Erhebungskulturen der Landwirtschaft ausgebrachte Menge chemisch-synthetischer Wirkstoffe bei 1.872 t p.a. Hierbei stehen die Herbizide mit ca. 900 t an der Spitze, gefolgt von den Fungiziden mit durchschnittlich 800 t Wirkstoffen pro Jahr. Es folgen die Wachstumsregler mit ca. 80 t. Die Insektizide und Akarazide liegen weit unter 100 t, ebenso die Bakterizide, Molluskizide sowie die Repellents. Die Anwendungsmengen in den einzelnen Kulturen hängen von ihrem Flächenumfang und der kulturartspezifischen Pflanzenschutzintensität ab. Die Sonderkulturen Obst, Wein und Hopfen erfordern einen intensiveren Pflanzenschutz als die Ackerbaukulturen, haben jedoch einen geringeren Flächenumfang. Diese drei Dauerkulturen machen insgesamt sechs Prozent der vom Messnetz abgedeckten Fläche aus und tragen zusammen etwa 26 % der Wirkstoffmenge zum Gesamtergebnis bei. Für die nicht durch das Messnetz erfassten Kulturen liegen vereinfachte Schätzungen vor, die nicht jährlich angepasst werden. Auf Grünland werden danach 5 t, im Gartenbau 90 t, im Obstbau (ohne Apfel) und Baumschulen 84 t, in Triticale und Hafer zusammen 52 t und in Hülsenfrüchten zur Körnergewinnung 24 t chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe angewendet. Eine weitere Anwendung liegt bei 60 t Herbiziden für die Behandlung von winterharten Zwischenfrüchten im Frühjahr vor der Bestellung von Sommerungen. In Summe erhöhen sich die Wirkstoffmengen im landwirtschaftlichen Bereich also weitere 315 t pro Jahr.

Im Forst wurden im Jahr 2022 nur sehr geringe Mengen an Pflanzenschutzmitteln ausgebracht, in Summe knapp 0,4 t. Bei der Deutschen Bahn ergab die Hochrechnung für das Jahr 2022 eine Ausbringung herbizider Wirkstoffe auf dem Gleiskörper im Land von rund 0,4 t. Die Ausbringung chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Haus- und Kleingärten wurde abgeleitet aus Bundesstatistiken und betrug im Jahr 2022 28 Tonnen im Land. Im öffentlichen Grün werden geschätzt 2 t Pflanzenschutzmittelwirkstoffe angewendet.

In Baden-Württemberg wurden nach den Ergebnissen des Betriebsmessnetzes sowie weiteren Schätzungen und Erhebungen im Mittel der Jahre 2016 bis 2019 2.223 t chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe ausgebracht. Diese setzen sich zusammen aus 1.872 t in den zehn Messnetzskulturen, 315 t in den restlichen landwirtschaftlichen Kulturen sowie 36 t in den nicht-landwirtschaftlichen Bereichen. Die Gesamtmenge von 2.223 t stellt die Baseline zur Ermittlung der Pflanzenschutzmittelreduktion dar. Im Jahr 2020 betrug die ausgebrachte Menge 2.023 t (1.681 t zzgl. 315 t und 27 t). Das bedeutet einen Rückgang um 9 %. Im Jahr 2021 betrug die ausgebrachte Menge 2.112 t (1.767 t zzgl. 315 t und 30 t). Das bedeutet einen Rückgang um 5 %. Im Jahr 2022 betrug die ausgebrachte Menge 1.938 t (1.592 t zzgl. 315 t und 31 t). Das bedeutet einen Rückgang um 13 %. Die Ergebnisse der Marktforschungsdaten bestätigen den Trend, den die landeseigenen Erhebungen abbilden.

Das Ergebnis der ersten externen Evaluierung durch das Institut für Ländliche Strukturforchung e.V. (Ifls) im Jahr 2023 fiel insgesamt positiv aus. Das Ziel der Pflanzenschutzmittelreduktion um 40 % bis 50 % sei ambitioniert. Eine Reduktion der eingesetzten Pflanzenschutzmittelmengen sei möglich, auch wenn nicht sicher prognostizierbar sei, dass die gesteckten Ziele erreicht werden.

Auf den integriert bewirtschafteten Flächen ist die Ausschöpfung aller Reduktionspotentiale erforderlich, um das Reduktionsziel zu erreichen. Dazu gehört vor allem die Stärkung des Wissenstransfers und der Informationsvermittlung zu bewährten



Besichtigung eines Demonstrationsbetriebs durch Minister Peter Hauk MdL

Foto: Julian Zachmann/LTZ

und neuen Verfahren des Pflanzenschutzes durch die Beratung in der Praxis. Wesentliche Bausteine hierfür sind das bereits etablierte Netz von 40 Demonstrationsbetrieben zur Pflanzenschutzmittelreduktion, der Ausbau und die Verbesserung des flächendeckenden Pflanzenschutzwarndienstes sowie die Einführung der IPSplus-Maßnahmen in Landschaftsschutzgebieten, Natura 2000-Gebieten sowie auf intensiv genutzten land- und fischereiwirtschaftlichen Flächen in Kern- und Pflegezonen von Biosphärengebieten, in gesetzlich geschützten Biotopen und bei Naturdenkmälern. Zudem ist angewandte Forschung und Entwicklung durch die Landesanstalten und weitere Forschungseinrichtungen für neue nicht chemische Verfahren erforderlich. Hierzu zählen z. B. die Bereitstellung und Verbreitung des Anbaus pilzwiderstandsfähiger Sorten im Wein-, Obst- und Getreidebau, die die Anzahl der Fungizidbehandlungen senken könnten. Weiter könnten große Mengen an Herbiziden eingespart werden, wenn sich neue Techniken zur mechanischen und teilflächenspezifischen Unkrautbekämpfung weiterverbreiten. Prognosemodelle müssen durch Forschung zur Epidemiologie und laufende Validierung in der Praxis weiterentwickelt und treffsicherer gemacht werden. Eine mittelfristig noch zuverlässigere Wettervorhersage hilft, die Prognose weiter zu optimieren. Auch die Ausweitung des ökologischen Landbaus trägt zur Erreichung der Reduktionsziele bei.

Die Bewertung des Umweltrisikos mit SYNOPSIS-GIS in Baden-Württemberg, das die reine Mengen-

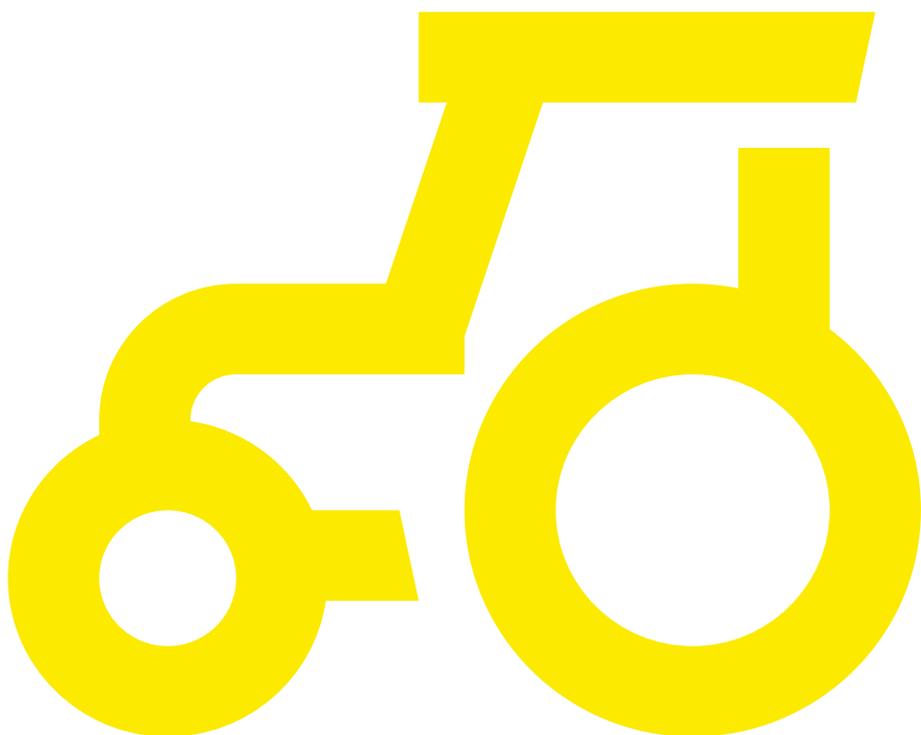
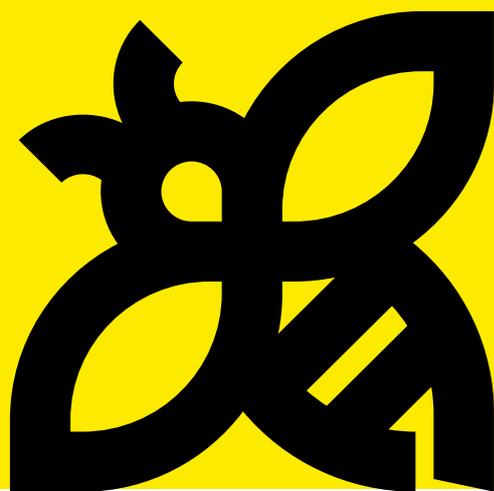
betrachtung um eine Risikobewertung ergänzt, zeigt für den Zeitraum 2016 bis 2022, dass von der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln keine hohen Risiken ausgehen. Mit der angestrebten Mengenreduktion bis 2030 und der kontinuierlichen Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes kann der bereits bestehende Trend, Risiken immer weiter zu reduzieren, verstetigt werden.

Eine besondere Herausforderung stellen das in den vergangenen Jahren verstärkte Auftreten neuer invasiver Schadorganismen und der Klimawandel dar. Baden-Württemberg ist aufgrund seiner Regionen mit mildem Klima vom Erstauftreten neuer Schaderreger häufig als erstes Land betroffen. Witterungsverläufe wie milde Winter und lange Trockenperioden können einzelne Schaderreger begünstigen und zudem die Abwehrkräfte von Kulturpflanzen schwächen.





Baden-Württemberg  
Ministerium für Ernährung, Ländlichen  
Raum und Verbraucherschutz



**II.**  
**Bericht zu Strategien zur Gesunderhaltung  
von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen im  
ökologischen Anbau**

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

# Inhalt

<b>Einleitung .....</b>	<b>4</b>
Maßnahmen in den einzelnen Kulturen.....	5
Methodik.....	6
<b>1. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Körnerleguminosen .....</b>	<b>8</b>
1.1. Krankheiten und Schädlinge.....	9
1.2. Sorten und Züchtung .....	10
1.3. Fruchtfolge.....	13
1.4. Düngung .....	13
1.5. Mechanische Beikrautregulierung.....	14
1.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln .....	15
<b>2. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Kartoffeln.....</b>	<b>15</b>
2.1. Krankheiten und Schädlinge.....	15
2.2. Sorten und Züchtung .....	17
2.3. Fruchtfolge.....	18
2.4. Düngung .....	19
2.5. Mechanische Beikrautregulierung.....	19
2.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln .....	20
<b>3. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Winterweizen .....</b>	<b>23</b>
3.1. Krankheiten und Schädlinge.....	23
3.2. Sorten und Züchtung .....	24
3.3. Fruchtfolge.....	25
3.4. Düngung .....	26
3.5. Mechanische Beikrautregulierung.....	26
<b>4. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Weinbau von Mais .....</b>	<b>29</b>
4.1. Krankheiten und Schädlinge.....	29
4.2. Sorten und Züchtung .....	30
4.3. Fruchtfolge.....	30
4.4. Düngung .....	31
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>33</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.....	34
<b>6. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Möhren .....</b>	<b>36</b>
6.1. Krankheiten und Schädlinge.....	36
6.2. Sorten und Züchtung .....	37
6.3. Fruchtfolge.....	38
6.4. Düngung .....	39
6.5. Mechanische Beikrautregulierung.....	39

*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>41</b>
7.1. Krankheiten und Schädlinge .....	41
7.2. Sorten und Züchtung.....	42
7.3. Fruchtfolge.....	42
7.4. Düngung.....	43
7.5. Mechanische Beikrautregulierung.....	43
<b>8. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Tomate.....</b>	<b>45</b>
8.1. Krankheiten und Schädlinge.....	45
8.2. Sorten und Züchtung.....	47
8.3. Fruchtfolge.....	47
8.4. Düngung.....	47
8.5. Mechanische Beikrautregulierung.....	48
<b>9. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Tafeläpfeln .....</b>	<b>49</b>
9.1. Sortenwahl und Züchtung.....	49
9.2. Beikrautregulierung im Baumstreifen.....	50
9.3. Wichtige Maßnahmen der Kulturführung .....	51
9.4. Maßnahmen zur Reduktion des Befallsdrucks durch Krankheiten und Schädlinge.....	51
9.5. Maßnahmen nach der Ernte .....	52
9.6. Erzeugerpreise und Qualitätskriterien für vermarktungsfähiges Tafelobst.....	52
9.7. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln .....	53
9.8. Einsatz von Insektiziden, die vor dem Hintergrund des Schutzes der Artenvielfalt besonders relevant sind.....	55
9.9. Strategie für die Weiterentwicklung des Anbausystems .....	55
<b>10. Strategien zur Gesunderhaltung der Nutzpflanzen im Öko-Anbau von Wein .....</b>	<b>58</b>
10.1. Krankheiten und Schädlinge .....	58
10.2. Sorten und Züchtung.....	59
10.3. Düngung.....	60
10.4. Wichtige Maßnahmen der Kulturführung.....	60
10.5. Bodenbearbeitung und mechanische Beikrautregulierung .....	60
10.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln.....	60
<b>11. Zusammenfassung.....</b>	<b>65</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.

# 1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit des Schutzes der Biodiversität als existenzielle Grundlage der Menschheit verfolgt das Land Baden-Württemberg in den landwirtschaftlich genutzten Landschaftsarealen des Landes die Zielsetzung, bis zum Jahr 2030 den Ökologischen Landbau auf 30 bis 40 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche Baden-Württembergs auszuweiten. Neben dieser Zielsetzung soll gleichzeitig aber auch grundsätzlich der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen des Landes Baden-Württemberg um 40 bis 50 Prozent reduziert werden.

Trotzdem sowohl international, national als auch regional multiple Krisen die Gesellschaften enorm fordern, darf - bei aller Diskussion um andere Themen - die Biodiversitätskrise nicht hintenangestellt werden. Gerade vor dem Hintergrund dieser Krisen müssen Artenvielfalt, Umwelt und Klima als entscheidende Faktoren für die menschliche Existenz und die Ernährungssicherheit geschützt und gefördert werden. Daher bleibt die Zielsetzung der Reduktion chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel richtig und das Ziel des Landes Baden-Württemberg, die Anbaufläche des Ökologischen Landbaus in Baden-Württemberg bedeutsam auszuweiten, ein entscheidender Baustein dafür, diese Reduktion in der Praxis auch tatsächlich realisieren zu können.

Der Bericht zu den Maßnahmen der Pflanzengesund-erhaltung im Ökolandbau in Baden-Württemberg soll den systemischen Ansatz aufzeigen, welcher ein Wirtschaften ohne Herbizide und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel erlaubt und dank dessen auf ca. 95 Prozent der Öko-Fläche der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln grundsätzlich keine Rolle spielt.

Dennoch legt dieser Bericht auch einen starken Fokus auf Bereiche innerhalb der fünf Prozent der Dauer- und Sonderkulturen, in denen auch im ökologischen Landbau notwendigerweise der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erfolgt. Im Unterschied zum konventionellen Landbau wird in diesen Dauer- und Sonderkulturen im Ökologischen Landbau aber

jedoch ausschließlich mit Wirkstoffen natürlichen Ursprungs gearbeitet. Dieser Grundsatz der Naturstofflichkeit von Wirkstoffen ist eine sehr wesentliche Festlegung der EU-Rechtsvorschriften für den ökologischen Landbau.

Im letztjährigen Bericht wertete die Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau Baden-Württemberg (AÖL) e.V. Daten aus dem ökologischen Anbau von Kartoffeln, Körnerleguminosen, Winterweizen, Möhren und Mais, Wein sowie Tafeläpfeln aus.

In diesem Jahr wurden zu diesen Kulturen ebenfalls Daten aus dem letzten Anbaujahr (2023) erhoben und analysiert. Zusätzlich wird der Bericht 2023 durch Daten zu kulturspezifischen Maßnahmen für die Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Anbau von Wintergerste, Kohlgemüse und Tomate ergänzt.

Im ökologischen Apfelanbau kann bereits auf eine jahrlange Erfahrung bei Erhebung und Auswertung von Daten im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Gesunderhaltung von Kulturpflanzen zurückgegriffen werden. In den anderen Kulturen wurde in den ersten Berichtsrunden (2021, 2022, 2023) inzwischen ebenfalls eine gewisse Routine zur Erhebung der Daten entwickelt, jedoch ist hier auch noch Bedarf zur weiteren Verfeinerung vorhanden. In der Gesamtbetrachtung sollen mit dem Bericht einerseits Lösungswege für eine Reduktion chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel aufgezeigt werden, andererseits Fortschritte und Entwicklungen Pflanzenschutz im ökologischen Landbau veranschaulicht und sukzessive durch Testbetriebe in ihrem Verlauf messbar gemacht werden. Daten zur Umsetzung der vorrangigen Nutzung von Verfahren wie Fruchtfolge, Sortenwahl oder Kulturmaßnahmen zur Befallsreduktion sind daher ein zentraler Bestandteil dieser Erhebung.

Im ökologischen Apfelanbau wurde von den Verbänden des ökologischen Landbaus im Rahmen der BÖL-Projekte 2810OE024, 2815OE086 ein Betriebsnetzwerk zur Quantifizierung von Pflanzenschutzmaßnahmen aufgebaut (die Daten sind im Internet

seit mehreren Jahren unter <https://www.foeko.de/publikationen/gesunderhaltung-der-pflanzen-im-oeko-afel-anbau/> für alle Interessierten einzu-sehen).

Aus diesem Betriebsnetz stammen auch die Daten der Baden-Württemberger Obstbaubetriebe für diesen Bericht. Für weitere Kulturen werden derzeit im Rahmen eines vom BÖL geförderten Projektes (FKZ 2815OE095) auf Bundesebene entsprechend angepasste Konzepte entwickelt – hier bestand ein Austausch über zu erhebende

## Maßnahmen in den einzelnen Kulturen

Die Beschreibung zu den Maßnahmen in den Einzelnen Kulturen beginnt mit den Ackerbaukulturen, zunächst mit Körnerleguminosen und Kartoffeln, gefolgt von Winterweizen, Mais sowie der in diesem Berichtsjahr neu aufgenommenen Kultur Wintergerste. Darauf folgen die Kapitel zu Möhren und den beiden neu aufgenommenen Gemüsekulturen Kohlgemüse (Freilandanbau) und Tomate (Gewächshauskultur) bevor mit Äpfeln und Wein zwei Dauerkulturen behandelt werden.

Dem vorgelegten Bericht zur Gesunderhaltung von Kulturpflanzen im ökologischen Landbau wünschen wir eine breite Aufmerksamkeit und hoffen, dass er einen Beitrag zur Reduktion des Pflanzenschutzmittelaufwands in der Landwirtschaft – speziell der Landwirtschaft in Baden-Württemberg - leisten kann, indem er zu alternativen Strategien inspiriert. Die AÖL und ihre Mitgliedsverbände werden sich mit ihren Erfahrungen, ihren Netzwerken und ihrem Beratungsangebot weiterhin mit Nachdruck für eine positive und von der Gesellschaft gewünschte Transformation hin zu einer nachhaltigen, ökologisch angepassten und resilienten Landwirtschaft einsetzen.

Ein grundlegendes Merkmal des Ökologischen Landbaus ist ein systemischer Ansatz zur Gesunderhaltung von Nutzpflanzen. Ein zentraler Baustein dieses systemischen Ansatzes ist die Fruchtfolgeplanung. Durch eine ausgeklügelte, mehrjährige Abfolge von

Frucht- und Pflanzenarten, welche in ihren Wechselwirkungen einen stabilisierenden Effekt auf das Ackerbausystem hervorbringen bildet sie die wichtigste Maßnahme zur Vermeidung und Eindämmung von Krankheitserreger und Schadorganismen sowie unerwünschter ertragswirksamer Begleitflora.

Bei der Auswahl der Fruchtfolgeglieder werden die Aspekte Gesunderhaltung und Unterdrückung von Beikraut stärker gewichtet als der ökonomische Wert der Einzelkultur. Mit Blick auf eine ausgeglichene Pflanzenernährung im Ökologischen Landbau ist insbesondere bzgl. dem Nährelement Stickstoff der ein- bis mehrjährige Klee- bzw. Kleegrasanbau sowie insgesamt die Integration von Leguminosen in die Fruchtfolge essentiell.

Die Gesunderhaltung des Bodens und Humusaufbau ist ein zentrales Ziel und die Grundlage für einen funktionierenden Ökolandbau. Durch Zufuhr von organischer Masse in den Boden über Zwischenfruchtanbau und/oder organische Dünger wird der Humusaufbau gefördert. Knöllchenbakterien in Symbiose mit Leguminosen binden Stickstoff aus der Luft und insgesamt wird das Bodenleben dadurch aktiv unterstützt.

Darüber hinaus sehen die Fruchtfolgen in der Regel durch ihre Mehrgliedrigkeit Anbaupausen der einzelnen Kulturen vor, wodurch Krankheitserreger und Schadorganismen zurückgedrängt werden und so Pflanzenkrankheiten und Schäden durch Schadorganismen vorgebeugt wird. Im Vergleich zum konventionellen Anbau verfolgt der Ökologische Landbau die Strategie, die einzelnen Kulturen auf einem insgesamt systemimmanenten Stickstoffniveau zu kultivieren. Der drohende Schaden durch viele bekannte Krankheiten, vor allen Dingen im Getreideanbau, werden dadurch und durch die geringeren Bestandsdichten gegenüber dem konventionellen Anbau bedeutend entschärft.

Die direkte Beikrautregulierung erfolgt im ökologischen Anbausystem mechanisch oder thermisch. Zudem werden nach Möglichkeit Sorten ausgewählt, die eine starke Konkurrenzkraft mitbringen, z.B. durch eine schnelle Jugendentwicklung, eine größere Wuchshöhe oder durch Beschattung durch die Blattstellung.

Ein weiterer wichtiger Baustein der Pflanzengesundheit im ökologischen Ackerbau ist die Bodenbearbeitung. Sowohl zur Vorbeugung und zur Regulierung von Beikräutern als auch zur Krankheitsvorsorge spielt sowohl die flache, ganzflächig schneidende Stoppelbearbeitung, als auch die Grundbodenbearbeitung eine entscheidende Rolle.

In der Folge dieser grundlegenden systemischen Herangehensweise hat die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Ackerbau typischerweise keinen festen Platz im Anbausystem.

Im Bereich der Dauer- und Sonderkulturen werden die o.g. Strategien durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit Wirkstoffen natürlichen Ursprungs ergänzt.

Für den vorliegenden Bericht wurden daher reale Betriebsdaten über Strategien zur Gesunderhaltung der Kulturpflanzen erfasst. Dazu gehören Daten zu Maßnahmen zur Regulierung des Befallsdrucks, der Bodenbearbeitung und Beikrautregulierung, zum Einsatz aller Pflanzenschutzmittel sowie zu Düngung, Sortenwahl, Zwischenfrüchten und Fruchtfolge.

Ziel dieser Erfassung war es, den komplexen, ganzheitlichen, ressourcenschonenden Ansatz des Ökolandbaus transparent darzustellen sowie mögliche Ansätze zur Weiterentwicklung dieser Strategie aufzuzeigen. Mit diesem Bericht sollen Lösungswege für eine Reduktion chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel aufgezeigt und Entwicklungen im ökologischen Pflanzenschutz veranschaulicht werden. Dabei ist es wichtig zu betonen, dass viele Elemente der Gesunderhaltungsstrategien im Ökolandbau nur in Kombination mit den übrigen Elementen optimal funktionieren. Daher muss sehr gut abgewogen werden, welche Einzelmaßnahmen auch außerhalb des ökologischen Anbausystems funktionieren können. Ein Paradebeispiel ist die mechanische Beikrautregulierung, aufgrund des generellen Verzichts auf Einsatz von Herbiziden wurden im Ökologischen Landbau hinsichtlich der mechanischen Beikrautregulierung viele technische Innovation entwickelt, welche sich inzwischen auch in anderen Anbausystemen durchgesetzt haben.

Der vorliegende Bericht gliedert sich in mehrere Kapitel zu Ackerbaukulturen, in denen Daten zum Anbau von Körnerleguminosen, Kartoffeln, Winterweizen, Mais und Wintergerste und Möhren dargestellt werden. Es folgen zwei Kapitel welche Gemüsekulturen, Kohlgemüse (Freilandanbau) und Tomate (Gewächshausanbau) sowie zwei Kapitel welche Dauerkulturen, in dem Tafeläpfel und Weinreben behandeln. Vorab wird die Methodik vorgestellt.

## Methodik

Für das Jahr 2023 wurden Daten in folgenden Kulturen bzw. Kulturgruppen erhoben:

Kartoffeln, Körnerleguminosen, Winterweizen, Mais, Wintergerste, Möhren, Kohlgemüse, Tomaten Tafelapfel und Wein. Für die zehn Kulturen wurden jeweils kulturspezifische Maßnahmen definiert und erhoben, welche im Anbausystem des ökologischen Anbaus eine charakteristische Rolle für die Gesunderhaltung der Kulturpflanze spielen. Für den Tafelapfel konnte hierbei auf die seit einigen Jahren bestehende Datenerhebung der FÖKO e.V. zurückgegriffen werden – für 2023 wurden Daten von 13 Betrieben ermittelt. Daten für Kartoffeln, Körnerleguminosen, Winterweizen, Mais und Wein wurden bereits 2022 auf AÖL-Betrieben erfasst. Bei den übrigen Kulturen (Wintergerste, Kohlgemüse, Tomate) handelte es sich um die erste Erhebung dieser Art. Für die Ackerbaukulturen wurden einheitliche Fragebögen aktualisiert und genutzt, die für die Gemüsekultur Möhre, Kohlgemüse und Tomate erweitert wurden. Für die Dauerkultur Wein wurde wieder der separate Erfassungsbogen aus dem Jahr 2022 verwendet, der nun ebenfalls aktualisiert wurde. Für die Kulturarten wurden schlagspezifische Daten von jeweils fünf bis acht ökologisch wirtschaftenden Betrieben gesammelt. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass die Betriebe aus unterschiedlichen Regionen in Baden-Württemberg stammen und möglichst repräsentativ sind. Gleichwohl ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass der bisher eher geringe Stichprobenumfang lediglich einen begrenzten Einblick in die Methoden des ökologischen Anbaus geben und nicht repräsentativ für den Öko-Anbau in Baden-Württemberg stehen kann. Somit können die hier berichteten Methoden als beispielhaft, aber keines-

wegs statistisch aussagefähig angesehen werden. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen soll die Datenerhebung über die Jahre hinweg fortlaufend optimiert und erweitert werden.

Für die Gesamtübersicht der Pflanzenbehandlungsmittel wurde jeweils eine kulturspezifische Darstellung erstellt. Die entsprechende Aufstellung beschränkt sich nicht nur auf Mittel, die als Pflanzenschutzmittel zugelassen sind. Vielmehr werden alle Pflanzenbehandlungsmittel, die mit dem Sprühgerät ausgebracht werden, also auch Pflanzenstärkungsmittel, Grundstoffe, Pflanzenhilfsstoffe, Blattdünger und Zusatzstoffe aufgelistet.

Außerdem werden Pheromone, die in Form von Dispensern ausgebracht wurden, mitberücksichtigt. Bei Pflanzenbehandlungsmitteln rein feinstofflicher Natur, wie z.B. die biologisch-dynamische Präparate, wurden das Hornkiesel-Präparat und das Hornmist-Präparat miteingefasst, das diese beiden Präparate gemäß der Anbau-Richtlinie des Demeter Verband mindestens einmal jährlich angewendet werden müssen.

Die Einteilung in Kategorien folgt der bei der Zulassung von natürlich vorkommenden Stoffen üblichen Kategorisierung der Wirkstoffe in Mikroorganismen, Mittel mineralischer Herkunft, Mittel pflanzlicher Herkunft (sog. Botanicals) und Pheromone. Die Kategorie „Mittel tierischer Herkunft“ wurde für die entsprechenden Präparate zusätzlich angelegt. In den jeweiligen Kategorien sind die einzelnen Wirkstoffe aufgeführt. Die Beschreibung der einzelnen Wirkstoffe sowie die Zulassung, d.h. ob es sich um Pflanzenschutzmittel oder Pflanzenstärkungsmittel, Grundstoffe, Blattdünger oder Zusatzstoffe handelt, kann für die im Apfelanbau verwendeten Wirkstoffe unter <https://www.foeko.de/publikationen/gesunderhaltung-der-pflanzen-im-oeko-afelanbau/> eingesehen werden.

Die Wirkstoffe sind in der Übersichtsgrafik als Behandlungsindex dargestellt. Grundlage ist der Mittelwert aller Stichproben. Der Behandlungsindex (BI) wurde wie folgt berechnet: Die eingesetzte Aufwandmenge pro Hektar eines Wirkstoffs in jeder Stichprobe (Anlage) wurde in Relation gesetzt zur jeweils maximal für die Anwendung zugelassenen

Aufwandmenge dieser Wirkstoff pro Hektar. Sind mehrere Präparate mit einem Wirkstoff zugelassen, die diesen Wirkstoff in unterschiedlicher Menge enthalten (Kupferpräparate, Kaliumhydrogenkarbonat), wurde jeweils die höchste zugelassene Wirkstoffmenge als Referenzgröße verwendet. Bei Kupfer wurde der jeweilige Reinkupfergehalt für die Berechnung verwendet, um verschiedene Kupferverbindungen entsprechend einordnen zu können. Beim Einsatz der Verwirrungsmethode und von Vinasse zum Blattabbau wurde jeweils nur die Tatsache, dass die Fläche behandelt wurde, für die Berechnung herangezogen (wenn z.B. 80 Prozent der Fläche behandelt wurde, ist der Gesamt-BI dann 0,8).

Wo keine formelle Zulassung existiert, wie etwa bei den Blattdüngern, wurde jeweils die höchste empfohlene Aufwandmenge des jeweiligen Handelspräparates als Referenzgröße verwendet.

Im Apfelanbau wurde von einer maximalen Kronenhöhe von drei Metern ausgegangen. Wurde also die höchste Aufwandmenge bei einer Kronenhöhe von drei Metern eingesetzt, ist der BI gleich 1. Wurde weniger eingesetzt, nur eine Teilfläche behandelt oder ist die Kronenhöhe geringer, ist der BI entsprechend niedriger. Wenn vor und nach der Blüte unterschiedliche Aufwandmengen zugelassen sind (Schwefel, Schwefelkalk), wurde der Zeitraum von Austrieb bis Blühbeginn und der Zeitraum ab der Blüte bis zur Ernte mit der jeweiligen maximal für diesen Zeitraum zugelassenen Aufwandmenge als Referenzgröße berechnet und die Werte anschließend addiert.

Im Weinbau sind bei einigen Zulassungen (Kupfer, Netzschwefel, Kaliumhydrogencarbonat und COS-OGA) unterschiedliche Höchstaufwandmengen je nach Entwicklungsstadien (ES) zugelassen: Eine Menge bis ES 61, eine von ES 61 bis ES 71, eine von ES 71 bis ES 75 und eine ab ES 75. Die Anwendungszeitpunkte wurden den Entwicklungsphasen zugeordnet und so der Behandlungsindex für die jeweiligen Aufwandmengen in den Entwicklungsphasen errechnet und anschließend addiert.



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

In der Bundesrepublik Deutschland werden seit einigen Jahren (wieder) verstärkt Körnerleguminosen angebaut. Ein Anreiz dafür ist einerseits ihr hoher Gehalt an Energie und Eiweiß. Andererseits haben Körnerleguminosen in der Regel positive Auswirkungen auf den Boden, die Biodiversität sowie das Nährstoffmanagement eines Betriebs. Dieser Nutzen für den Betrieb ergibt sich aus der

Fähigkeit der Körnerleguminosen in tiefere Bodenschichten einzuwurzeln und dadurch für eine Lockerung des Bodens zu sorgen sowie durch ihre Symbiose mit Knöllchenbakterien (Rhizobien), die es ihnen ermöglicht, Stickstoff aus der Luft zu binden. In der Folge benötigen (Körner-)Leguminosen in der Regel keine zusätzliche Stickstoffdüngung, vielmehr hinterlassen sie stattdessen in der Regel Stickstoff für die Folgekultur.



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

In diesem Kapitel werden Ackerbohnen, Erbsen, Linsen, Lupinen und Sojabohnen mit den jeweils erhobenen Daten besprochen.

Erbsen haben ein recht konstantes Grundniveau im deutschen Anbau; Ackerbohnen sind schon länger besonders für viehhaltende Öko-Betriebe interessant. Linsen waren in der ersten Hälfte des 20. Jhd. noch eine sehr häufig angebaute Kultur, der Anbau kam aber in der Mitte des 20. Jhd. praktisch zum Erliegen. Erst in den letzten Jahren werden vor allen Dingen im ökologischen Landbau wieder ver-

mehrt Linsen angebaut. Besonders in Baden-Württemberg ist die Linsenerzeugung durch die Öko-Erzeugergemeinschaft Alb-Leisa wieder bekannter geworden.

Lupinen sind sowohl für die menschliche Ernährung als auch aufgrund der hohen Eiweißgehalte für die Schweine und Geflügelfütterung interessant. In der Bundesrepublik Deutschland wird die Mehrheit der Lupinen im ökologischen Landbau produziert.

Bzgl. Sojabohnen machen nach wie vor Importe aus den USA und Südamerika weiterhin den Großteil des hierzulande genutzten Sojas aus, doch der Anbau von Sojabohnen hat sich in der Bundesrepublik Deutschland in den letzten Jahren mehr und mehr ausgeweitet.



Bild 2: Sojabohnenbestand. (© Philip Köhler)

Sojabohnen finden sowohl für die Erzeugung von Futtermitteln für die Schweine-, Geflügel- und Rinderhaltung (z.B. in Form von Sojakuchen, Vollfettsoja, Sojaextraktionsschrot), als auch für die Produktion von Lebensmittelsoja Verwendung. Grund hierfür ist v.a. der hohe Eiweißgehalt, der in einer für menschliche Ernährung und tierische Fütterung günstigen Zusammensetzung vorliegt. Mittlerweile zählt die Sojabohne vor allem in Süddeutschland zu den gängigen Druschfrüchten. Der Anteil ökologischer Anbaufläche ist dabei bisher aber noch gering.

Für das Jahr 2023 liegen für Körnerleguminosen Daten von neun Betrieben (+12% gegenüber 2022)

und insgesamt 25 Schlägen (+108% gegenüber 2022) mit zusammen 51,34 ha (+44% gegenüber 2022) vor.

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

**Tabelle 1: Anbaudaten Körnerleguminosen 2023**

Kultur	Anbausaison 2022		Anbausaison 2023	
	Anzahl Schläge	Fläche (ha)	Anzahl Schläge	Fläche (ha)
Ackerbohne	2	10,0	12	27,4
Erbse	2	3,0	3	5,9
Linse	1	2,0	2	2,1
Lupine	3	6,0	3	5,4
Soja	4	14,0	5	10,6

## 1.1. Krankheiten und Schädlinge

Leguminosen sind in jeder ökologischen Fruchtfolge essenzieller Bestandteil. Bei zu enger Folge derselben Kultur können sich allerdings pflanzenbauliche Problemen ergeben, welche von leichten bis mittleren Wuchsdepressionen bis hin zu einem Totalausfall reichen können. Dieses Phänomen wird allgemein auch als „Leguminosenmüdigkeit“ bezeichnet.

In den meisten Fällen sind bodenbürtige Krankheiten der Grund für dieses Phänomen. Besonders anfällig ist hierbei die Erbse, aber auch andere Leguminosen haben spezifische bodenbürtige Krankheiten, die ihre Wüchsigkeit beeinträchtigen können. Eine einfache Möglichkeit um dem entgegen zu wirken ist, entsprechende Anbaupausen einzulegen. Teilweise wird berichtet, dass auch durch die phytosanitäre Wirkung von Kompost gegengesteuert werden könnte, jedoch bedarf es hier noch einer Validierung der förderlichen Kriterien des Komposts. Weiterer Forschungsbedarf besteht auch noch bzgl. der jeweiligen Auswirkung von unterschiedlichen Leguminosenarten in der Fruchtfolge auf die Symptomatik der „Leguminosenmüdigkeit“. Neben wirtsspezifischen bodenbürtigen Krankheitserreger tragen auch andere

## Sorten und Züchtung

---

Faktoren wie spezifische Auszehrung von Nährelementen zu diesem Phänomen bei.

Blattläuse spielen bei Leguminosen vor allem als Vektoren für Viruserkrankungen eine Rolle. Speziell eine Ausbreitung von verschiedenen Nanoviren kann schwerwiegende Auswirkungen auf den Ertrag haben.

Körnerleguminosen können neben Blattläusen aber auch noch von einer Reihe weiterer Schadorganismen besiedelt werden. So zum Beispiel der Blatttrandkäfer, dessen adultes Entwicklungsstadium einerseits Fraßschäden am Blattrand verursacht, während seine Larven an den Wurzelknöllchen Schädigungen hervorrufen und diese Verletzungen bodenbürtigen Krankheiten den Zugang in die Pflanze erlauben. Leider gibt es hinsichtlich des Auftretens des Blatttrandkäfers in Kulturbeständen von Körnerleguminosen bislang noch keine zuverlässigen Regulierungsmöglichkeiten.

Die beste Vorbeugung gegen Ackerbohnen- und Erbsenkäfer ist die Verwendung von Z-Saatgut, um sicherzustellen, dass keine Käfer über das Saatgut in den Kulturbestand eingebracht werden. Auch gegen diese beiden Schaderreger gibt es bislang keine direkten Regulierungsmöglichkeiten.

## 1.2. Sorten und Züchtung

### Ackerbohnen

Im Vergleich zu anderen Kulturen (z.B. Kartoffeln) ist die Anzahl an verschiedenen Sorten im Bereich der Ackerbohne noch überschaubar – aktuell finden sich in der beschriebenen Sortenliste des Bundessortenamts 28 in Deutschland zugelassene bzw. vertriebsfähige Ackerbohnen Sorten für die Frühjahrsaussaat.

Im Vergleich zum Vorjahr sind somit zwei neue Sorten dazugekommen.

Im Ökolandbau ist eine gute Beikrautunterdrückung eine wichtige Eigenschaft, weshalb die verwendeten Sorten nicht zu kurzstrohig sein sollten. Weitere wichtige Eigenschaften sind neben Ertrag

und Standfestigkeit außerdem eine gute Resistenz gegen Pilze, Viren, Bohnenkäfer und Läuse. Des



Bild 3: Ackerbohnen. (© Philip Köhler)

Weiteren sollten Sorten tanninfrei sowie vicin- und convicinarm sein. Dies vor allen Dingen dann, wenn die Ernte für die menschliche Ernährung oder als Geflügelfutter genutzt werden soll. Der Verwendungszweck wurde in dieser Befragung noch nicht erhoben, sollte ggf. in künftige Untersuchungen aber aufgenommen werden.

Auf den befragten Betrieben wurden die Sorten Tiffany, Birgit sowie GL Arabella angebaut. Die Sorte Birgit wurde insbesondere aufgrund ihrer schnellen Jugendentwicklung sowie der Stresstoleranz gewählt.

Mittlerweile gibt es Erfolge in der Zucht von tanninfreien Sorten. Diese liefern aber einen geringeren Ertrag, weshalb hier noch weitere Züchtungsarbeit gefragt ist. Langfristig sind Resistenzen gegen den Bohnenkäfer und die schwarze Bohnenlaus sowie Toleranz bei Trockenstress Ziele in der Ackerbohnenzucht.

### Erbsen

Wie schon bei den Ackerbohnen stehen auch bei den Erbsen bisher nicht überaus viele Sorten zur Auswahl. Für die Frühjahrsaussaat gibt es aktuell 22 in Bundesrepublik Deutschland zugelassene

Sorten (eine mehr als im Vorjahr); für die Herbst-  
aussaat sind es acht (zwei mehr als im Vorjahr). In  
dieser Erhebung wurde von den befragten Betrie-  
ben die Sorte Astronate angebaut. Grund für die  
Sortenwahl war Gesundheit, Frohwüchsigkeit und  
das Ertragspotential.

Grundsätzlich gibt es sehr vielfältige Erbsensorten  
mit verschiedenen Blatt-, Blüten- und Strohtypen  
sowie verschiedenen Kornfarben.

Grundsätzlich werden langstrohige Sorten wie



Bild 4: Erbse. (© Philip Köhler)

Blatttypen insgesamt seltener angebaut. Im Öko-  
landbau werden diese aber häufig im Gemenge-  
anbau eingesetzt. Halbblattlose Sorten haben in  
der Regel eine gute Standfestigkeit, wohingegen  
ihre Beikrautunterdrückung schlechter ist. Erbsen,  
die zur Körnernutzung angebaut werden, sind in  
der Regel weißblühend und enthalten somit kein  
Tannin.

Die Züchtung von Erbsen zielt auf einen stabilen  
Kornertag bei mittlerer Strohlänge und guter  
Standfestigkeit ab. Langfristig sollte sie  
sich auf Toleranzen und Widerstandskraft gegen-  
über Viren sowie bodenbürtige Krankheiten und  
tierischen Schadorganismen konzentrieren.

## Linsen

Die Linse gilt als schwach gegenüber konkurrie-  
renden Pflanzen im Bestand. Daher sollte bei der

Kultur von Linsen unbedingt auf eine besonders  
sauberes Saatbett geachtet werden.

Linsen vertragen keine Staunässe und können gut  
mit Trockenheit umgehen. Am besten geeignet sind  
Standorte mit trockenen und kalkreichen Böden  
(Kalkmergel, Kalkschotter, kalkreicher Sand).  
Ebenfalls empfehlenswert sind basische, steinige  
Böden. Auf trockenen Standorten ist die Linse in  
der Lage, gute Erträge auszubilden. Sehr häufig  
werden Linsen aufgrund ihrer geringen Standfes-  
tigkeit im Gemenge mit Stützfrüchten (Sommerge-  
treide) angebaut.

Aufgrund dessen, dass ab der Mitte des 20. Jhd. der  
Anbau von Linsen in der Bundesrepublik Deutsch-  
land praktisch zum Erliegen kam, wurde auch die  
züchterische Bearbeitung der Linse nahezu ein-  
gestellt, so dass aktuell keine mitteleuropäische  
Linsenzüchtung vorhanden ist. Aufgrund dieses  
Umstands sind Sortenvielfalt und Beschaffungs-  
möglichkeiten bei Linsensorten sehr begrenzt. Da  
in der Bundesrepublik Deutschland die Anbau-  
fläche von Linsen insgesamt sehr gering ist, führt  
das Bundessortenamt keine Sortenübersicht für  
Linsensorten.



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

## Sorten und Züchtung

---

In Baden-Württemberg ist der Linsenanbau regional etwas relevanter als im Großteil der Bundesrepublik Deutschlands. Hier gibt es über die Öko-Erzeugergemeinschaft Alb-Leisa eine professionalisierte Struktur.

Entsprechend der Verbreitung in Baden-Württemberg bildet die Linse auch in dieser Erhebung mit einem Datensatz den kleinsten Anteil an Daten.

### Lupinen

In der Bundesrepublik Deutschland wurde im Jahr 2023 auf rund 26.000 ha Lupinen angebaut, wobei ca. 44% davon auf ökologisch bewirtschafteten Anbauflächen erfolgte, mit steigendem Bedarf. Dies ist vor allen Dingen auf die bodenverbessernden Eigenschaften, wie Stickstofffixierung und tiefe Durchwurzelung zurückzuführen. Unterschieden werde drei Arten, Gelbe Lupine, Blaue Lupine und Weiße Lupine. Allen drei Arten gemeinsam ist, dass sie nur über ein geringes Vermögen zur Unterdrückung von Beikräutern verfügen. Über diese Gemeinsamkeit hinaus haben sie nachfolgende unterschiedliche Charakteristika:

- Blaue Lupine: frühere Abreife, geringere Erträge, deutlich schwächeres Beikrautunterdrückungsvermögen. Es sollte auf Sorten mit ausreichender Platzfestigkeit geachtet werden.
- Gelbe Lupine: zur Abreife häufig Zwiewuchs und Nachblüher.
- Weiße Lupine: kommt aufgrund des höheren Ertragspotenzials und besserer Beikrautunterdrückung v.a. auf besseren (aber kalkfreien) Böden in Frage

Wertbestimmende Parameter für den Anbau von Lupine ist der grundsätzlich hohe Rohproteingehalt sowie eine gute Eiweißwertigkeit aus. Durch Fortschritte in der Bezüchtung von Lupinen sind inzwischen Sorten mit einem reduzierten Gehalt an toxischen Alkaloiden (Bitterstoffen) verfügbar. Aktuell sind in der Bundesrepublik Deutschland keine Sorten der Gelben Lupine sowie insgesamt 17

Sorten blauer und weißer Lupinen zugelassen.

Im Jahr 2023 wurden drei Schläge erfasst. Aufgrund des Abnehmerwunsches wurde auf allen die Sorte Amiga gesät. Grund für die Sortenwahl waren Anforderungen des Abnehmers.

Für einen ökonomisch interessanteren Lupinenanbau in Deutschland bedarf es weiterentwickelter Technologien zu Aufbereitung und Produktentwicklung sowie weiterer Initiativen zum Aufbau von Wertschöpfungsketten.

### Sojabohnen

Aktuell führt die Bundessortenliste 50 Sojasorten. Für den Sojaanbau gibt es also bereits eine größere Auswahl an Sorten. Im Erntejahr 2023 wurden im Rahmen der Erhebung zwei verschiedene Sorten angebaut. Einerseits die Sorte Achilea aufgrund ihrer zügigen Jugendentwicklung, guter Abreife und vorhandener Resistenzen sowie andererseits Ascada, wegen ihren Eigenschaften hinsichtlich Verzweigung und Ertragspotential.

Neben einem ansprechenden Ertragniveau mit hohem Proteingehalt und guter Standfestigkeit ist für den künftigen Sojaanbau als wichtige Sorteneigenschaft das Abreifungsverhalten unter sehr wechselhaften klimatischen Bedingungen ein sehr bedeutendes Zuchtziel.

Für die Weiterentwicklung und Ausweitung des Anbaus von Sojabohnen ist außerdem auch die Ausweitung der Anlagenkapazität zur Aufbereitung der geernteten Sojabohnen für die Nutzung als Nutztierfutter von Bedeutung. Ggf. könnten mobile Aufbereitungsanlagen zur Optimierung der Prozessabläufe bei der Futterherstellung aus Soja erfolgreich genutzt werden.

## 1.3. Fruchtfolge

Mit Blick auf die Fruchtfolge ist der hohe Getreideanteil als direkte Vorfrucht in den Fruchtfolgen (96%) nicht verwunderlich. Betrachtet man einen

fünfjährigen Zeitraum vor dem Anbau der Körnerleguminosen 2023 lag der Leguminosenanteil in der Fruchtfolge bei ca. 22%.

Als Vorfrucht wurde überwiegend Getreide angebaut. Wie erwähnt sind Anbaupausen beim Anbau von Körnerleguminosen wichtig, um „Leguminosenmüdigkeit“ zu vermeiden oder auch Popu-

Leguminosen angebaut. Mit Blick auf die Vermeidung von „Leguminosenmüdigkeit“ wäre hier in gewissem Umfang Optimierungspotential gegeben.

Auf 16 von 25 Schlägen wurden vor der Hauptkultur Körnerleguminosen Zwischenfrüchte angebaut.

**Tabelle 2: Anzahl Auftreten von Kulturen in Fruchtfolgen (2018 - 2022) vor Körnerleguminosen in 2023.**

Kultur	Anzahl in Fruchtfolgen (2018 - 2022)	Anzahl in Vorfrucht (2022)
n.b.	18	-
Winterweizen	16	5
Dinkel	15	6
Klee gras	14	-
Körnermais	12	11
Hafer	9	-
Triticale	8	2
Luzerne gras	6	-
Sommergerste	5	-
Weizen	4	-
Winterraps	4	-
Silomais	3	-
Erbse	3	1
Ackerbohne	3	-
Rotklee	2	-
Roggen	1	-
Klee	1	-
Gerste/Hafer Gemenge	1	-

lationen von Schaderregern keine langfristigen Habitats zu bieten. Auf 70% der Fläche wurden hinsichtlich Körnerleguminosen eine Anbaupause von fünf Jahren und mehr eingehalten. Mindestens drei Jahre Anbaupause von Körnerleguminosen wurde auf 89% der betrachteten Anbaufläche realisiert.

Bezieht man neben den Körnerleguminosen (Ackerbohne, Erbsen, Linsen, Lupine, Soja) auch andere Leguminosenarten (Luzerne, Klee gras, Rotklee, u.a.) dann ergeben sich deutlich kürzere Anbaupausen. Lediglich auf 16% der betrachteten Anbaufläche wurde fünf Jahre und mehr vor dem Anbau von Körnerleguminosen keine anderen

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

Jahre Anbaupause	Anbaupause zu anderen Körnerleguminosen		Anbaupause zu Leguminosen insgesamt	
	Anzahl Schläge	Anteil der Fläche	Anzahl Schläge	Anteil der Fläche
0	1	4,41%	1	4,4
1	2	5,97%	6	39,9
2	0	0,00%	12	35,4
3	1	2,34%	2	4,1
4	2	14,46%		
>5	20	72,83%	4	16,3

## 1.4. Düngung

Wie bereits erwähnt ist für den Anbau von Körnerleguminosen in der Regel kein zusätzlicher Stickstoff nötig. Dementsprechend sind die erhobenen Daten zur Düngung begrenzt. Auf insgesamt 40,48 ha (79%) der betrachteten Körnerleguminosen-Fläche (51,34 ha) wurde Dünger ausgebracht (siehe Tabelle 4). Von den gedüngten 40,48 ha Anbaufläche wiederum wurde auf 26,9 ha (66%) N-Dünger in Form von Grünschnitt-Kompost ausgebracht.

**Tabelle 4: N-Düngung in Körnerleguminosen 2023.**

Gedüngte Fläche (ha) insgesamt	Davon mit N gedüngte Fläche (ha)	Durchschnittlich ausgebrachte Menge N (kg/ha) auf gedüngter Fläche
40,5	26,9	54,1

## 1.5. Mechanische Beikrautregulierung

Insbesondere bei der Bodenbearbeitung zu Körnerleguminosen ist darauf zu achten, dass keine Verdichtungshorizonte entstehen, um eine optimale Durchwurzelung und Wasserführung zu ermöglichen. Vor der Saat ist eine wassersparende Bearbeitung wichtig, um den Keimwasserbedarf zu decken, eine gute Jugendentwicklung zu gewährleisten und die Winterfeuchte möglichst gut zu nutzen. Je nach Standort und Witterung kann eine tiefere und gegebenenfalls wendende Bodenbearbeitung notwendig werden, um oberflächlich aufliegendes Material einzuarbeiten, die Erwärmung zu fördern und in Folge davon das Auflaufen zu beschleunigen. Tabelle 5 zeigt die relativ intensive Bodenbearbeitung vor der Aussaat der Körnerleguminosen auf den 2023 betrachteten Schlägen.

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

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 25)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Pflug	69,35	18	18
Grubber	67,78	13	26
Egge/ Kreiselegge	100,00	25	48

Insgesamt fanden pro Schlag zwei bis acht Überfahrten zur Bodenbearbeitung statt (siehe Abbildung 1). Auf 36% der betrachteten Fläche wurden zwei oder drei Überfahrten zur Bodenbearbeitung durchgeführt. Vier Überfahrten und mehr erfolgten auf 64% der betrachteten Anbaufläche von Körnerleguminosen.

Im Rahmen der Fruchtfolge 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

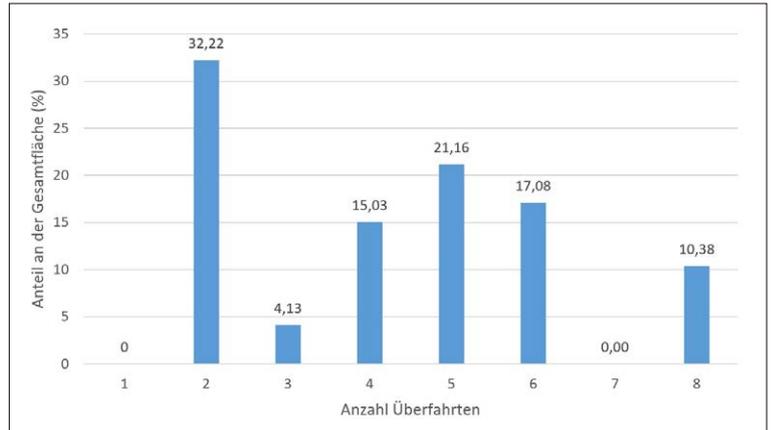


Abbildung 1: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Körnerleguminosen.

beitragen und durch eine ebenere Oberfläche die spätere Beikrautkontrolle begünstigen.

Mit Ausnahme des Betriebs mit Linsenanbau fand in allen anderen betrachteten Betrieben die Beikrautregulierung mit Hacke und/oder Striegel statt (siehe Tabelle 6), wobei sich die Anzahl der Überfahrten zwischen einer und acht bewegten (siehe 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 25)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Striegel	95,87	23	29
Hacke	68,24	20	31
Sonstige	31,54	3	6

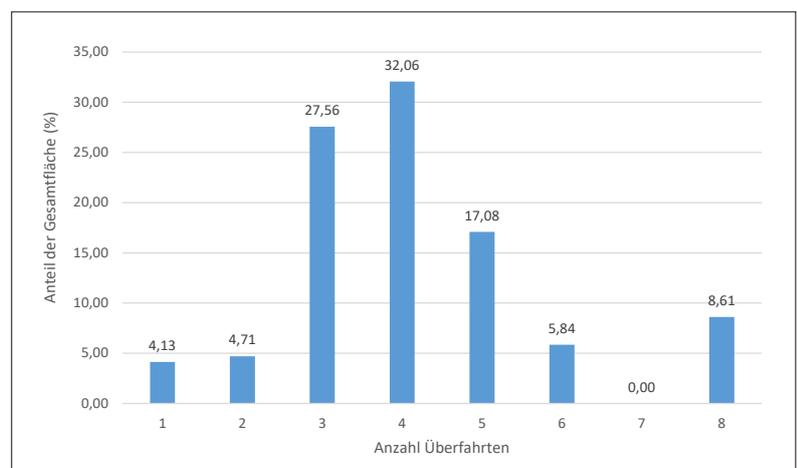


Abbildung 2: Anzahl der Überfahrten zur Beikrautregulierung über die Gesamtfläche in Körnerleguminosen

## 1.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Im Ökologischen Ackerbau ist (mit Ausnahme bei Kartoffeln) der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nicht unüblich. Wie bei den Ausführungen zu Krankheiten und Schädlingen bei Körnerleguminosen bereits erwähnt, kann es in sehr seltenen Fällen eines massenhaften Auftretens von Blatt-

läusen (Gefahr der Virusübertragung!) sinnvoll sein, Schmierseife zur Regulierung der Blattlauspopulation einzusetzen. 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 2023 keine Pflanzenschutzmittel in Körnerleguminosen ein.

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

Für die für das Anbaujahr 2023 durchgeführte Erhebung der Gesunderhaltungsstrategien im ökologischen Kartoffelanbau in Baden-Württemberg wurden 17 Schläge von acht Betrieben betrachtet.

## 2.1. Krankheiten und Schädlinge

Eine gut angepasste Fruchtfolge ist für den erfolgreichen ökologischen Kartoffelanbau elementar wichtig. Eine vier bis fünfjährige Anbaupause von Kartoffeln sollte unbedingt eingehalten werden, so dass ertrags- und qualitätsmindernden Krankheiten und Schaderregern vorgebeugt wird.

Die schadensträchtigste Erkrankung im Kartoffelanbau ist die Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans). Vorbeugend eingesetzte Maßnahmen sind das Vorkeimen der Knollen sowie eine angepasste Standorteinteilung.

Weiterhin kommt der Verwendung von möglichst pilzwiderstandsfähigen Kartoffelsorten eine besondere Bedeutung zu. Viele neue, sehr pilzwiderstandsfähige Kartoffelsorten besitzen derzeit allerdings nur ein hochwirksames Resistenzgen, so

dass die Widerstandsfähigkeit gegen Phytophthora infestans vom Pilz durch die ihm eigene häufige Generationenabfolge relativ leicht durchbrochen werden kann. In der Folge dieser Zusammenhänge ist deshalb auch bei diesen widerstandsfähigen Kartoffelsorten häufig eine Behandlung mit breit wirksamen Wirkstoff Kupfer ratsam, um die Widerstandsfähigkeit der pilzwiderstandsfähigen Kartoffelsorten zu erhalten. Die für eine solche Schutzmaßnahme für die Widerstandskraft notwendige Aufwandmenge an Kupfer ist dabei deutlich geringer als die für den Anbau von nicht widerstandsfähigen Kartoffelsorten notwendige Kupferaufwandmenge im Falle einer Epidemie von Phytophthora infestans.

Um die Widerstandsfähigkeit von Kartoffelsorten langfristig zu erhalten, die Kupferminimierung nachhaltig voranzubringen und gleichzeitig den weiteren anbautechnischen und marktbezogenen Anforderungen an Kartoffelsorten gerecht werden zu können, braucht es eine Ausweitung und Verstärkung entsprechender Züchtungsprogramme.

Die Bandbreite an widerstandsfähigen Sorten nimmt in den letzten Jahren erfreulicherweise stark zu. Um die Widerstandsfähigkeit einer Kartoffelsorte möglichst effizient und lange aufrecht erhal-

ten zu können, bedarf es künftig möglichst einer durch mehrere Gene bedingte (polygentischen Verankerung) Widerstandsfähigkeit in einer Sorte. Hier ist noch viel Züchtungsforschung notwendig. Bis dahin gilt es aber auch, die bisher vorhandenen widerstandsfähigen Kartoffelsorten noch breiter im Anbau und im Markt zu etablieren.

Ein weiterer Schaderreger im Kartoffelanbau ist der Rhizoctoniapilz (*Rhizoctonia solani*). Er kann sowohl Stängel als auch die Knollenoberfläche befallen. Kritisch ist vor allem der Befall der Stängel, weil dies zu erheblichen Ertrags- und Qualitätseinbußen führt. Daher wird das Krankheitsbild von *Rhizoctonia solani* auch als Wurzeltöterkrankheit beschrieben. *Rhizoctonia solani* bildet auf der Oberfläche der Kartoffelknolle sogenannte Sklerotien aus, welche auch als Kartoffelpocken bezeichnet werden. Diese Sklerotien an der Oberfläche der Kartoffelknolle dringen nicht in die Knolle ein und können abgeschabt werden. Dennoch werden sklerotienbefallene Knollen oft aussortiert, auch wenn die Knollen weiterhin verzehrfähig sind. Dies ist einerseits den Qualitätskriterien des Handels geschuldet, aber andererseits auch dem Umstand, dass die gängige Fotoverlesetechnik nicht zwischen Sklerotien von *Rhizoctonia solani* und Drahtwurmschäden unterscheiden kann.

In diesem Zusammenhang wäre es von Bedeutung, durch entsprechend Aufklärungskampagnen das Wissen darum zu verbreiten, dass sklerotienbefallene Kartoffeln zwar äußerliche „Mängel“ aufweisen, die innere Qualität der Kartoffelknolle und damit die wesentliche Lebensmittelqualität einer Kartoffel dadurch nicht beeinträchtigt wird.

Die wichtigste Maßnahme für die Gesunderhaltung einer Kartoffelkultur ist es, den Kartoffeln gute Wachstumsbedingungen zu verschaffen. Gut geeignet sind dabei Standorte mit möglichst warmen, eher trockenen Boden. Außerdem sollten möglichst keine Erntereste der Vorkultur im Damm verbleiben (Maisstoppel, Stroh, etc.), da der Rhizoctoniapilz darauf überwintert. Werden geprüfte, zertifizierte Pflanzkartoffeln verwendet, wobei weniger als 20 % der Knollen Sklerotien aufweisen sollten, trägt das ebenfalls maßgeblich zu einer gesunden Entwicklung bei. Auch das Vorkeimen

kann den Kartoffeln einen entscheidenden Wachstumsvorteil verschaffen. Kurative Behandlungsmöglichkeiten bestehen nicht.

Darüber hinaus ist es wichtig, die Knollen nach dem Absterben des Krautes möglichst zeitnah zu ernten, sobald die nötige Festschaligkeit gegeben ist, da sich die *Rhizoctonia*-Pocken als „Überwinterungsform“ des Pilzes erst nach Absterben des Laubes bilden. Je länger die Knollen im Boden bleiben, desto länger hat der Pilz Zeit, Dauersporangien zu bilden.

Der Drahtwurm schädigt Knollen im erheblichen Umfang. Hierbei handelt es sich um die Larven des Schnellkäfers. Eine intensive Bodenbearbeitung zu den Zeiten, in denen die Larven aktiv sind, stört den Lebensraum und das Eigelege der Drahtwurmlarven und ist vor allem nach Getreide und Körnerleguminosen wichtig. Auch die Auswahl von Zwischenfrüchten oder Untersaaten muss bei drohendem Befall wohl bedacht werden, um den Larven keine Nahrungsgrundlage bis zum Kartoffelanbau zu ermöglichen. Das Mittel Attracap mit dem Pilz *Metarhizium brunneum* als Wirkstoff wirkt gegen den Drahtwurm und ist auch im Ökolandbau zulässig, derzeit aber nur per Notfallzulassung (Artikel 53) zugelassen.

Zum Totalverlust des Laubes und damit zu großen Ertragsausfällen können Fraßschäden des Kartoffelkäfers führen. In den vergangenen Jahren hat das Aufkommen des Kartoffelkäfers tendenziell zugenommen.

In warmen Jahren kann es durchaus zu zwei Käfergenerationen kommen. Gegen den Kartoffelkäfer werden im Ökolandbau vor allem Mittel mit den Wirkstoffen *Bacillus Thuringiensis* subsp. *tenebrionis* (Novodor FC) und Azadirachtin (NeemAzal T/S) verwendet. Leider wurde für *Bacillus Thuringiensis tenebrionis* anders als für andere *Bacillus Thuringiensis* Subspezies 2019 aus wirtschaftlichen Gründen keine Wiederzulassung beantragt. Das Mittel wirkt sehr spezifisch und wird nur im Öko-Kartoffelanbau eingesetzt, so dass sich die Kosten für eine Wiederzulassung nicht rechneten. Seit 2020 war Novodor FC in Deutschland über eine Notfallzulassung (Artikel 53) verfügbar.



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

## 2.2. Sorten und Züchtung

Das Bundessortenamt führt eine beschreibende Sortenliste, in die neue Sorten nach einer zweijährigen Prüfung aufgenommen und damit zugelassen werden. Die Liste führt sowohl die Resistenz gegen

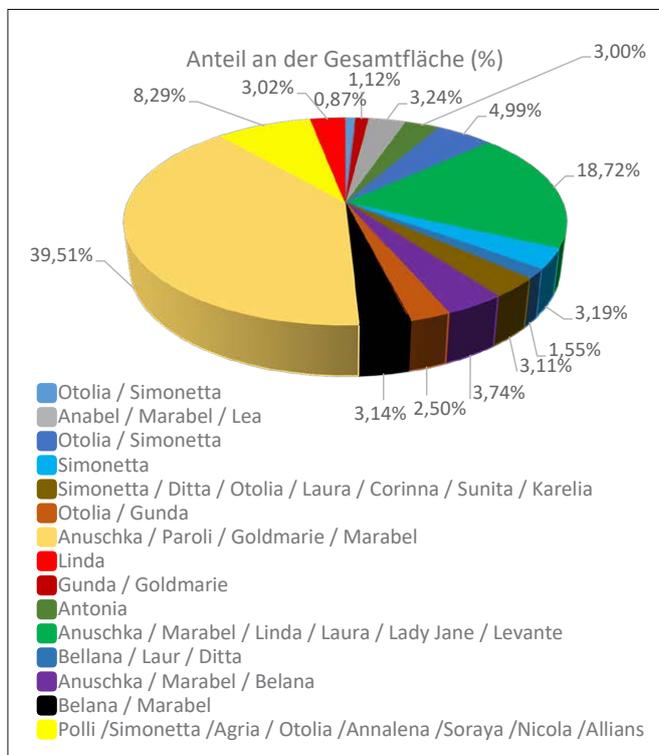


Abbildung 3: Flächenanteil Kartoffelsorten und Kartoffelsortengemische an der Erhebung

Krautfäule als auch gegen Kartoffelkrebs und Nematoden auf, sowie die Anfälligkeit gegenüber Y-Virus. Wie erwähnt, kommen resistente Sorten in der Regel mit einem geringeren Kupfereinsatz aus als anfällige.

Darüber hinaus werden Sorten in ihrer Reifezeit, dem Kochtyp und dem Verwertungsziel (z.B. Speise, Stärke- oder Pommes Frites-Kartoffeln) unterschieden. Bei einem Großteil der befragten Betriebe waren die Gesundheit, der Geschmack, der Kundenwunsch und die frühe Reife ausschlaggebend für die Sortenwahl.

Darüber hinaus wurden einzelne Sorten auch wegen ihrer Trockentoleranz oder für die Vermehrung gewählt.

Der Anteil der krautfäulestabilen Sorten an der gesamten in der Erhebung dokumentierten Kartoffelanbaufläche wird in der folgenden Grafik nochmals veranschaulicht:

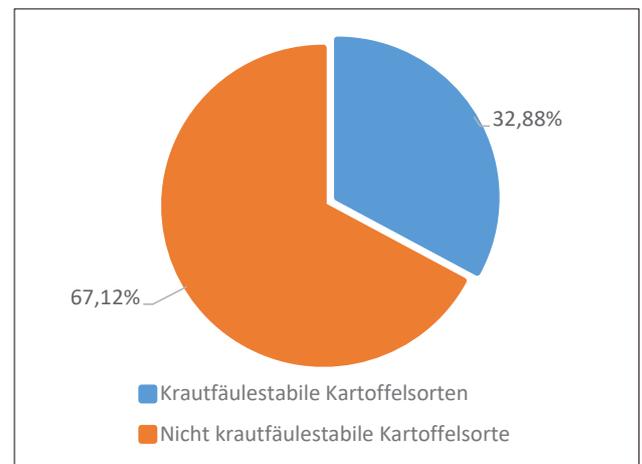


Abbildung 4: Anteil krautfäulestabiler Kartoffelsorten in Prozent (blau) an der erhobenen Kartoffelanbaufläche.

Es zeigt sich, dass die befragten Betriebe im Jahr 2023 auf ca. 33% der betrachteten Anbaufläche Kartoffelsorten anbauten, welche in besonderem Maße krautfäulestabil sind. Mögliche Gründe hierfür sind Vorgaben durch den Handel, Gewohnheit bzw. gute Erfahrungen mit anderen Sorten sowie die Verfügbarkeit von krautfäulestabilen Sorten. Im Vergleich zur Erhebung des Jahres 2022 ist der Anteil um fast zehn Prozent gestiegen. Es gibt

bereits privatrechtliche Standards im Ökosektor, nach denen Betriebe mindestens zehn Prozent krautfäulestabile Sorten anbauen müssen. Durchschnittlich liegen die befragten Betriebe also über diesem Wert. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Betriebe in den südlichen Bundesländern tendenziell mehr als diese verbandsintern vorgegebenen zehn Prozent anbauen. Grund dafür ist, dass hier vorwiegend festkochende Kartoffeln eine größere Bedeutung haben. Bei diesen ist es leichter, eine krautfäulestabile Sorte zu wählen. Im Norden Deutschlands werden hingegen zu einem großen Anteil festkochende Kartoffeln angebaut, bei denen die Auswahl an Sorten mit guter Krautfäulestabilität bisher gering ist. Basierend auf den o.g. Standards wurde eine Liste mit überdurchschnittlich stabilen Sorten erstellt. Dies bedeutet allerdings nicht, dass Sorten, die nicht auf dieser Liste stehen, für den Bio-Anbau nicht geeignet sind. So kann z.B. eine frühreife Sorte, die relativ anfällig für Krautfäule ist, mehr Ertrag und bessere Qualität liefern als eine spätreife Sorte mit ausgeprägter Krautfäulestabilität einfach dadurch, dass sie durch die frühe Abreife dem Druck der Krautfäule nicht oder nur wenig ausgesetzt ist (vgl. Sorte Marabel).

Es ist nicht möglich, das gesamte Spektrum nur mit krautfäulestabilen Sorten abzudecken, da es noch viele weitere Punkte gibt, die beim Kartoffelanbau beachtet werden müssen. Eine gewisse Stabilität gegen diesen Erreger ist wichtig und die Züchtung muss hier weiter vorangehen, um den Pflanzenschutzmitteleinsatz weiter reduzieren zu können. Eine Verpflichtung, nur solche Sorten anzubauen, wäre jedoch kontraproduktiv und würde nicht den vielfältigen Anforderungen im Bio-Kartoffelbau entsprechen.

Die weitere Züchtung resistenter bzw. toleranter Sorten ist jedoch ein wichtiger Baustein für den erfolgreichen Anbau und bringt Fortschritte bei der Kupferreduktion. Aktuell beruht die Widerstandskraft von toleranteren Sorten auf ein bis zwei R-Genen. Diese können evolutionär schnell durch den Pilz überwunden werden. Um die Widerstandskraft aufrechtzuerhalten, wird auch bei diesen Sorten Kupfer angewendet – die Einsparungen im Vergleich zu nicht widerstandsfähigen Sorten sind allerdings bereits fundamental. Ein ausführlicher

Beitrag dazu findet sich im Pflanzenschutzmittelbericht des Jahres 2022 (Kapitel 2.3).

### 2.3. Fruchtfolge

Wie bereits benannt, kommt im ökologischen Ackerbau der Fruchtfolge eine zentrale Bedeutung zu. Über stickstofffixierende Leguminosen kann einerseits der Stickstoffentzug durch die Ernte der Vorkulturen balanciert werden, andererseits kann durch die zeitliche Entzerrung gleicher oder verwandter Kulturen in der Fruchtfolge Krankheiten und Schädlingen das Habitat entzogen werden. Aus eben solchen phytosanitären Gründen ist die Einhaltung einer Anbaupause von mindestens vier Jahren beim Anbau von Kartoffeln essentiell. Die empfohlenen Anbaupausen wurden, wie in Tabelle 7 dargestellt, von einem überwiegenden Teil der Betriebe eingehalten.

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

Jahre Anbaupause	Anzahl von Schlägen (von 17)	Anteil der Gesamtfläche (%)
0	1	0,60%
1	0	0,00%
2	0	0,00%
3	2	8,24%
4	1	3,00%
5	6	25,46%
>5	10	62,71%

Der Leguminosenanteil in der Fruchtfolge, betrachtet über die der Kartoffel vorangegangenen fünf Jahre, liegt bei 45%. Der Anteil Getreide (hier Weizen, Dinkel, Körnermais, Roggen, Wintergerste, Triticale, Hafer) in der Fruchtfolge in dem betrachteten Zeitraum von fünf Jahren vor dem Kartoffelanbau beträgt 48%.

Auf 12 von 17 Schlägen wurden vor den Kartoffeln Zwischenfrüchte angebaut. Auf allen 12 Schlägen wurden dabei Mischungen mit Leguminosenanteil angebaut.

**Tabelle 8: Anzahl Auftreten von Kulturen in Fruchtfolgen (2018 - 2022) vor Kartoffeln in 2023.**

Kultur	Anzahl in Fruchtfolgen (2018 - 2022)	Anzahl in Vorfrucht (2022)
Dinkel	18	5
Klee gras	15	3
Winterweizen	11	5
Luzerne	6	1
Kartoffel	4	1
Roggen	4	-
Luzernegras	4	-
Körnermais	4	-
Soja	3	-
Klee	3	-
Ackerbohne	2	-
Rotklee	2	-
Leguminosen-Sommergetreide-Mischung	2	-
Sommerweizen	1	1
Triticale	1	1
Wintergerste	1	-
Möhren	1	-
Hafer	1	-
Zuckerrüben	1	-
Erbse	1	-

## 2.4. Düngung

Wie bereits erwähnt, ist die weite Fruchtfolge im Ökolandbau u.a. für den Nährstoffhaushalt des Bodens elementar. Es würde allerdings den Rahmen des Berichts sprengen, wenn die Datenabfrage auch Bodenproben-Untersuchungen zur Ermittlung des Nährstoffgehaltes beinhalten würde. Daher wurde hier lediglich abgefragt, ob zusätzlich zur Fruchtfolge Handels- und/oder Wirtschaftsdünger ausgebracht wurden.

2023 wurden 10 der 17 Schläge bzw. 26,54 ha von insgesamt 40,06 ha zusätzlich zur Fruchtfolge organisch gedüngt. Im Durchschnitt wurden 24,82 kg Stickstoff pro gedüngtem Hektar ausgebracht. Neben Wirtschaftsdüngern (Festmist vom Rind und Pferd) wurden auch Handelsprodukte (Federmehl-pellets) zur N-Düngung eingesetzt.

## 2.5. Mechanische Beikrautregulierung

Bereits die Grundbodenbearbeitung erfüllt neben Aspekten wie Lockerung wichtige Funktionen in der Beikraut- und Schädlingsregulierung. Durch wendende Verfahren werden Beikrautsamen oder auch bspw. Pilzsporen in tiefere Erdschichten bewegt, wo sie nicht keimen bzw. die später wachsende Kultur nicht oder nur schwerer infizieren können. Auch die Bereitung eines falschen Saatbetts erlaubt Beikraut zunächst zu keimen, um anschließend die jungen Pflanzen in den Boden einzuarbeiten und damit abzutöten.

**Tabelle 9: Geräteeinsatz Grundbodenbearbeitung Kartoffel.**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 17)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Pflug	100,00%	16	16
Grubber	95,58%	14	15
EGge	42,82%	12	22
Scheiben-egge	0,00%	0	0
Fräse	34,32%	8	8

Im Kartoffelbau wurden maßgeblich Pflug, Grubber und Egge und spezifisch Scheibenegge verwendet sowie die Fräse in deutlich geringerem Umfang (siehe Tabelle 10). Für die Pflanzung der Kartoffeln ist ein möglichst lockerer, trockener und erwärmter Boden wichtig, so dass die Grundbodenbearbeitung in der Regel relativ intensiv erfolgt.



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

## Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Da im Ökolandbau der Einsatz von Herbiziden nicht zulässig ist, wird über kulturtechnische Maßnahmen der Wuchs von Beikraut reguliert. Ein zentraler Bestandteil im ökologischen Ackerbau ist dabei die mechanische Beikrautregulierung. Durch sie soll das Beikraut so zurückgedrängt werden, dass wenig Konkurrenz besteht und die Kulturpflanzen in ihrer Entwicklung nicht beeinträchtigt werden. In den betrachteten Kartoffelbaubetrieben wurden im Wesentlichen vier Maschinen eingesetzt: Striegel, Hacke, Häufler und Dammfräse. Mit dem Häufelgerät oder der Dammfräse werden die Dämme für den Kartoffelbau angelegt, dementsprechend weitverbreitet ist der Einsatz beider Geräte auf den betrachteten Flächen.

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

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 17)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Striegel	39,42%	11	19
Hacke	64,86%	13	19
Häufeln	100,00%	17	28
Fräsen	0,00%	0	0
Abflammen	0,00%	0	0
Abschlegeln	13,23%	5	7

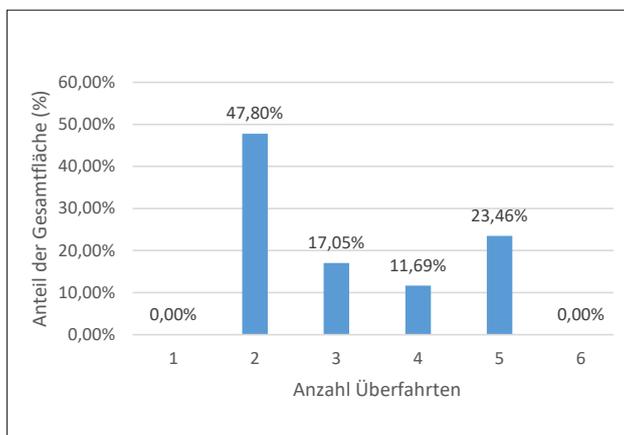


Abbildung 5: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche.

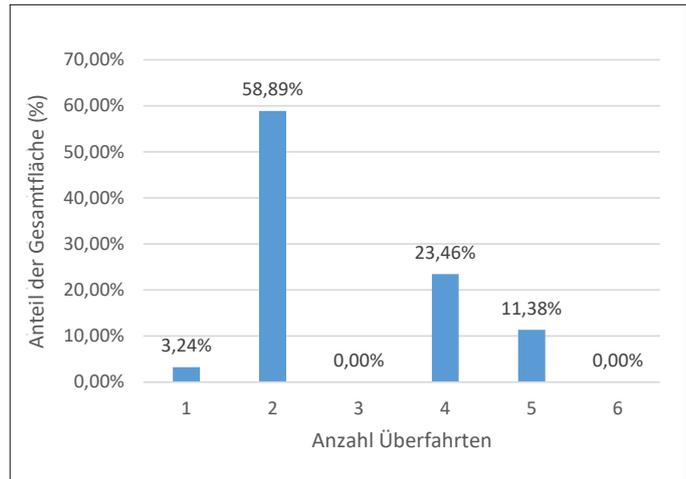


Abbildung 6: Anzahl der Überfahrten zur direkten mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

## 2.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Um den Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln zu minimieren, setzen Bio-Betriebe eine Reihe vorbeugender Maßnahmen ein:

Durch das Vorkeimen der Pflanzkartoffeln haben diese bspw. schon vor der Pflanzung einen Entwicklungsvorsprung. Dieser hat mehrere Vorteile: Zum einen senkt er die Anfälligkeit gegenüber *Rhizoctonia solani*. Zum anderen hilft die hierdurch schnellere Bodenbedeckung Beikraut zu unterdrücken. Außerdem erhöht die frühere Abreife im Sommer die Resilienz gegenüber Krautfäule in dieser kritischen Zeit. 2023 wurden nur auf 2% der Fläche (im Vorjahr 18%), also auf 0,8 ha (im Vorjahr ca. 7,9 ha), vorgekeimte Pflanzkartoffeln ausgepflanzt.

Darüber hinaus führt der Anbau in windoffener Lage zu einer guten Belüftung der Anlage, was dazu führt, dass Blätter schneller trocknen und damit auch das Risiko von Pilzinfektionen gesenkt wird. Eine Ausrichtung der Reihen in Windrichtung erhöht diesen Effekt. Die windoffene Lage ist ein Standortvorteil und nicht an jedem Standort eine Maßnahme, die aktiv ergriffen werden kann.

2023 fand der Anbau von Kartoffeln zu 100% in windoffenen Lagen statt (im Vorjahr 26 %) statt.

Auf 55% dieser Flächen wurden zusätzlich auch die Reihen in Windrichtung ausgerichtet.

Abbildung 7 zeigt den errechneten Behandlungsindex für die betrachteten Kartoffelflächen 2023. Hier wurden alle ausgebrachten Pflanzenbehandlungsmittel eingerechnet. Im Falle von Kartoffeln waren dies Pflanzenschutzmittel, Grundstoffe und Bodenhilfsmittel. Wie der Behandlungsindex zeigt, ist die Behandlungsintensität im ökologischen Kartoffelanbau eher gering – es gibt (wie unten beschrieben) einige wenige essenzielle Anwendungen.

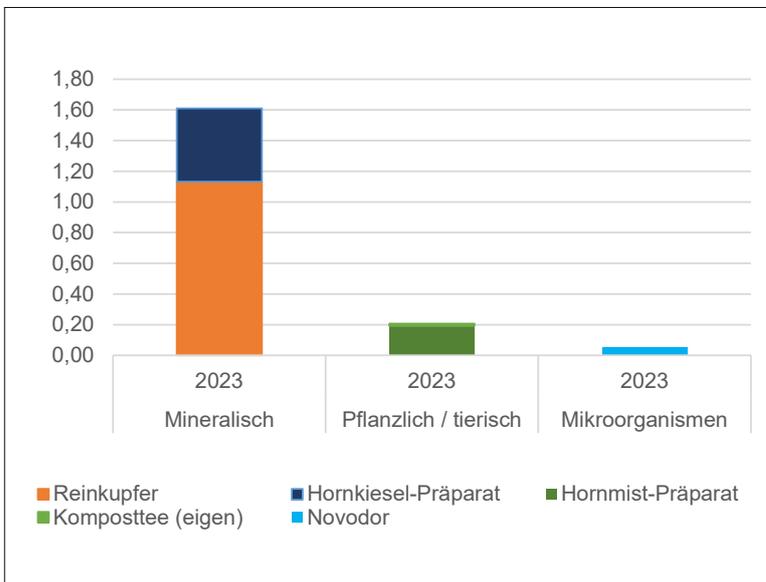


Abbildung 7: Behandlungsindex 2023 Kartoffeln.

### Kraut- und Knollenfäule

Von den betrachteten 40,06 ha wurden 44% (im Vorjahr 48%) oder 17,78 ha (im Vorjahr 20,85 ha) mit Kupfer (Kupferhydroxid) gegen Kraut- und Knollenfäule behandelt. Mit einer durchschnittlichen Aufwandmenge von 1,27 kg Reinkupfer pro Hektar und Jahr lag die eingesetzte Kupfermenge etwas über der im Vorjahr ausgebrachten Kupfermenge (im Vorjahr 1,23 kg Reinkupfer pro Hektar und Jahr). Die Gesamtaufwandmenge auf den behandelten Flächen bewegte sich zwischen 0,6 und 2,05 kg/ha.

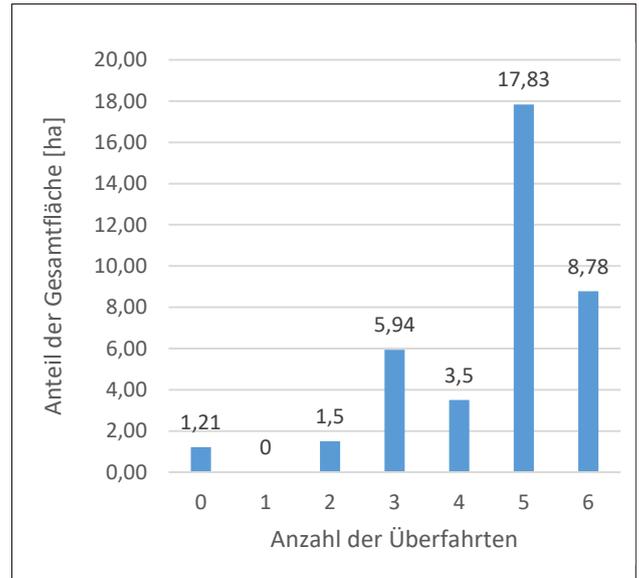


Abbildung 8: Überfahrten zur Anwendung von PSM in Kartoffeln.

**Tabelle 11: Kupfereinsatz im Öko-Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2023.**

Kupfereinsatz im Öko-Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2023	
Mittlere Aufwandmenge, je Anwendung	0,317 kg/ha
Anzahl Anwendungen	3,7
Durchschnittliche Gesamtreinkupfermenge	1,44 kg/ha

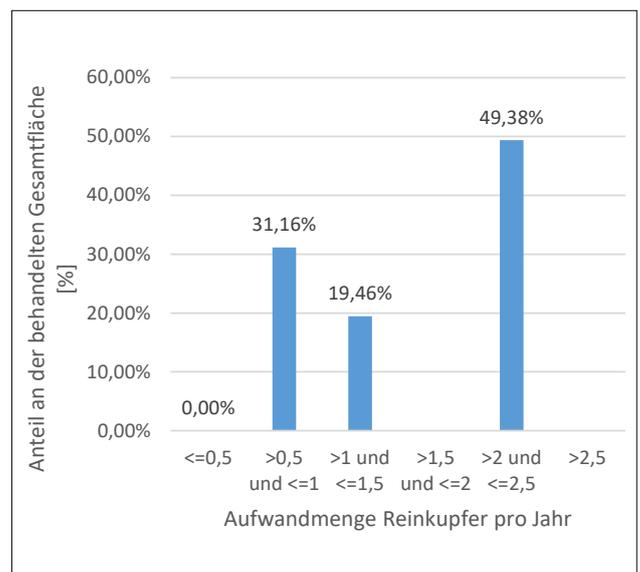


Abbildung 9: Aufwandmenge Reinkupfer in kg/ha in 0,5 kg-Schritten.

Mit Blick auf die Kupferminimierungsstrategie kann perspektivisch mit Hilfe von Maßnahmen wie der Züchtung von Krautfäule-widerstandsfähigen Kartoffelsorten und der Optimierung von Haftmitteln für den Kartoffelanbau sowie weiteren Strategiebausteinen einiges erreicht werden. Langfristig besteht so, bedingt durch die Anbaupausen von mindestens vier Jahren, die Perspektive, Kupfer nur in dem Maße einzusetzen, wie es von der Kartoffel und ihren Folgekulturen als Nährstoff aufgenommen wird, um damit der Anreicherung von Kupfer im Boden vollends entgegenzuwirken.

### Kartoffelkäfer

Zur Vermeidung eines Kartoffelkäferbefalls sind Anbaupausen und auch räumlicher Abstand zu vorherigen Kartoffelflächen wichtig. Der Schadorganismus selbst ist flugfähig und somit mobil, so dass Eier auch in neuen Kartoffelfeldern abgelegt werden können. Zur Regulierung des Kartoffelkäfers stehen vor allem die Mittel auf Basis des *Bacillus Thuringiensis* (BT) subsp. *Tenebrionis* (Novodor FC) und Azadirachtin (Neem Azal T/S) zur Verfügung. *Bacillus Thuringiensis* subsp. *Tenebrionis* wirkt sehr selektiv gegen den Kartoffelkäfer. Die schwierige Zulassungssituation wurde eingangs schon dargelegt. Hinzu kommt, dass als lebender Organismus die Produktion und dann auch Lagerung des Mittels schwierig sind – mit dem Resultat, dass in starken Befallsjahren keine ausreichenden Mengen an *Bacillus Thuringiensis tenebrionis* auf dem Markt erhältlich sind. Auch Azadirachtin wirkt gut gegen den Kartoffelkäfer. Mit den zunehmend längeren Wärmeperioden kommt es immer häufiger zu einer zweiten Generation an Kartoffelkäfern. Dies machte in den letzten Jahren teilweise mehr Anwendungen Azadirachtin als die beiden zugelassenen notwendig, so dass es in den letzten Jahren eine Notfallzulassung für eine dritte und vierte Behandlung mit Neem Azal T/S gab.

94% der betrachteten Kartoffelfläche (37,55 ha) wurden 2023 mit Insektiziden gegen den Kartoffelkäfer behandelt. Dabei wurde auf einer Fläche von 28,91 ha zur Regulierung sowohl Neem Azal T/S

mit dem Wirkstoff Azadirachtin als auch Novodor mit *Bacillus Thuringiensis* subsp. *Tenebrionis* eingesetzt (siehe Tabelle 14).

Auf einer Fläche von 6,52 ha wurde ausschließlich mit Novodor FC und auf einer Fläche von 2,12 ha ausschließlich mit Neem Azal T/S behandelt.

Der Einsatz beider Mittel ist in den folgenden Übersichten dargestellt.

Aufgrund des Klimawandels und den dadurch zunehmend warmen, trockenen Sommern wird zukünftig dem Kartoffelkäfer – und damit auch seiner Regulierung – wohl noch mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden müssen.

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

	Anteil der Behandelten Fläche (ha)	% der behandelten
Nur Novodor FC	Fläche	17,66%
Nur Neem Azal T/S	2,1	5,74%
Novodor FC und Neem Azal T/S	28,9	78,28%
1 Anwendung (Insektizide insgesamt)	6,5	17,66%
2 Anwendungen (Insektizide insgesamt)	3,1	8,29%
3 Anwendungen (Insektizide insgesamt)	24,6	66,64%

**Tabelle 13: Einsatz Neem Azal T/S im Öko-Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2023.**

Mittlere Aufwandmenge, je Anwendung	0,27 kg/ha
Mittlere Anzahl Anwendungen	1,18
Durchschnittliche Gesamtaufwandmenge	0,03 kg/ha

**Tabelle 14: Einsatz Novodor FC im Öko-Kartoffelanbau in Baden-Württemberg 2023.**

Mittlere Aufwandmenge, je Anwendung	1,72 kg/ha
Mittlere Anzahl Anwendungen	1,58
Durchschnittliche Gesamtaufwandmenge	0,30 kg/ha

## Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems

Der Kartoffelanbau ist für viele Biobetriebe ein wichtiges Standbein. Neben der Krautfäule ist es vor allem der Kartoffelkäfer, der ein sehr beträchtliches Schadpotential aufweist. Nach dem Auslaufen der Zulassung des BT Präparates Novodor stehen dem Bio-Kartoffelanbau aktuell zwei wirksame alternative Wirkstoffe zur Verfügung: Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Azadirachtin und mit dem Wirkstoff Spinosad. Letztere sind jedoch im Kartoffelanbau durch die Richtlinien der Anbauverbände untersagt. Novodor war in den letzten Jahren durch eine Notfallzulassung in Deutschland verfügbar. Perspektivisch ist aber die Wiederge-

nehmung des Wirkstoffs und die entsprechende Neuzulassung eines BT-Präparates von entscheidender Bedeutung für den Bio-Kartoffelanbau.

Neben Pflanzenschutzmitteln gibt es auch immer wieder Versuche, den Kartoffelkäfer bzw. seine Larven physikalisch von den Pflanzen abzusammeln. Hierzu gab es in der Vergangenheit bereits Versuche mit Saugern, aktuell gibt es neue Maschinen auf dem Markt, die mithilfe von rotierenden elastischen Kunststofflappen Kartoffelkäferlarven von den Blättern fegen. Die Praxisstauglichkeit solcher Ansätze muss sich erst noch beweisen; aber es zeigt das fortlaufende Bestreben, den Pflanzenschutzmitteleinsatz so weit als möglich zu minimieren.

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

Weizen ist in der Bundesrepublik Deutschland wie in Baden-Württemberg die wichtigste landwirtschaftlich genutzte Getreideart. Dies gilt sowohl für die konventionelle Landwirtschaft wie auch für den ökologischen Landbau. Zur Gattung *Triticum* zählen neben Winterweichweizen und Sommerweichweizen auch Hartweizen, Dinkel, Emmer und Einkorn. Allerdings ist Winterweichweizen unter den *Triticum*-Arten die für den Anbau in Deutschland mit Abstand bedeutendste.

Verwendung finden Weizenarten nach der Vermahlung in Speisemehlen, in Nudeln (hauptsächlich Hartweizen), in der Tierfütterung, im Brauwesen und der Alkoholherstellung. Um diesen verschiedenen Verwendungen und den jeweiligen Verarbeitungsansprüchen gerecht zu werden, sind unterschiedliche Qualitätsparameter relevant. Für die Nutzung als Speiseweizen (Mehle zum Backen) sind insbesondere Rohproteingehalt, Feuchtklebergehalt, Fallzahl, Volumenausbeute im Rapid Mix

Test, Sedimentationswert und weitere Parameter relevant. Diese werden durch Sorteneigenschaften, agronomische Entscheidungen, Standortparameter und jahresspezifische Charakteristika bestimmt. Für die Bezahlung relevant sind nach dem Einhalten der Höchstfeuchte oft hauptsächlich der Rohproteingehalt und die Fallzahl.

## 3.1. Krankheiten und Schädlinge

Nicht nur Ertrags- und Qualitätsparameter, sondern auch die Resistenz und Toleranz gegenüber Krankheiten werden durch genetische Faktoren der Sorte bestimmt. Zu den relevanten Pilzerkrankungen im Weizen zählen unter anderem Roste, insbesondere Gelbrost, *Septoria*, *Drechslera triticiprepentis* (DTR), Mehltau, Steinbrand, Halmbrech und *Fusarium*. Resistenzgene können einen Befall einerseits

eingrenzen oder gar verhindern. Andererseits spielen bei der Verbreitung und Schädigung durch Krankheitserreger acker- und pflanzenbauliche Aspekte eine entscheidende Rolle. Die Wahl gut mit Widerstandskraft und Toleranzen ausgestatteter, langstrohiger Sorten, eine reduzierte Stickstoffdüngung, die Nutzung antiphytopathogener Potentiale von Stallmist und Kompost, angepasste Saatzeit und Bodenbearbeitung sowie insbesondere die erweiterte, abgestimmte Fruchtfolge lassen es in aller Regel zu, Weizen ohne fungizide Wirkstoffe im Ökolandbau anzubauen. Zur Bekämpfung von Steinbrand wird in seltenen Fällen eine Beizung mit Bakterienpräparaten oder Mitteln auf Senfmehlbasis vorgenommen.

### 3.2. Sorten und Züchtung

Bei der Sortenwahl ist primär die spätere Verwendungsrichtung relevant. Im Ökolandbau spielen vor allem Sorten für Back- und Futtermittelverwertung eine große Rolle. Weizensorten werden in Kategorien eingeteilt. E-Sorten (Eliteweizen) und einige A-Sorten kommen für den Backweizenanbau in Frage, sind aber ertragsschwächer. B- und C-Sorten werden für die Verwendung als Futtergetreide angebaut und liefern höhere Erträge. Daneben unterscheiden sich die Kategorien vor allem im Feuchtklebergehalt und in der Fallzahl. Für eine gute Backfähigkeit und ein hohes Teigvolumen sind diese Parameter unerlässlich.

Neben der Verwertungsrichtung ist insbesondere im Ökolandbau eine ausgeprägte Blatt- und Ährengesundheit wichtig. Der Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel erfordert den Einsatz besonders resistenter oder toleranter Sorten. Auf eine hohe Gelb- und Braunrosttoleranz ist verstärkt zu achten, da diese Pilzkrankheiten zu hohen Ertragsverlusten führen können. Daneben spielen ein hohes Beikrautunterdrückungsvermögen durch zügige, ausgeprägte Bodendeckung, Frohwüchsigkeit und Pflanzenlänge eine wichtige Rolle.

Je älter eine Sorte ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Pilze eine Resistenz durchbrochen haben. Deshalb ist es wichtig, immer wieder

neue, resistenterere Sorten zu züchten, um den Schaderregern einen Schritt voraus zu sein.

Da die Anforderungen an Sorten für den konventionellen Landbau oft nicht mit denen für den ökologischen Landbau übereinstimmen, werden heute Weizensorten speziell für den ökologischen Landbau gezüchtet. Bei diesen Sorten wird ein besonderes Augenmerk auf Gesundheit und Resilienz gegenüber Schaderregern gelegt. Dabei spielen in der Vergangenheit eher kleine Ökozüchter wie die Getreidezüchtung Peter Kunz (Wiwa, Prim) oder der Dottenfelder Hof (Grannosos, Thomaro) bei Sorten mit dem Fokus auf hoher und sicherer Backqualität eine Rolle. Jedoch haben mittlerweile auch größere Züchter wie Secobra, DSV, KWS und weitere speziell für den Ökolandbau beworbene Sorten im Programm. Diese Sorten haben oftmals eine gewisse Eignung für den Ökolandbau, stammen aber nicht aus explizit ökologischer Züchtung im engeren Sinne. Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über die 2023 in der Erhebung verwendeten Sorten:

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

Weizensorte	In der Erhebung betrachtete Anbaufläche (ha)	Anzahl Schläge
Argument [B]	1,6	2
Aristaro [E], Graziaro [B], Philaro [E]	6,4	2
Aristaro [E], Graziaro [B], Wendelin [E]	2,4	1
Asory [A]	20,5	10
Elixer [C]	6,7	4
Graziaro [B]	3,1	2
Illusion [A]	3,5	1
Informer [B]	18,3	17
KWS Essenz [A]	4,2	1
KWS Keitum [C]	4,3	1
Liocharls [E]	7,2	3
Liocharls [E] Population	2,4	3
Pizza [E]	14,7	4
Thomaro [E]	5,2	2
Wendelin [E]	17,0	2

Auf 117,37 ha wurden insgesamt 16 verschiedene Sorten angebaut. Dabei überwogen mit einem Flächenanteil von ca. 45% deutlich die E-Sorten. Der Anbau dieser Backweizensorten fand mit ca. 52,25 ha auf dem Großteil der untersuchten Flächen statt. Gründe für die Sortenwahl waren bei diesen Sorten vor allem die konstante Qualität, auch im Verhältnis zur Gesundheit, sowie gute Erfahrungswerte und ein hoher Strohertrag. Die Futterweizensorten wurden entsprechend ihres Verwertungsziels in erster Linie aufgrund ihres Ertragspotenzials sowie des Eiweißgehaltes gewählt.

### 3.3. Fruchtfolge

Um gute Backqualitäten zu erzielen, ist neben Sortenwahl und Standort vor allem die Stickstoffversorgung ein zentraler Faktor. Die Versorgung der Pflanze mit dem für gute Feuchtklebergehalte benötigten Stickstoff stellt im Ökolandbau eine Herausforderung dar. Entsprechend oft finden sich Leguminosen in der erfassten Fruchtfolge (siehe Tabelle 18).

In ökologischen Fruchtfolgen steht meist das Luzernegras oder Klee gras an erster Stelle. Einerseits verbessert das Luzernegras oder Klee gras durch seine intensive Durchwurzelung die Bodenstruktur, andererseits speichern die Leguminosen Stickstoff aus der Atmosphäre im Boden. Dieser Stickstoff steht im Anschluss den Folgekulturen zur Verfügung. Deshalb wird Weizen als stark stickstoffzehrende Kultur häufig nach Luzernegras oder Klee gras angebaut. Dies ist in Tabelle 18 ersichtlich, wo von insgesamt 55 Schlägen auf 18 Schlägen Luzernegras und auf 7 Schlägen Klee gras vor Weizen stand. Mit Linsen, Soja, und Klee gab es überdies zehn weitere Leguminosen als Vorfrucht. Durch diese Fruchtfolgegestaltung werden einerseits Stickstoffverluste in Grundwasser und Atmosphäre vermieden, sowie andererseits gute Backqualitäten erreicht. Weizen ist nicht selbstverträglich, deshalb müssen Anbaupausen von zwei bis drei Jahren eingehalten werden. Dies wurde auch auf dem überwiegenden Teil der Fläche so praktiziert (vgl. Tabelle 19). Außerdem kann Weizen Fruchtfolgekrankheiten wie die Schwarzbeinigkeit, für die auch Wintergerste und Roggen anfällig sind,

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

Kultur	Anzahl in Fruchtfolgen (2018 - 2022)	Anzahl in Vorfrucht (2022)
Luzernegras	44	18
Dinkel	33	6
Triticale	27	-
Winterweizen	26	-
Klee gras	24	7
Körnermais	19	4
Winterraps	18	-
Soja	11	7
Hafer	9	-
Kartoffel	8	7
Wintergerste	7	-
Weizen	6	-
Ackerbohne	6	-
Linsen	6	1
Klee	5	2
Erbsen	4	-
n.b.	4	-
Leguminosen/Sommergetreide-Gemisch	3	-
Rotklee	2	-
Emmer	2	-
Luzerne	2	-
Öllein	2	-
Raps	1	1
Roggen	1	-
Triticale/Wintererbse	1	-
Silomais	1	1
Karotten	1	1

übertragen. Deshalb eignen sich als Nachfrucht von Weizen Sommerungen wie Hafer oder Sonnenblumen. So kann auch gut eine Zwischenfrucht nach Weizen etabliert werden.

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

Jahre Anbaupause	Anzahl von Schlägen (von 55)	Anteil der Gesamtfläche (%)	Fläche
1	4	11,61%	13,6
2	21	23,41%	27,5
3	6	12,06%	14,2
4	2	8,55%	10,0
5	6	8,11%	9,5
>5	16	36,27%	42,6

Zwischenfrüchte wurden lediglich auf 6 Schlägen, oder 8,31 ha von insgesamt 117,37 ha Gesamtfläche in der Erhebung angebaut. Weizen wird als Winterung meist im Oktober oder November gesät. Für einen sinnvollen Zwischenfruchtanbau wird eine Vegetationszeit von mehr als acht Wochen benötigt. Deshalb ist der Anbau von Zwischenfrüchten vor Winterweizen eher unüblich. Zudem steht Weizen häufig in der privilegierten Fruchtfolgestellung nach Klee gras, so dass ein Zwischenfruchtanbau nicht erforderlich ist bzw. die Zeit vor der Weizenaussaat für Wachstum und Umbruch des Klee grasses genutzt wird.

### 3.4. Düngung

Die wichtigsten Nährstoffe für den Weizen sind Stickstoff, Phosphor und Kalium. Stickstoff wird für die Photosynthese und die Bildung von Proteinen und Enzymen benötigt. Phosphor beeinflusst sehr wesentlich den Stoffwechsel von Pflanzen und gilt als wichtiger Energieträger und -speicher. Kalium wird unter anderem für den Wasserhaushalt, die Bildung von Kohlenhydraten, die Resilienz gegenüber Schaderregern und zur Vermeidung von Frost- und Trockenstress benötigt. Wie schon in Kapitel 3.3 erwähnt, spielt bei der Düngung von Weizen die Stickstoffnachlieferung der Vorfrucht eine bedeutende Rolle. Darüber hinaus kann zusätzlich auch mit organischen Düngern der übrige Nährstoffbedarf gedeckt werden. Dabei kann über den Düngetermin die Wirkung des Düngers beeinflusst werden: Ein Düngetermin im zeitigen Frühjahr unterstützt den Ertrag, ein späterer Termin die Backqualität.

Je Dezitonne gebildeter Frischmasse nimmt Weizen circa 2,2 kg Stickstoff, 1 kg Phosphat und 1,7 kg K<sub>2</sub>O auf.

Im Anbaujahr 2023 wurden von den betrachteten Betrieben auf 97,14 ha im Durchschnitt der mit Stickstoff gedüngten Flächen 90,45 kg N ausgebracht. Gedüngt wurde über organische Wirtschaftsdünger in Form von Mist, Gülle, Biogas-Gärreste, Grüngutkompost, sowie organische Handelsdünger (Hühnertrockenkot). Weiterhin ist die Stickstoffnachlieferung aus den Vorkulturen entscheidend, um den Bedarf des Weizens zu decken.

### 3.5. Mechanische Beikrautregulierung

Bei der Bodenbearbeitung wurde auf 41 % der betrachteten Öko-Weizenflächen pfluglos gearbeitet. Gleichzeitig bleibt die Grundbodenbearbeitung eine wichtige Maßnahme zur Beikrautregulierung sowie zur Mobilisierung von Nährelementen im Boden durch Förderung der Mineralisierung. Auf 91 % der Fläche reichten ein bis zwei Überfahrten. Beides ist in Tabelle 18 und Abbildung 10 dargestellt.

**Tabelle 18: Bodenbearbeitung in Winterweizen.**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 55)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Pflug	59,39%	22	22
Grubber	61,98%	44	101
Egge	80,18%	42	50
Fräse	0,00%	0	0

Generell ist im ökologischen Ackerbau nicht der komplett beikrautfreie Bestand das Ziel der Maßnahmen zur Beikrautregulierung, vielmehr ist die Reduktion der Ackerbegleitvegetation auf nicht ertragsrelevante Ausmaße das Maß für diese Tätigkeiten. Dies schließt auch die Vorausschau auf in der Rotation folgende Kulturen und eine entsprechende mittelfristige Fruchtfolgeplanung ein. Durch den Wechsel von Sommerungen und Winter-

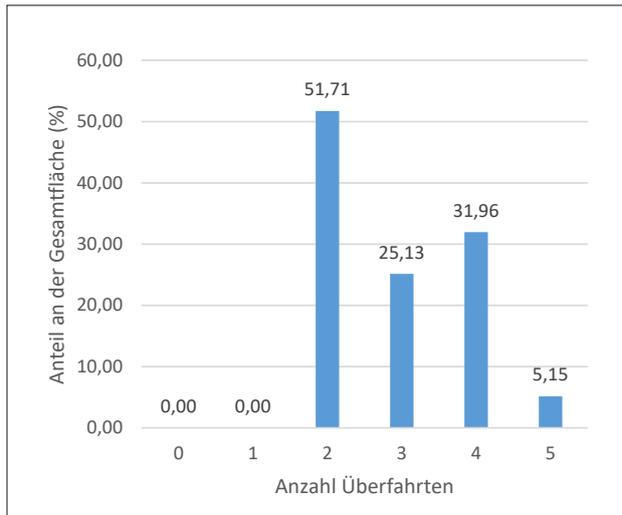


Abbildung 10: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche.

ungen, sowie Halm- und Blattfrüchten, den Ackerfutterbau, Bodenbearbeitung und mechanische Beikrautkontrolle kann die Massenvermehrung und die damit einhergehende Schädigung durch einzelne Beikrautarten weitgehend vermieden werden. Ein gewisser Besatz an Beikrautarten, wie beispielsweise Acker-Stiefmütterchen, Taubnessel und Vogelmiere fördert die Biodiversität in Pflanzengesellschaften und ist sehr wichtig für einen angemessenen Insektenbesatz im Kulturbestand.

Klettenlabkraut und Ackerfuchsschwanz haben ein hohes Nährstoffaneignungsvermögen und können bei vermehrtem Auftreten eine starke Konkurrenz gegenüber dem Weizen um Licht, Wasser und Nährstoffe ausbilden. Neben den Grundlagen durch Fruchtfolge und Bodenbearbeitung können diese Samenunkräuter durch Strategien wie das falsche Saatbett, Blindstriegeln und das Kämmen von Pflanzen in einem späteren Vegetationsstadium mit dem Striegel in aller Regel gut reguliert werden. Wurzelunkräuter wie Ampfer und Distel müssen besonders umfassend in die passive und aktive Strategie zur Beikrautkontrolle integriert werden, da deren direkte Bekämpfung mit mechanischen Mitteln in der Weizenkultur kaum möglich ist. Mit dem Striegel ist gegen aus Wurzeln ausgetriebene Pflanzenarten keine bedeutende Wirkung Regulationswirkung zu erzielen. Das Hacken von Beständen kann Teilerfolge erzielen. Deshalb sind Fruchtfolge und Bodenbearbeitung von entscheidender Bedeutung und oft gegenüber konventionellen Strategien stärker ausgeprägt.

Auch in der Beikrautkontrolle hat die Sortenwahl eine wichtige Bedeutung. Sorten, die höher wachsen, eine planophilere (also waagerechtere) Blattstellung und zügige Jugendentwicklung aufweisen und den Ertrag zu einem bedeutenden Teil über die Bestandsdichte realisieren, beschatten den Boden stärker und früher. Sie sind konkurrenzstärker und können so Begleitpflanzen unterdrücken. Da bei der Sortenwahl auf gute Standfestigkeit und Halmgesundheit geachtet wird, verhaltener gedüngt wird, höhere Pflanzenlängen zur Beikrautkontrolle erwünscht und Fruchtfolgeabstände gewährleistet sind, kann außerdem auf Wachstumsregler verzichtet werden.



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



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

Im ökologischen Weizenanbau kann durch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel verzichtet werden. Diese Maßnahmen bedingen jedoch teils auch ertragsbezogene Nachteile gegenüber konventionellen Systemen, sind aber weniger von Resistenzentwicklungen betroffen. Die Ertragsdifferenz zwischen ökologischem und konventionellem Weizenanbau ist stark von den Standortgegebenheiten, der Verfügbarkeit von Nährstoffen im jeweiligen Ökobetrieb und der Stellung in der Fruchtfolge abhängig. Zudem muss die Betrachtung dieses Aspektes immer auch das Produktionsziel, also die Qualitätsstufe des Erntegutes, einbeziehen.

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

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 55)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Striegel	86,81%	41	67
Hacke	32,64%	22	24
Walze	7,68%	7	7

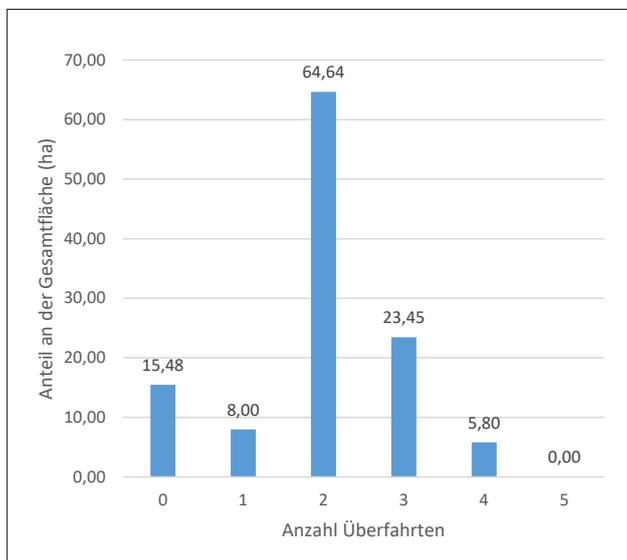


Abbildung 11: Anzahl der Überfahrten zur direkten Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

Zur Belüftung des Bestandes kann der Anbau in windoffener Lage und zusätzlich die Anlage der Reihen in Windrichtung ein Vorteil sein und bspw.

Pilzinfektionen vorbeugen. 30 % (im Vorjahr 35 %) der betrachteten Weizenbestände, oder 34,67 ha (im Vorjahr 39,28 ha) wurden in windoffener Lage angebaut. Auf 5,8 ha (im Vorjahr 14,2 ha) wurden zusätzlich die Reihen in Windrichtung angelegt.

## Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems

Im Rahmen des Klimawandels werden weitere Anpassungen im Weizenanbau notwendig sein. Durch eine längere Vegetationsperiode und mildere Winter verschieben sich die optimalen Zeitpunkte für eine Bodenbearbeitung, die Saat und die mechanische Beikrautkontrolle. Da in milder werdenden Wintern Beikraut in der Regel weiterwächst, wird die Beikrautkontrolle herausfordernder. Dies wird dadurch noch verstärkt, dass Pflanzenarten, welche zunächst einmal als nicht winterhart beschrieben sind, aufgrund der milderen Klimabedingungen nicht mehr sicher abfrieren. Weiterhin erfährt auch die Relevanz verschiedener Krankheitserreger eine durch den Klimawandel bedingte Verschiebung. Zukünftig werden solche Arten profitieren und sich dadurch verstärkter in den Kulturbeständen etablieren, welche mit von Trockenheit und Wärme gut zurechtkommen. Zudem gewinnen Erkrankungen von Kulturpflanzen an Bedeutung, welche durch Insekten als Vektoren übertragen werden, insbesondere Viruserkrankungen.

Insofern ist die Züchtung einerseits in Bezug auf die Trockenheitstoleranz und andererseits mit Blick auf das veränderte Krankheitsgeschehen besonders gefragt. Da die Düngung im Ökolandbau von der Umsetzung organischen Materials im Boden abhängt, sind Bodentemperatur und Wasserverfügbarkeit entscheidend. Gleichzeitig verändern sich die Wachstumsbedingungen für Leguminosen zum Negativen. Dies stellt den Ökolandbau hinsichtlich der Stickstoffversorgung der Kulturpflanzen vor große Herausforderungen. Die Voraussetzungen in Bezug auf die Stickstoffversorgung im ökologischen Weizenanbau werden also schwieriger. Früher abreifende Sorten

gewinnen an Bedeutung, um negative Effekte der Fröhsommertrockenheit zu vermeiden, indem die Hauptentwicklung der Pflanzen vor der Phase der hauptsächlichsten Trockenheit und Hitze so weit wie möglich abgeschlossen ist.

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

Der Mais passt besser als oftmals angenommen in die Fruchtfolgen des ökologischen Landbaus, da er seinen Hauptnährstoffbedarf in der Zeit hat, wenn die Mineralisierungsbedingungen für organische Dünger und Pflanzenrückstände im Boden aufgrund der höheren Temperaturen günstig sind. Als Hackfrucht ist er zudem eine willkommene Auflockerung in der Fruchtfolge. Auch in Zeiten der zunehmenden Klimaveränderung zeigt sich, dass der Mais mit seiner Vegetationszeit über den Sommer hinweg die Böden in den sonnenreichen Monaten bedecken und aufkommende Niederschläge gut verwerten kann.

## 4.1. Krankheiten und Schädlinge

Ein zunehmendes Problem im ökologischen Maisanbau sind die Schäden, die durch Raben- und Saatkrähen verursacht werden. Diese fallen zum Teil in großen Schwärmen über angesäte Maisäcker her, picken die angekeimten Körner heraus oder reißen bis zu 5 cm hohe Pflänzchen aus, um an das Saatkorn zu kommen. Aufgrund der im Ökolandbau nicht vorhandenen systemischen Beizmittel und dem in einigen Regionen immer stärker werdenden Saatkrähedrucks wurde im Rheintal der Maisanbau von einzelnen Landwirt:innen bereits aufgegeben. Hohe Saatgutkosten mit der Unsicherheit, ob die Saatkrähen auftreten,

halten mittlerweile einige Betriebe vom Maisanbau ab, obgleich sie das Grundfutter dringend benötigen könnten und der Standort für einen Anbau bestens geeignet wäre. Pflanzenbauliche Maßnahmen wie eine tiefere Saatkornablage und das Fördern eines zügigen Feldaufgangs sind nur bedingt geeignete Maßnahmen, um den möglichen Schaden in akzeptablen Grenzen halten zu können. Darüber hinaus ist auch von zugelassenen Pflanzenstärkungsmitteln bei entsprechend hohem Druck keine ausreichende Wirkung hinsichtlich einer Schadensreduktion zu erzielen.



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

Am ehesten lassen sich die Saatkrähen noch mit Vergrämungsanlagen wie Knallgaskanonen oder Lautsprecher mit Greifvogelgeschrei von der Einsaat abhalten und erzielen dadurch noch am ehesten eine Wirkung. Jedoch können solche Anlagen zur Vogelabwehr nur bedingt in kleinräumigen Strukturen und in Siedlungsnähe zum Einsatz kommen.

Dringend notwendig sind weitere Anstrengungen seitens der Forschungen, neuen Vergrämungs- oder Vergällungsmaßnahmen zu entwickeln, um die Regulierung von Krähenpopulationen in einigen Regionen Baden-Württembergs wirklich effizient gestalten zu können.

## 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 Populationsorten 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 2023 wurden bei den befragten Betrieben insgesamt 17,04 ha (im Vorjahr 37,45 ha) Mais angebaut. Die folgende Tabelle verdeutlicht, welche Sorten wie häufig und auf welcher Fläche gesät wurden:

Hierbei sticht die Sorte LG 30215 heraus, die auf mehreren Parzellen und insgesamt auf der größten

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

Sorte	Anbaufläche (ha)	Anzahl Schläge
LG 30215	4,7	3
Crosbey	4,1	2
Ronaldinho	3,1	2
Figaro/LG32257	2,0	3
KWS Emporio	2,0	1
Amello	1,0	1

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. Fruchtfolge

Um den hohen Nährstoffbedarf des Maises zu decken und auch den Beikrautdruck unter Kontrolle zu halten, ist die richtige Fruchtfolgegestaltung von besonderer Bedeutung. Der Leguminosenanteil in der Fruchtfolgeübersicht (siehe Tabelle 21) ist mit 43 % 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.

**Tabelle 21: Fruchtfolge im Mais 2023.**

Kultur	Anzahl in Fruchtfolgen (2018 - 2022)	Anzahl in Vorfrucht (2022)
Luzernegras	12	3
Winterweizen	11	3
Wintergerste	7	4
Kleegras	5	1
Luzerne	4	-
Hafer	4	-
Linse-Hafer-Leindotter-Gemenge	3	-
Dinkel	3	1
Körnermais	3	-
Sommergerste	2	-
Erbsen	1	-
Weizen	1	-
Soja und Hafer-Erbse	1	-
n.b.	1	-
Roggen	1	-
Ackerbohne	1	-
Linsen	0	-
Soja	0	-
Sonnenblume	0	-

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 (48%) vor dem Mais Zwischenfrüchte in Form von leguminosenreichen Mischungen angebaut. Auf den Maisanbauflächen der betrachteten Betriebe ohne expliziten Zwischenfruchtanbau standen mit Luzernegras bzw. Klee gras aber ohnehin Leguminosen als Vorfrucht vor der Maiskultur.

Tabelle 22: Anbaupause im Mais.

Jahre Anbaupause	Anzahl von Schlägen (von 12)	Anteil der Gesamtfläche (%)	Fläche (ha)
1	0	0,00%	0
2	0	0,00%	0
3	3	27,82%	4,7
4	0	0,00%	0
5	0	0,00%	0
>5	11	72,18%	12,3

## 4.4. Düngung

Der Mais gilt als exzellenter Verwerter von organischen Düngern wie zum Beispiel Festmist, Gülle oder Gärresten aus Biogasanlage. Diese hohe Verwertungsrate bedingt, dass die Maispflanze auch größere Mengen von den Nährelementen aus den organischen Düngern gut in Ertrag umsetzen kann. Allerdings ist bei der Ausbringung darauf zu achten, dass mögliche Stickstoffverluste so weit als möglich reduziert werden können. Das bedeutet, dass vorab ausgebrachter Festmist, Gärrest und/oder Gülle unmittelbar nach der Ausbringung einzuarbeiten ist. Im Falle von Festmist sollte ggf. bereits zur vorgegangenen Zwischenfrucht eine Ausbringung erfolgen. Es zeigt sich zudem, dass eine Gülle- oder Gärrestgabe in den wachsenden Maisbestand bei einer Pflanzenhöhe von 40-70 cm sehr effektiv ist, da sich diese dann mit der Periode des höchsten N-Bedarfes der Kultur deckt.

Entsprechend wurde auch von den in der Erhebung 2023 erfassten Betrieben ausschließlich organisch gedüngt. Dies fand in Form von Rindermist, Rinder-

gülle, Schweinegülle und -mist sowie Hähnchenmist statt. Die ausgebrachten organischen Dünger wurden zumeist auch zeitnah eingearbeitet. Im betrachteten Anbaujahr 2023 wurden alle Maisflächen, welche bei der Erhebung berücksichtigt wurden, mit organischen Wirtschaftsdüngern gedüngt. Durchschnittlich wurden auf den 17,04 ha (im Vorjahr 31,36 ha) gedüngten Hektaren 74,25 kg N/ha (im Vorjahr 43,09 kg N/ha) ausgebracht.

## 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. 24% der in der Erhebung betrachteten Maisanbauflächen wurden mit drei Überfahrten und weitere 24% der betrach-

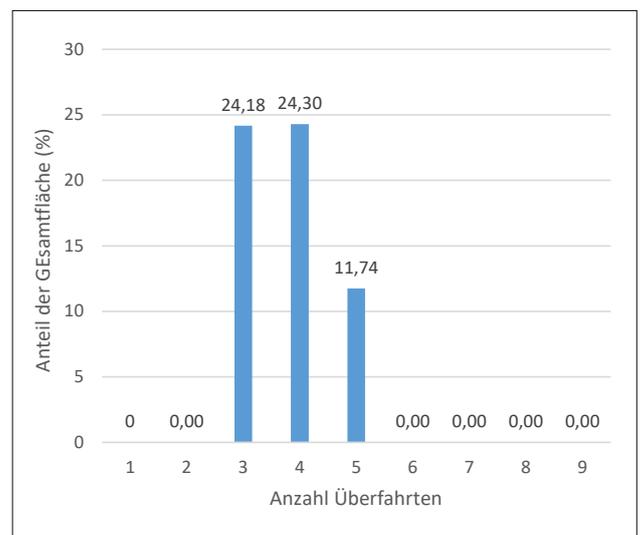


Abbildung 12: Anzahl Überfahrten zur Bodenbearbeitung prozentual über die Gesamtfläche.

## Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

teten Maisanbaufläche wurde mit 4 Überfahrten bearbeitet. Alle Schläge wurden mit Pflug oder Fräse bearbeitet.

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

Die mechanische Beikrautregulierung findet dann mit Striegel und Reihenhackmaschine statt. In der

hacke 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% (im Vorjahr 84%) der Fläche. Wie Tabelle 24 entnommen werden kann, kam die Hacke dabei deutlich öfter und auf fast der gesamten Fläche (88%, im Vorjahr 95%) zum Einsatz. Der Striegel hingegen wurde weniger häufig genutzt und nur auf 36% (im Vorjahr 64%) der Fläche verwendet.

**Tabelle 23: Bodenbearbeitung im Mais 2023.**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 12)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Pflug	100,00%	12	12
Grubber	17,61%	2	4
Egge	100,00%	12	19
Fräse	0,00%	0	0

Regel wird der Mais einmal ab 10 cm Wuchshöhe vorsichtig gestriegelt und dann abhängig vom Beikrautbesatz und der Bestandesentwicklung ein bis zweimal durchgehackt. Moderne Hackmaschinen setzen dabei häufig zusätzlich zu den normalen Hackscharen noch auf Werkzeuge wie die Finger-

**Tabelle 24: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung in Mais.**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 12)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Striegel	36,03%	4	5
Hacke	88,26%	11	18
Walzen/Mulchen	35,39%	3	3

## 4.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Wie auch im Weizen und den Körnerleguminosen wurden auch im Körnermais keine Pflanzenschutzmittel eingesetzt. In diesen Ackerbaukulturen kann mit den Grundlagen des Ökolandbaus (bspw. weiter Fruchtfolge, maßvoller organische Düngung und guter Sortenwahl) auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verzichtet werden. Auch hinsichtlich des Maiszünslers war es in den betrachteten Anbauflächen nicht notwendig Ausbringung von Trichogramma-Schlupfwespen vorzunehmen.

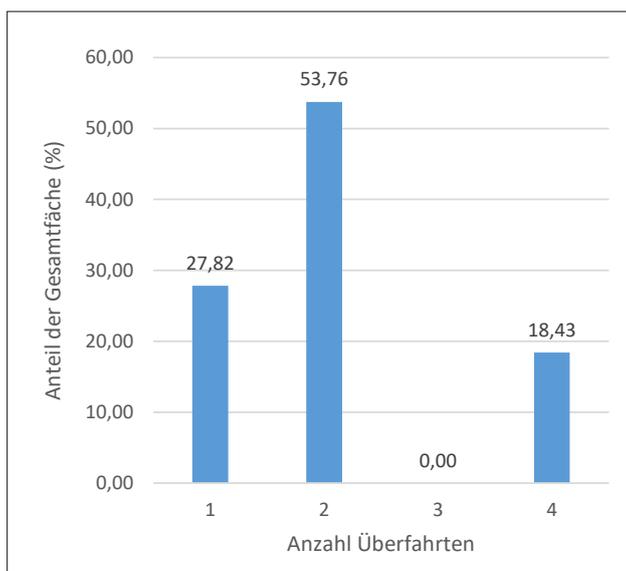


Abbildung 13: Anzahl der Überfahrten zur direkten mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche im Mais.

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

In der Vergangenheit war Wintergerste auf Öko-betrieben eher weniger häufig in den Fruchtfolgen vertreten und spielte eine untergeordnete Rolle. Aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach Öko-schweinefleisch wird der Anbau von Ökowintergerste als Futtermittel interessant und erfährt immer mehr Zuspruch. Darüber hinaus bringt der Anbau von Wintergerste zahlreiche pflanzenbau-liche Vorzüge mit sich, die gerade im Ökologischen Landbau sich auszahlen können. Aufgrund der relativ frühen Ernte ist eine gründliche Stoppelbe-arbeitung und die Regulierung von Wurzelunkräu-tern möglich und die Aussaat von Klee gras und Zwischenfrüchten können frühzeitiger in der Vege-tationsperiode erfolgen. Ebenso lassen sich durch die frühere Saat und Ernte auch Arbeitsspitzen im Betrieb reduzieren.

Im ökologischen Landbau wird Wintergerste über-wiegend als Futtergetreide angebaut und in der Regel im eigenen Betrieb verfüttert. Marktfrucht-betriebe vermarkten ihre Ernte für gewöhnlich über Erzeugergenossenschaften, um sie an Futtermittel-hersteller zu verkaufen. Wintergerste verfügt im Vergleich zu anderen Getreidearten über ein eher unterdurchschnittliches Ertragspotenzial, stellt aber an Standort und Nährelementversorgung ver-gleichsweise geringere Ansprüche. Das Wurzelsys-tem reagiert aber relativ stark auf Bodenverdich-tungen und stauende Nässe. Lehmiger Sand bis tiefgründige, kalkreiche und humose Lehmböden sind in der Regel sehr geeignet.

## 5.1. Krankheiten und Schädlinge

Die Wintergerste kann grundsätzlich von zahlrei-che Krankheiten und Schadorganismen befallen

werden. Zu den relevanten Pilzkrankungen bei der Kultur von Wintergerste zählen unter anderem Roste (Zwergrost, Gelbrost), Mehltau, Halmbruch und Fusarium, Rhynchosporium-Blattflecken, Ramularia-Sprenkelkrankheit, Gerstenflugbrand. Da die Kulturen im ökologischen Landbau grund-sätzlich eher auf niedrigerem Stickstoffniveau kul-tiviert werden, ist der Infektionsdruck bei Wintergerste allgemein gering. Eine erhöhte Anfälligkeit besteht gegenüber Netzflecken bei feucht-warmer Witterung, Rhynchosporium-Blattflecken bei feucht-kühler Witterung und seltener Mehltau bei Trockenheitsstress. Gerade im ökologischen Landbau ist daher auf blattgesunde Sorten und auf Ver-wendung von gesundem Saatgut zu achten.

## 5.2. Sorten und Züchtung

Bei der Sortenwahl sind vor allem blattgesunde Sorten zu bevorzugen. Es ist auf eine hohe Tole-ranz gegenüber den Pilzkrankheiten Netzflecken, Zwergrost und Ramularia zu achten. Durch die Verwendung von zertifiziertem Saatgut kann das Befallsrisiko bzgl. samenbürtiger Krankheiten wie Gerstenflugbrand oder die Streifenkrankheit deut-lich reduziert bzw. vermieden werden. Von Bedeu-tung für die Sortenwahl ist auch eine ausgeprägte Standfestigkeit der Sorte und eine geringe Neigung zu Halm- und Ährenknicken. Darüber hinaus ist das Vermögen 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 Züchtungsarbeit bei Gerste werden in einigen Bundesländern auch Versuche auf Öko-Betrieben durchgeführt.

### 5.3. Fruchtfolge

Wintergerste sollte bis spätestens Ende September gesät sein, da sonst die Gefahr der Auswinterung steigt. Aus diesem Grund sollten die Vorfrüchte möglichst früh räumen. Andererseits kann die frühe Bestellung aber auch wieder zu Problemen durch hohen Beikrautdruck vor dem Winter führen.

Um gute Kornqualitäten zu erzielen, ist neben Sortenwahl und Standort vor allem eine über den gesamten Vegetationsverlauf hinweg gleichmäßige Stickstoffversorgung ein zentraler Faktor. Die Versorgung der Pflanzen mit dem benötigten Stickstoff stellt im Ökolandbau eine Herausforderung dar. Entsprechend oft finden sich Leguminosen in der erfassten Fruchtfolge (siehe Tabelle 25).

**Tabelle 25: Vorkommen einzelner Kulturen in der Fruchtfolge 2018 – 2022 vor Wintergerste 2023.**

Kultur	Anzahl in Fruchtfolgen (2018 - 2022)	Anzahl in Vorfrucht (2022)
Winterweizen	20	8
Kleegras	14	-
Dinkel	14	2
Kleegras	14	-
Luzernegras	12	-
Winterraps	10	1
Ackerbohne	9	5
Sommergerste	9	-
Körnermais	5	-
Silomais	5	-
Lupine	4	4
Wintergerste	4	-
Triticale	3	-
Soja	3	-
Wintertriticale	3	-
Triticale-Wintererbsen-Gemenge	2	2
Sommerweizen	1	1
Kartoffel	1	-
Linse-Hafer-Gemenge	1	1

Da Wintergerste relativ frühzeitig bis spätestens Ende September gesät sein sollte, ist dein Zwischenfruchtanbau vor einer Wintergerstenkultur nur sehr schwierig umzusetzen. Zwei der betrachteten

Betriebe hatten auf jeweils 2 Schlägen trotzdem eine Zwischenfrucht angebaut. In der Gesamtbetrachtung macht dieser Zwischenfruchtanbau aber nur 11% (4,39 ha) von der insgesamt bei der Erhebung berücksichtigten Wintergerstenanbaufläche aus (insgesamt 40,50 ha). Verwendet wurden Untersaaten aus der Vorfrucht sowie bei einem der Schläge mit Zwischenfruchtanbau wurde der Ausfall der Vorfrucht (Linse-Hafer-Mischung) genutzt.

### 5.4. Düngung

Wintergerste ist relativ stressempfindlich bzgl ungleichmäßiger Nährelementversorgung, insbesondere hinsichtlich einer gleichmäßigen Versorgung mit Stickstoff im gesamten Vegetationsverlauf. Die Stickstoffverfügbarkeit stellt den limitierenden Faktor für die Ertragsbildung dar und entscheidet letztlich über den Rohproteingehalt im Korn. Eine entsprechende Stickstoff-Nachlieferung aus der Vorfrucht spielt bei der Nährelementversorgung von Wintergerste eine wichtige Rolle. In viehhaltenden Betrieben kann durch Gülle oder Jauche das Ziel erreicht werden, durch eine gute Stickstoffversorgung im Frühjahr eine ausreichende Bestandesdichten zu erzielen. Aber natürlich kann darüber hinaus auch noch über andere organischen Düngern der übrige Nährstoffbedarf gedeckt werden. Der Stickstoffbedarf von Wintergerste liegt bei 110 kg N/ha.

Neben der Stickstoffnachlieferung aus den Vorkulturen wurde im Anbaujahr 2023 von den betrachteten Betrieben auf 100% der Anbaufläche (40,50 ha) mit zusätzlich ausgebrachten organischen Düngern die Stickstoffversorgung der Wintergerstenbestände sichergestellt. Im Durchschnitt wurden dabei 91,24 kg N/ha ausgebracht. Gedüngt wurde über organische Wirtschaftsdünger in Form von Rindermist, Schweinemist sowie Rinder- und Schweinegülle.

### 5.5. Mechanische Beikrautregulierung

Gerste stellt relativ hohe Anforderungen an die Saatbettbereitung. Eine krumentiefe Lockerung des Bodens wirkt sich in der Regel sehr positiv

aus, empfindliche Reaktionen sind bei zu feuchter Bestellung zu erwarten. Bei der Bodenbearbeitung wurde auf 61 % der betrachteten Öko-Wintergerstenflächen pfluglos gearbeitet. Gleichzeitig bleibt die Grundbodenbearbeitung eine wichtige Maßnahme zur Beikrautregulierung sowie zur Mobilisierung von Nährelementen im Boden durch Förderung der Mineralisierung. Auf 76% der betrachteten Anbauflächen für Wintergerste reichten ein bis zwei Überfahrten. Beides ist in Tabelle 26 und Abbildung 14 dargestellt.

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

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 24)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Pflug	38,52%	6	6
Grubber	83,56%	20	37
Egge	53,36%	10	10
Fräse	0,00%	0	0

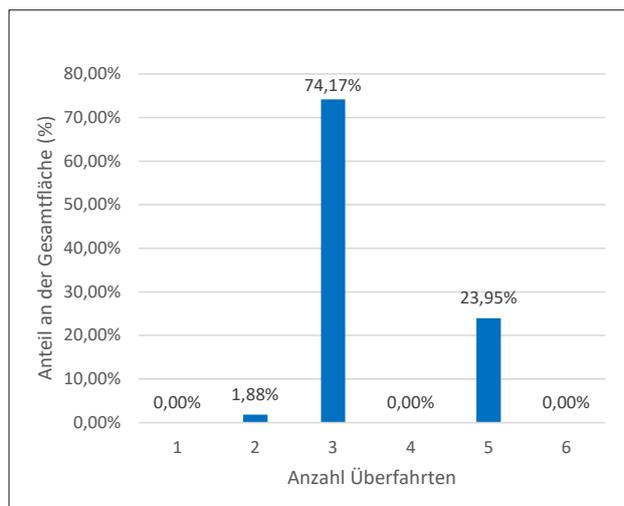


Abbildung 14: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Wintergerste 2023.

Die Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern ist bei Gerste nicht sehr stark ausgeprägt, weshalb Wintergerste im Frühjahr in der Regel gestriegelt wird, um den Beikrautbesatz einzudämmen. Besonders bei schüttenden Böden reagiert Gerste aber auch noch im Drei-Blatt-Stadium empfindlich auf das Striegeln. Intensive mechanische Beikrautregulierung, insbesondere spätes Hacken, sollte noch vor dem Zwei-Knoten-Stadium abgeschlossen sein, um unerwünschte Stickstofffreisetzungen sowie Zwie-

wuchs zu vermeiden. Auf allen Anbauflächen der betrachteten Betriebe wurden mindestens einmal mit dem Striegel bearbeitet, ein zweimaliger Einsatz erfolgte bei 87% (35,25 ha) der Anbaufläche. Die Hacke kam nur auf 8 von 24 Schlägen bzw. 42% der Anbaufläche zum Einsatz und dies immer nur einmalig. Tabelle 27 gibt einen Überblick über die eingesetzten Geräte zur Beikrautregulierung, in Abbildung 15 ist die mit der mechanischen Beikrautregulierung einhergehenden Anzahl an Überfahrten dargestellt.

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

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 24)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Striegel	100,00%	24	43
Hacke	41,95%	8	8
Walze	0,00%	0	0

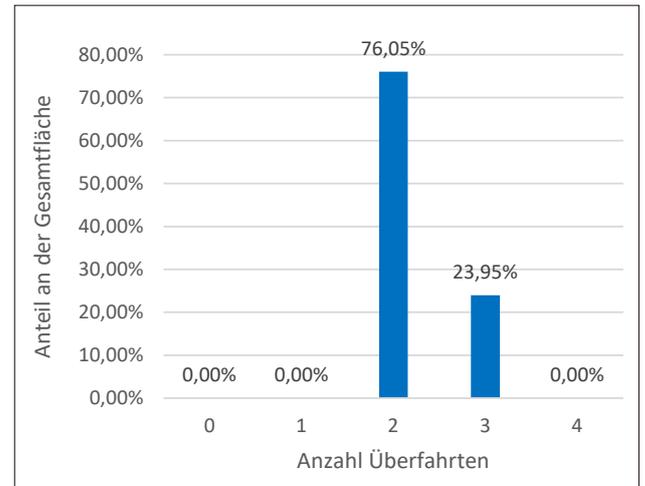


Abbildung 15: Anzahl der Überfahrten zur direkten mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

## Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems

Die Wintergerste hat durch ihre frühe Ernte den Vorteil, die Erntespitzen zu entzerren und bietet eine gute Voraussetzung für eine gründliche Stoppelbearbeitung und die Regulierung von Wurzelunkräutern, was gerade für den Ökologischen

Anbau von Vorteil sein kann. Darüber hinaus kann dadurch auch ein Zwischenfruchtanbau günstiger gestaltet werden.

Mit Blick auf den Klimawandel ist die weitere züchterische Bearbeitung und Erzeugung von Öko-

Saatgut mit dem Ziel einer breiten Widerstandsfähigkeit gegen biotische und abiotische Stressfaktoren in den Sorten von besonderer Bedeutung.

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

Die Möhre ist in Baden-Württemberg eine sehr wichtige Kulturart im Freilandgemüsebau. Auch im ökologischen Anbau hat die Möhre einen hohen Stellenwert. Sie gehört zu den am meisten verkauften Gemüsearten im Öko-Sektor.

Die Möhre wird zum einen in spezialisierten Betrieben insbesondere im Norden Baden-Württembergs als Wasch- oder Bundmöhre für den LEH kultiviert. Aber auch in vielseitigen gärtnerischen Betrieben oder landwirtschaftlichen Fruchtfolgen wird sie z.B. für die Direktvermarktung angebaut. Insbesondere als frisches Gemüse ist die Möhre bei Verbraucher:innen geschätzt. Durch einen gestaffelten Anbau und die Einlagerung können Möhren fast das ganze Jahr angeboten werden. Frühe Sätze werden dabei in begünstigten Lagen ab Februar/März unter Doppelabdeckung oder Vlies kultiviert. Darüber hinaus wird die Möhre auch in der Verarbeitung zum Beispiel für Babykost, Konserven oder Saft eingesetzt.

Es kommen eine Reihe von Bakterien- und Pilzkrankheiten an der Möhre vor. Am Laub tritt etwa die Möhrenschräge (*Alternaria dauci*), Cercospora-Blattflecken und Echter Mehltau auf.



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

### 6.1. Krankheiten und Schädlinge

Wie im gesamten Öko-Landbau ist eine weite Fruchtfolge auch beim Möhrenanbau essenziell. Eine Anbaupause von vier Jahren – auch zu anderen Doldenblütlern – wird empfohlen, um den Befallsdruck mit Nematoden und pilzlichen Schadern gering zu halten.

Diese Krankheiten stellen insbesondere bei Bundmöhren und bei Waschmöhren ein Problem dar, wenn diese mit dem Klemmbandroder geerntet werden sollen. Für diese Art der Ernte ist ein stabiles Laub der einzelnen Pflanzen notwendig. Neben der Sortenwahl kann den Schaderregern durch eine gegebenenfalls mögliche frühere Ernte zuvor gekommen werden. Eine direkte Bekämpfung mit Pflanzenschutzmitteln ist bei Echem Mehltau bei-

spielsweise mit Schwefelmitteln möglich. Gegen die Möhrenschräge sind Kupferpräparate zugelassen, die Anwendung ist jedoch nicht bei allen Anbauverbänden zulässig.

In der Anbausaison 2023 wurden insgesamt 5 Betriebe berücksichtigt, welche auf 17,72 ha aufgeteilt in 19 Einzelschlägen Möhren kultiviert haben. Bei keinem der betrachteten Betriebe kamen in der Anbausaison 2023 Pflanzenschutzmittel zum Einsatz.

Neben den genannten Schaderregern treten an der Möhrenwurzel verschiedene Fäulnisregere, wie *Rhizoctonia*, *Alternaria*, *Sclerotinia* und *Erwinia* auf, die insbesondere bei der Einlagerung der Möhren zum Vorschein kommen. Bei der Fruchtfolgegestaltung ist deshalb auf andere, diese Schaderreger übertragende Kulturen zu achten. Die Bodenbearbeitung und die Rodung sollten nicht bei Nässe durchgeführt werden. Die Möhre ist recht empfindlich und sollte daher schonend geerntet werden und die Fallhöhen möglichst gering sein, um Verletzungen vorzubeugen. Es sollte immer nur gesunde Ware eingelagert und auf eine gute Lagerhygiene geachtet werden.

Hinsichtlich tierischer Schaderreger treten an der Möhre unter Umständen zystenbildende und freilebende Nematoden sowie Drahtwürmer auf. Eine direkte Bekämpfung ist hier nicht möglich, der Befall muss durch eine angepasste Fruchtfolge vermieden werden. Die Möhrenfliege, als eines der schadensträchtigsten Schadinsekten an der Möhre, tritt ab Anfang Mai mit zwei Generationen pro Jahr auf. Um den Befall zu reduzieren sind im großflächigen Anbau windoffene Lagen zu wählen, da die Möhrenfliege geschützte Biotope mit hoher Luftfeuchte bevorzugt.

2023 wurden von den betrachteten Flächen gesichert auf 0,81 ha (im Vorjahr 4,06 ha), bzw. 4% (im Vorjahr 17%) der Fläche Möhren in windoffener Lage angebaut. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bzgl. der restlichen 95% der Möhrenanbaufläche der Erhebung leider keine Angaben gemacht wurden hinsichtlich der Windoffenheit der Kulturf Flächen. Auf 0,3 ha (im Vorjahr 3,01 ha) wurden zusätzlich die Reihen in Windrichtung angelegt,

um diesen Effekt zu verstärken. Außerdem sollte eine weite Fruchtfolge gewählt und ein möglichst weiträumiger Abstand zu letztjährigen Möhrenflächen eingehalten werden. Im kleinflächigen Anbau können außerdem Kulturschutznetze mit einer Maschenweite von 0,8 x 0,8 mm eingesetzt werden. Der Flugbeginn kann mit Prognosemodellen abgeschätzt werden. Weiter können auch die Möhrenminierfliege und der Möhrenblattfloh auftreten. Die vorbeugenden Maßnahmen sind ähnlich wie bei der Möhrenfliege. An den Möhren treten außerdem verschiedene Läuse auf, wie zum Beispiel die Gierschblattlaus. Hier besteht insbesondere die Gefahr der Virusübertragung. Eine Behandlung mit den im Ökolandbau zugelassenen Insektiziden kann daher sinnvoll sein. Bei einem Befall mit Wurzelläusen kann eine Beregnung den Schaden mindern.

## 6.2. Sorten und Züchtung

Bei der Sortenwahl sind die Vegetationsdauer und die Verwendung die wichtigsten Faktoren. Es gibt frühe (80-90 Tage), mittelfrühe (110-120 Tage), mittelspäte (120-140 Tage) und späte Sorten (140-190 Tage). Frühe und mittelfrühe Sorten werden für Bund- und Waschmöhren verwendet. Mittelspäte Sorten werden gerne für Lagermöhren genutzt. Weitere wichtige Sorteneigenschaften ist die Toleranz gegenüber der Pilz- und Bakterienkrankheiten. Die Sorten haben unterschiedliche Toleranzen gegen die Krankheiten, Resistenzen sind jedoch noch nicht vorhanden. Aufgrund der eingeschränkten Nutzung von Pflanzenschutzmitteln im Ökolandbau, aber auch für die Reduktion der PSM im konventionellen Anbau sind widerstandsfähige Sorten daher ein wichtiges Züchtungsziel. Eine schnelle Jugendentwicklung erleichtert die Kulturführung. Weitere wichtige Eigenschaften sind die Durchfärbung und die innere Qualität wie der Geschmack. Je nach Verwendung werden unterschiedliche Ansprüche an die Einheitlichkeit, die Laubqualität und die Lagerfähigkeit gestellt.

Bei der Nutzung für die Industrie werden je nach Verarbeitung unterschiedliche Ansprüche an die Sorte gestellt. Für die Saftproduktion werden z. B. häufig späte Sorten angebaut. An die verwendeten

Sorten werden außerdem besondere Qualitätsanforderungen hinsichtlich Trockenmasse-, Zucker-, und Carotingehalt gestellt.

Bei den Sorten überwiegen insgesamt die F1-Hybride. Es gibt jedoch auch einige samenfeste Züchtungen, z.B. Rodelika oder Dolciva. Im Öko-Landbau werden je nach gewünschten Eigenschaften und Standort sowohl Hybride als auch samenfeste Sorten angebaut. Die Verfügbarkeit von ökologischem Saatgut ist nicht ausreichend, daher liegt eine Allgemeinverfügung vor, die es ermöglicht, nicht-gebeiztes, konventionelles Saatgut zu verwenden, wenn das Saatgut der Sorte nicht als Öko-Saatgut verfügbar ist. Hier ist eine intensivere Züchtung von Sorten für den ökologischen Anbau und die Vermehrung von Öko-Saatgut anzustreben.

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 2023.**

Sorte	Anbaufläche (ha)	Anzahl Schläge
Jerada	12,52	10
Dolciva	2,083	3
Fidra	1,97	1
Robila	0,6	1
eigene Sorte	0,42	1
Rodelika	0,1	1
Solveig	0,012	1
Maruschka	0,012	1

Mehrheitlich handelt es sich bei den gewählten Sorten um Waschmöhren. Als frühe Sorte wird insbesondere Jerada eingesetzt. Ansonsten überwiegen die mittelfrühen und mittelspäten Sorten. Neben Hybriden werden auch samenfeste Sorten angebaut.

## 6.3. Fruchtfolge

Die Möhre wird bei späten Sorten mit langer Kulturzeit als Hauptfrucht angebaut. Bei Sorten mit kurzer Standzeit für den Frischmarkt kann die Möhre als Vor- oder Nachkultur im Wechsel zu anderen Kulturen stehen. Gute Vorfrüchte sind Getreide, Kartoffeln oder schnellwachsende Zwischenfrüchte wie Phacelia. Schlechte Vorfrüchte wie andere Doldenblütler, Mais und Kohlarten können durch deren unzersetzte Ernterückstände zu Beinigkeit führen. Kleearten und Luzerne lassen zu hohe Nmin-Gehalte zurück, und Klee gras verursacht Durchwuchs und fördert Drahtwürmer.

**Tabelle 29: Fruchtfolge in Möhren 2023.**

Kultur	Anzahl in Fruchtfolgen (2018 - 2022)	Anzahl in Vorfrucht (2022)
Kleegrass	34	4
Kartoffel	12	4
Kürbis	9	1
Weizen	5	1
Lauch	5	4
Winterweizen	5	-
Luzernegrass	4	-
Roggen	4	-
Zwiebel	3	2
Dinkel	3	-
Schwarzer Rettich	2	1
Ackerbohne	2	-
Hafer	2	-
Winterkohl	1	1
Wintergerste	1	1
Lupine	1	-
Linse-Hafer-Gemenge	1	-
Chinakohl	1	-

Auf 97% (im Vorjahr 94%) der Fläche wurden zudem Zwischenfrüchte gesät, wobei es sich überwiegend um Getreide-Leguminosenmischungen handelte. Auf einem Schlag wurde als Zwischenfrucht eine Mischung aus Phacelia und Buchweizen eingesät.

## 6.4. Düngung

Zunächst einmal hat die Möhre einen eher geringen Stickstoffbedarf. In Abhängigkeit von Verwendung und Ertrag kann mit einem Bedarf von ca. 20 kg N pro 100 dt Ertrag gerechnet werden. Ganz auf eine Düngung kann verzichtet werden, wenn eine lange Standzeit der Kultur möglich ist und ein Boden mit hoher Stickstoffnachlieferung (zum Beispiel durch Gründüngung) vorliegt. In einem solchen Fall reicht die Mineralisation des Bodens aus, um den N-Bedarf der Möhrenkultur zu decken. Bei geringem Bodenvorrat und mäßiger Nachdüngung kann mit organischen Handelsdüngern gedüngt werden. Auf Grund der langsamen Jugendentwicklung werden die Nährelemente erst ab etwa der sechsten Woche von der Pflanze benötigt. Besteht ein zu hohes N-Angebot, kann dies zu einem übermäßigen Laubwuchs, schlechterem Geschmack und Lagerfähigkeit sowie zu mehr „Platzern“ führen. Aufgrund dieser Zusammenhänge ist es nicht weiter verwunderlich, dass keiner der betrachteten Betriebe mit Möhrenanbau eine Düngungsmaßnahme auf den Möhren-Anbauflächen durchführte.

## 6.5. Mechanische Beikrautregulierung

Der Möhrenanbau ist auf verschiedenen Böden möglich. Besonders günstig sind lockere, durchlässige und möglichst steinfreie sandige Lehm Böden. Die Böden sollten nicht zur Verschlämmung neigen und keine Staunässe aufweisen. Sind Verschlämmungen vorhanden, haben die Möhren-Keimlinge Probleme die Kruste zu durchbrechen. Steine im Boden führen zu ungeraden Möhren. Bei Sandböden kann es durch den Sandanteil zu Verletzungen an der Möhrenhaut und einem Grauschleier nach dem Waschen kommen. Für den Anbau sollten nach Möglichkeit Flächen mit geringem Beikrautdruck gewählt werden.

Insbesondere bei schweren Böden im großflächigen Anbau hat sich der Anbau auf Dämmen durchgesetzt. Der Dammanbau bietet den Vorteil, dass die Rüben durch das lockere Profil gerader wachsen. Dies wirkt sich positiv auf den Ertrag und die

Qualität aus. Außerdem wird die Ernte erleichtert. Im kleinflächigen Anbau lohnt sich die Anschaffung der notwendigen Technik häufig nicht. Hier wird meist im Beet angebaut.

Für die Aussaat sollte der Boden eine optimale Bodenstruktur aufweisen. Störschichten und Klutenbildung sollten vermieden werden. Eine tiefgründige Bodenbearbeitung erfolgt je nach Aussattermin und Bodenart im Frühjahr oder Herbst. Bei frühen Aussatterminen und mit zunehmenden Tonanteil erfolgt diese eher im Herbst. Für die Dammkultur werden die Dämme meist mit einer Dammfräse gezogen. Die Dämme müssen sich vor der Aussaat absetzen und werden daher für frühe Sätze bereits im Herbst gezogen. Wenn nicht in Dämmen angebaut wird, erfolgt die Saatbettbereitung mit der Kreiselegge oder der Beetfräse. Eine gute Saatbettvorbereitung und die Aussaat sind die Grundlagen für eine erfolgreiche Kultur. Entsprechend intensiv findet die Bodenbearbeitung statt (siehe Tabelle 30 und Abbildung 16).

**Tabelle 30: Bodenbearbeitung in Möhren 2023.**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 19)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Pflug	7,45%	1	1
Grubber	94,24%	18	28
Egge	29,86%	7	7
Fräse	100,00%	19	19
Dammformen	65,36%	11	11

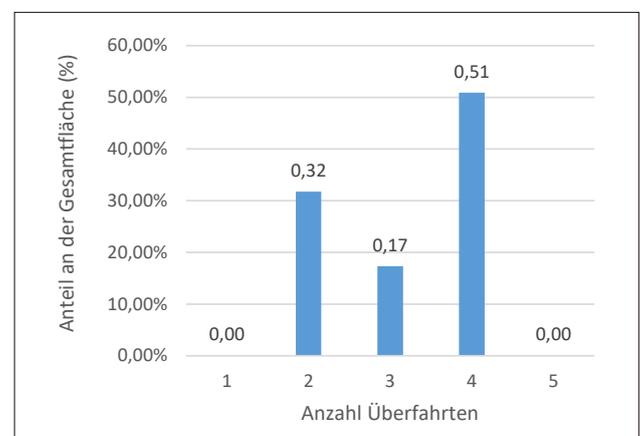


Abbildung 16: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Möhren 2023.

## Mechanische Beikrautregulierung

Aufgrund der sehr langsamen Jugendentwicklung der Möhre kommt der Beikrautkontrolle eine herausragende Bedeutung zu. Bereits vorbeugend kann durch eine angepasste Fruchtfolge und der Auswahl der Flächen der Beikrautdruck reduziert werden. Mittels eines falschen Saatbetts werden die Unkräuter bereits vor der Aussaat der Möhren zur Keimung angeregt und durch Abflammen oder mechanisch entfernt. Im Voraufbau kann erneut abgeflammt werden. Sobald die Reihen sichtbar sind, erfolgt die erste Maschinenhacke mit Schutztunneln oder -scheiben. Die Hackdurchgänge werden je nach Bedarf wiederholt. Ab einer Laubhöhe von ca. 10 cm können die Möhren auch angehäufelt werden. Für den Dammanbau werden spezielle Hackschare zum An- bzw. Abhäufeln für die Dammflanke und Parallelogramme für die Dammkrone verwendet. Entsprechend fand 2023 auf den untersuchten Flächen eine intensive Beikrautregulierung, v.a. mit der Hacke und mithilfe des Häufelns statt, wie Tabelle 31 sowie Abbildung 17 zu entnehmen ist.

**Tabelle 31: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 19)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Striegel	57,29%	8	11
Hacke	100,00%	19	62
Häufeln	88,60%	16	54
Abflammen	68,73%	12	13
Abschlegeln	3,39%	1	1

Wurde im Jahr 2022 bei den Betrieben aus der Erhebung noch sehr häufig Beikrautregulierung auch von Hand durchgeführt zeigte sich im Jahr 2023 ein ganz anderes Bild. Lediglich in zwei von den 5 betrachteten Betrieben wurden eine Beikrautregulierung von Hand durchgeführt. Bei einem Betrieb mit einem Arbeitsdurchgang und bei dem anderen mit 3 Arbeitsdurchgängen. Die drei anderen Betriebe führten die Maßnahmen zur Beikrautregulierung ausschließlich maschinell durch.

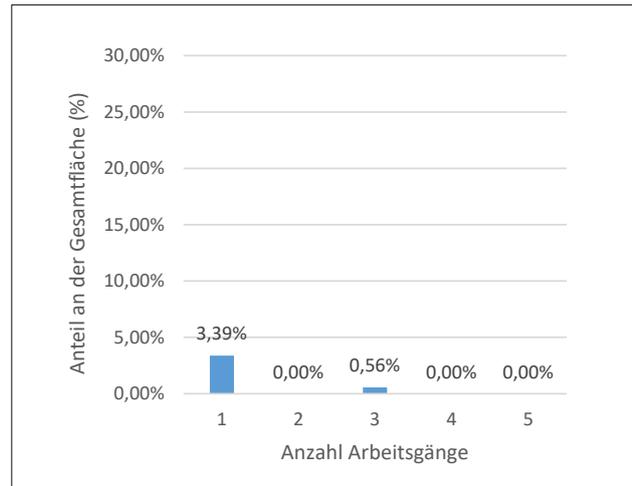


Abbildung 18: Anzahl der Handjätarbeitsgänge über die Gesamtfläche.

## Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems

Die Züchtung ökologischer Sorten sollte weiter vorangetrieben werden und die Verfügbarkeit von

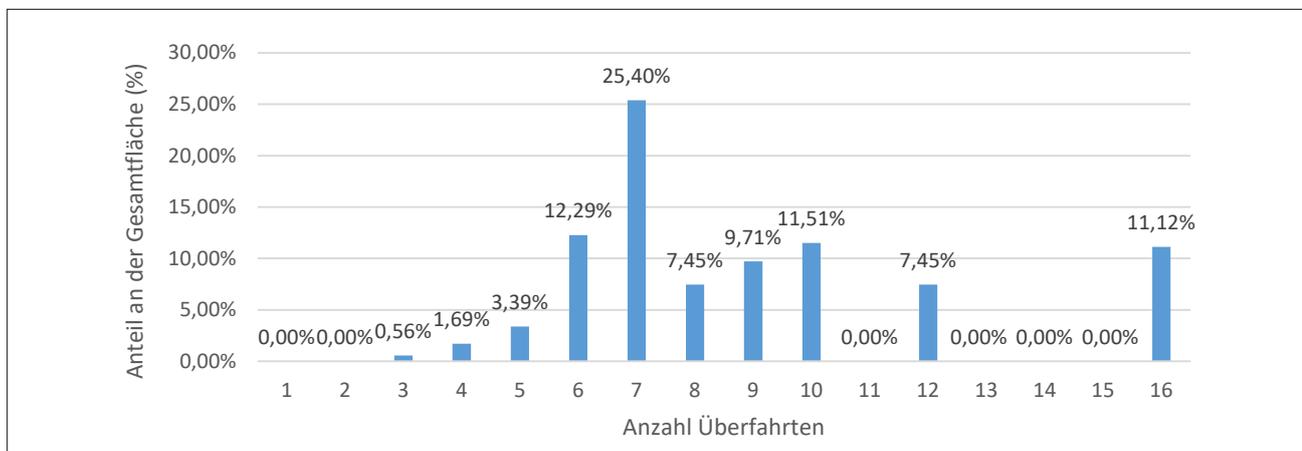


Abbildung 17: Anzahl der Überfahrten zur direkten mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

ökologischem Saatgut verbessert werden. Bei den Neuzüchtungen sollte das Augenmerk neben dem Geschmack und dem Ertrag auf einer erhöhten Toleranz gegenüber den verschiedenen Pilzkrankheiten liegen. Insbesondere die Möhrenschwärze (*Alternaria dauci*) und Echter Mehltau an den Blättern stellen auch ein Problem bei der Ernte mit dem Klemmbandroder dar. Ein schneller Auflauf und eine zügige Jugendentwicklung erleichtern außerdem das Beikrautmanagement.

Mit den zunehmend heißen und regenarmen Sommern wird die Möglichkeit zur Beregnung ein wesentlicher Faktor für einen gesicherten Anbau. Ohne Zusatzbewässerung gestaltet sich der Anbau inzwischen in vielen Regionen schwierig und ist mit einem hohen Risiko verbunden bzw. nicht mehr möglich. Um möglichst wassersparend zu bewässern werden Anbausysteme mit Tropfschläuchen entwickelt. Der Tropfschlauch kann beispielsweise auch im Damm verlegt werden.



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

In einigen Betrieben wird außerdem mit der Mulchsaat von Möhren experimentiert. Der Mulch bedeckt den Boden, schützt ihn unter anderem vor Verschlämmung und reduziert die Verdunstung. Außerdem wird das Beikraut unterdrückt.

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

Waren im Gemüseanbau in Baden-Württemberg früher Kohllarten eine sehr stark vertretene Kultur, ist in den letzten Jahren ein genereller Rückgang der Anbaufläche festzustellen. Trotzdem zählt Baden-Württemberg auch zu einem der Hauptanbauggebiete für Kohlgemüse in Bio-Qualität.

Dabei werden Weißkohl, Rotkohl und Wirsing aus ökologischer Erzeugung nicht nur frisch, sondern zu einem nicht unerheblichen Anteil auch als verarbeitetes Gemüse vermarktet. Steigende Mengen gehen als Sauerkraut und Krautsalat, als küchenfertiger Rotkohl in Essig oder als tiefgefrorener Wirsing in den Handel, während der Absatz als Frischgemüse leicht rückläufig ist.

### 7.1. Krankheiten und Schädlinge

Beim Anbau von Kohlgemüse ist genaues Beobachten der Schaderreger von ganz besonderer Bedeutung. Im Fokus stehen dabei einerseits Schadinsekten wie die Mehligke Kohlblattlaus, der Kohlgallenrüssler/Kohl-Rüsselkäfer, die Kleine Kohlflye, der Kohlerdfloh, der Kleine und große Kohlweißling, die Kohlmotte, Thripse und der Japankäfer, sowie andererseits pilzliche Schaderreger und Bakteriosen (Kohlschwärze, Grauschimmel, Phytophthora, Kohlhernie und Adernschwärze).

Vorbeugende Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Kulturpflanzen haben im ökologischen Gemüsebau einen hohen Stellenwert. Eine angemessene Bodenbearbeitung vermeidet Bodenverdichtungen und lockert vorhandene Verdichtungen auf mit dem Ziel, dass die Kulturpflanze einen optimalen Wurzelkörper entwickelt und angemessen mit Nährelementen versorgt wird. Ein überragender Faktor des vorbeugenden Pflanzenschutzes im Ökologischen Gemüsebau ist die Einhaltung einer weitgestellten, aufgelockerten Fruchtfolge mit einem hohen Anteil an Ackerkulturen. Wird Kohlgemüse in zu enger Fruchtfolge kultiviert, stellen sich relativ schnell Wachstums- und Ertragsdepressionen ein, ohne dass der Krankheitsbefall unmittelbar und deutlich erkennbar ist. Ebenso wichtig wie die Fruchtfolgegestaltung als vorbeugende Maßnahme zum Pflanzenschutz ist eine entsprechende Sortenwahl, wo insbesondere entsprechende Resistenzen gegen die am häufigsten auftretenden Schaderreger vorhanden sein sollten.

Die Regulierung der tierischen Schaderreger erfolgt im ökologischen Gemüseanbau in der Regel über die Verwendung von Vliesen und Kulturschutznetzen (Maschenweite 0,8 x 0,8 mm). Vliese haben dabei eine geringere Winddurchlässigkeit und damit ergibt sich eine stärkere Erwärmung unter der Abdeckung. In den Sommermonaten kann dies sich nachteilig auf die Kultur auswirken, weshalb Vliese überwiegend beschränkt auf das Frühjahr und den Herbst eingesetzt werden.

In der Anbausaison 2023 wurden insgesamt 5 Betriebe berücksichtigt, welche auf 3,93 ha aufgeteilt in 11 Einzelschlägen Kohlgemüse kultiviert haben.

Bei keinem der betrachteten Betrieben kamen in der Anbausaison 2023 Pflanzenschutzmittel zum Einsatz.

Hinsichtlich pilzlicher Schaderreger ist bei Kohlgemüse eine Kultivierung in windoffener Lage ebenfalls von Vorteil, da die Bestände nach Befeuchtung durch Niederschläge (Regen, Tau, Bewässerung) schneller abtrocknen. 2023 wurden von den betrachteten Flächen gesichert auf 2,27 ha, bzw. 58% der Fläche mit Kohlgemüse in windof-

feiner Lage angebaut. Auf 1,15 ha wurden zusätzlich die Reihen in Windrichtung angelegt, um den Effekt des schnelleren Abtrocknens zu verstärken.

## 7.2. Sorten und Züchtung

Für die Sortenwahl bei Kopfkohl sind Verwendung, Reifezeit, Krankheitstoleranz und Lagereigenschaften von besonderer Bedeutung. Klar im Vordergrund steht bei allen Kohlarten die Feldgesundheit der Sorte, wobei dabei Unempfindlichkeit gegen Pilzkrankheiten (z.B. Fusarium, Verticillium) oder gegen Thripse sehr wichtig ist. Im Hinblick auf die Regulierung des Auftretens von Erdflöhen sind Sorten mit einem ausgeprägten Wurzelwachstum und einer raschen Entwicklung von Vorteil, da sie das das Jugendstadium rascher überbrücken, in welchem sie gegen Erdflöhe empfindlich sind. Der Befall durch Weisslinge, Kohlmotten und Kohleulen hingegen ist nur wenig sortenabhängig, kann aber über entsprechende Verwendung von Vliesen oder Netzen zur Abdeckung des Bestandes sehr gut reguliert werden. Größere Unterschiede gibt es jedoch bei der Anfälligkeit auf Pilzkrankheiten, weshalb auch hier ein Schwerpunkt in der züchterischen Bearbeitung der Sorten liegt.

Die von den betrachteten Betrieben der Erhebung waren die Sorten Granat, Dovinda, Donator Smaragd, Marwei, Dottenfelder Dauer, Resima RZ, Kalorama F1 R sowie Rodynda.

## 7.3. Fruchtfolge

Der Fruchtfolgegestaltung kommt beim Anbau von Kohlgemüse eine besondere Bedeutung zu, da sie eine wesentliche Maßnahme zur Vermeidung von Schäden durch pilzliche und tierische Schaderreger ist. So muss um der Kohlhernie vorzubeugen in der Fruchtfolge zwischen Kreuzblütlern eine Anbaupause von mindestens vier Jahren eingehalten werden. Ebenso ist bei der Fruchtfolgeplanung darauf zu achten, dass Kreuzblütlerarten wie Senf oder Ölrettich als Gründüngung nicht angebaut werden. Von Vorteil für alle Kohlarten ist der Anbau eines einjährigen Leguminosengemenges als Vorfrucht. Stehen Kohlarten nicht an dieser privilegierten

ten Stelle in der Fruchtfolge, ist mit Blick auf den hohen N-Bedarf der Kohlkultur eine Zwischenkultur mit Leguminosen als Vorfrucht empfehlenswert.

**Tabelle 32: Vorkommen einzelner Kulturen in der Fruchtfolge 2018 – 2022 vor Kohlgemüse 2023.**

Kultur	Anzahl in Fruchtfolgen (2018 - 2022)	Anzahl in Vorfrucht (2022)
Luzernegras	6	1
Gründüngung	4	4
Feingemüse	4	-
Kürbis/Zuckermais	4	-
Sellerie/Radiccio/Fenchel	4	-
Zwiebel	4	2
Kohl	4	-
Feldgemüse	3	-
Kartoffel	3	-
Zuckermais	2	-
Spinat	2	2
Möhren	2	-
Buschbohne	2	-
Kopfkohl	2	-
Fenchel	2	-
Wintergerste	1	1
Linse-Hafer-Gemenge	1	-
Weizen	1	1
Winterweizen	1	-
Roggen	1	-

Wie eingangs erwähnt sollte zur Vermeidung von Schäden durch pilzliche und tierische Schaderreger eine entsprechend Anbaupause von mindestens 4 Jahren eingehalten werden. Auf 84% der

**Tabelle 33: Anbaupause vor Kohlgemüse 2023.**

Jahre Anbaupause	Anzahl von Schlägen (von 11)	Anteil der Gesamtfläche (%)	Fläche (ha)
1	0	0,00%	0,0
2	0	0,00%	0,0
3	1	15,99%	0,6
4	5	11,44%	0,5
5	0	0,00%	0,0
>5	5	72,57%	2,9

betrachteten Anbaufläche für Kohlgemüse wurde diese Anforderung erfüllt. Bei den restlichen 16% der Anbaufläche betrug die Anbaupause 3 Jahre.

Auf 100% der Fläche wurden zudem Zwischenfrüchte gesät, wobei es sich überwiegend um Getreide-Leguminosenmischungen handelte.

## 7.4. Düngung

Kohlgemüse hat einen relativ hohen Nährelementbedarf. Günstig ist deshalb immer ein Anbau nach zweijährigem Kleegrasanbau, Winterwicke oder anderen Leguminosen. Ansonsten ist eine entsprechende Zufuhr von Nährelementen über Wirtschaftsdünger oder andere organische Handelsdünger notwendig.

Auf 94% (3,71 ha) der in der Erhebung betrachteten Anbauflächen für Kohlgemüse wurde eine Düngung mit Wirtschaftsdüngern (Rindermist), Kompost sowie Ackerbohenschrot durchgeführt. Im Durchschnitt wurden dabei 246 kg N/ha zugeführt.

## 7.5. Mechanische Beikrautregulierung

Nach einer Grundbodenbearbeitung sollte bei den Pflanzungen ab Mai ein erster Schub Beikrautkeimlinge abgewartet werden, um diesen dann bei der Vorbereitung der Pflanzbeete mit dem Beetriegel das Wasser zu entziehen und sie so zurückzudrängen. Nachdem die Pflanzung durchgeführt wurde kann dann erst wieder gestriegelt werden, die Pflanzen gut angewurzelt haben.

Auf den betrachteten Anbauflächen erfolgte 29% der Fläche die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug und auf 31% der Anbaufläche mit dem Grubber. Die Fräse kam auf 75% der Anbaufläche zum Einsatz. Abbildung 19 zeigt die Anzahl der Überfahrten zur Grundbodenbearbeitung auf den betrachteten Anbauflächen mit Kohlgemüsekultur

**Tabelle 34: Bodenbearbeitung in Kohlgemüse 2023.**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 11)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Pflug	29,24%	1	1
Grubber	31,02%	6	10
Egge	2,54%	1	2
Fräse	74,57%	9	13

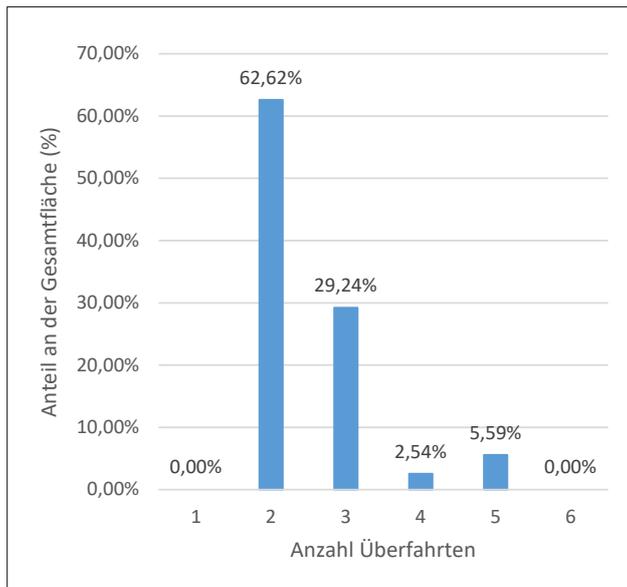


Abbildung 19: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Kohlgemüse 2023.

im Anbaujahr 2023.

In der weiteren Kultur wird zur Regulierung des Beikrautbesatzes dann immer wieder mit Striegel, Hacke oder Häufel gearbeitet. Dabei wurden 75%

**Tabelle 35: Übersicht eingesetzter Geräte zur Beikrautregulierung in Kohlgemüse 2023**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 11)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Striegel	74,57%	9	18
Hacke	100,00%	11	26
Häufeln	77,12%	10	22
Handhacke	28,48%	5	5

der Anbaufläche bis zu zweimalig gestriegelt, auf 77% der Anbaufläche wurde ein bis drei Mal gehäufelt sowie auf 100% der Anbaufläche ein bis drei Mal gehackt. Auf 5 von 11 Schlägen wurde neben der maschinellen Durchführung dieser Arbeiten das Hacken auch von Hand durchgeführt

Durch diese für die Regulierung des Beikrautbesatzes notwendigen Maschinenarbeiten ergaben sich für 87% der Anbaufläche eine Gesamtzahl von 8 Überfahrten. Auf 23% der Anbaufläche waren nur 2 Überfahrten zu verzeichnen, da auf dieser Fläche auf das maschinelle Striegeln und Häufeln

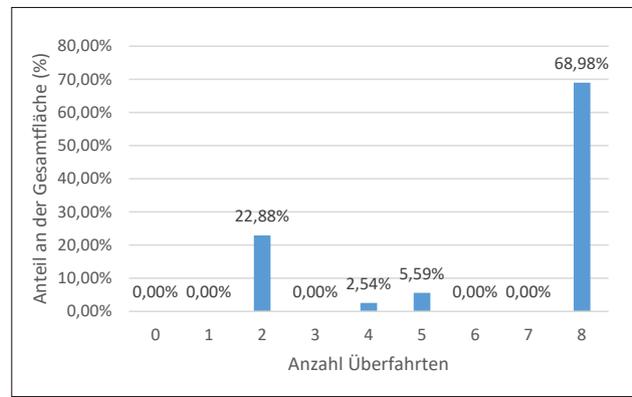


Abbildung 20: Anzahl der Überfahrten zur direkten mechanischen Beikrautregulierung über die Gesamtfläche.

verzichtet wurde und ein Hackdurchgang von Hand durchgeführt wurde.

## Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems

Wichtigster Ansatz zur weiteren Optimierung des Anbaus mit Blick auf die Pflanzengesundheit ist die weitere züchterische Bearbeitung der Sorten mit dem Ziel einer polygenetischen Verankerung von Resistenzen.

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

Eine der beliebtesten Sommer-Gewächshauskulturen im Ökologischen Gemüsebau sind Tomaten. Während die Nachfrage im Winter zum größten Teil durch Produzenten aus Mittelmeerländern gedeckt wird, ist bei geeigneter Kulturführung auch im mitteleuropäischen Raum ein lohnenswerter Anbau möglich. Um die gegenüber konventioneller Ware höheren Preise rechtfertigen zu können, sollten ökologisch erzeugte Tomaten den Verbraucher durch bessere Qualität und guten Geschmack überzeugen. Welche Anbauweise und Anbauintensität für den Betrieb am besten geeignet ist, hängt stark von den möglichen Vermarktungskanälen, der technischen Ausrüstung, dem Gewächhaustyp ab. Gleiches gilt auch für die Frage, welche Fruchttypen angebaut werden sollen. Mit den Abnehmern sollte der erwünschte Fruchttyp, die Lieferperiode und die entsprechenden Qualitätsanforderungen abgestimmt werden. Für eine wirtschaftliche Gewächshausnutzung müssen auch die Vor- und Nachkulturen (wie z.B. Feldsalat, Salate, Kohlrabi, Radies) mitgerechnet werden, weil es sinnvoll sein kann, die Tomatenkultur früher zu beenden, um eine Nachkultur anzubauen oder zuerst eine Vorkultur anzubauen und erst später mit den Tomaten zu beginnen.

Bei der Erhebung wurden 5 Betriebe mit Tomatenanbau betrachtet. Die Anbaufläche der betrachteten Betriebe war insgesamt 0,61 ha verteilt auf 16 Schlägen. Alle 5 Betriebe kultivieren die Tomaten im geschützten Anbau im Gewächshaus. 48% der Anbaufläche befand sich dabei in einem Glashaus, 43% in einem Thermohaus/Doppelfolie und 9% in Folientunnel. Von der Anbaufläche im Glashaus

waren 17% beheizt und 83% unbeheizt. Die Anbaufläche in Thermohaus/Doppelfolie war zu 100% beheizt und die Anbaufläche im Folientunnel zu 100% unbeheizt.

### 8.1. Krankheiten und Schädlinge

Ein gesunder aktiver Boden mit einem guten Bodengefüge ist für die Gesunderhaltung von Tomaten grundlegend wichtig. Er ist Ausgangspunkt für eine harmonische Nährelementversorgung und leistet auch einen wesentlichen Beitrag dazu, das Klima den Ansprüchen der Pflanze anzupassen. Erst dann, wenn die Pflanze geschwächt ist, weil einer dieser Faktoren nicht optimal ist, sei es aus Witterungs-, Fruchtfolge- oder anderen Gründen, treten Krankheiten und Schädigungen auf.

Durch die Verwendung von widerstandsfähigen Unterlagen kann Schäden durch Wurzelkrankheiten (zum Beispiel Fusarium, Korkwurzeln) und Nematoden vorgebeugt werden. Vor allen Dingen durch die Kraut- und Braunfäule (*Phytophthora infestans*) und den Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) können größere Ertragseinbußen entstehen. Als wichtigste vorbeugende Maßnahme ist eine trockene Kulturführung von großer Bedeutung. Inzwischen ist durch züchterischen Fortschritt auch einige resistente Sorten gegen die Kraut- und Braunfäule verfügbar. Ebenfalls sollte bei der Sortenwahl auch darauf geachtet werden, dass eine C5-Resistenz gegen die Samtfleckenkrankheit vorliegt.

**Tabelle 36: Gewächshhaustypen und Ausstattung bei den Betrieben mit Tomateanbau 2023.**

Gewächshhaustyp	Anzahl von Schlägen (von 16)	Anteil der Gesamtfläche (%)	Anteil der Fläche (ha)	davon beheizt	davon unbeheizt	Haus eingetzt
Glashaus	12	48,47%	0,30	16,54%	83,46%	0,00%
Thermohaus/Doppelfolie	2	42,53%	0,26	100,00%	0,00%	0,00%
Folientunnel	2	9,00%	0,06	0,00%	100,00%	0,00%
Gesamt	16	100,00%	0,61	50,55%	49,45%	0,00%

## Krankheiten und Schädlinge

Gegen tierische Schaderreger wie die Weiße Fliegen werden bereits vorbeugend Parasiten (*Encarsia formosa*) und Räuber (Raubwanze *Macrolophus* sp.) eingesetzt, gegen Blattläuse hat sich die Kombination von Parasiten und Räuber bewährt. So wird die räuberische Gallmücke (*Aphidoletes aphidimyza*) in Kombination mit den Parasiten *Aphidius ervi* und *Aphelinus abdominalis* erfolgreich eingesetzt. Ein weiterer Schadorganismus, welcher seit Ende der 90er Jahre vermehrt in Gewächshäusern auftritt, ist die Rostmilbe (*Aculops lycopersici*). Hinsichtlich des Schadbilds besteht eine gewisse Verwechslungsgefahr mit der Kraut- und Braunfäule. Auch hier wird als Gegenspieler die Raubmilbe *Amblyseius cucumeris* eingesetzt.

Hinsichtlich der Pflanzenschutzmaßnahmen in den betrachteten Betrieben wurden ausschließlich Nützlinge zur Regulierung eingesetzt. Eine Anwendung von Kupfer oder anderen zulässigen Pflanzenschutzwirkstoffe erfolgte im geschützten Anbau im Gewächshaus nicht. Auf 78% der betrachteten Anbaufläche (0,48 ha) wurden die Ertragsorten auf einer resistenten Unterlage veredelt angebaut.

Zur Unterstützung des Pflanzenwachstums und Stärkung der Abwehrkräfte der Pflanzen wurde von einem Betrieb auch Hornmist-Präparat und Hornkieselpräparat eingesetzt.

Zur besseren Bestäubung setzte ein Betrieb auch Hummeln ein.

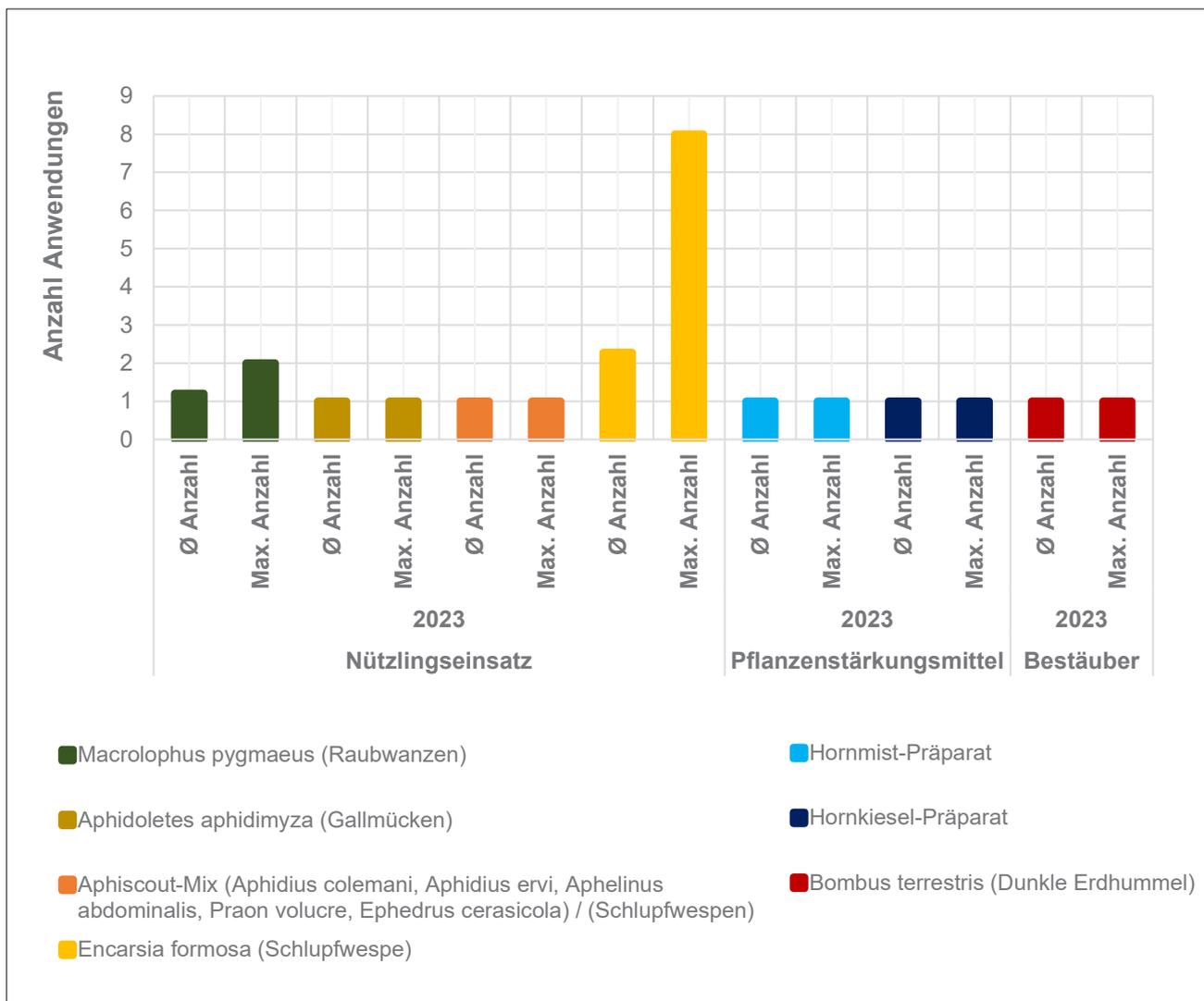


Abbildung 21: Darstellung aller im Jahr 2023 auf den Betrieben eingesetzten Pflanzenbehandlungsmittel und die jeweilige durchschnittliche Anzahl der Anwendungen sowie die max. Anzahl Anwendungen.

## 8.2. Sorten und Züchtung

Grundsätzlich unterschieden wird zwischen größen- und formbedingten Fruchttypen, äußeren und inneren Fruchteigenschaften und Anbaubedingungen. Die Fruchtformen variieren sehr stark und reichen von flachrund über kugelig bis oval oder birnenförmig. Rote Typen werden am meisten verwendet, weil diese auch sehr gut vermarktet werden können. Aber in gewissem Umfang können auch Raritäten angebaut werden, wie z.B. gelbe, violette, schwarzrote, rote und mehrfarbige Tomaten angebaut werden. Wichtige Merkmale für die Sortenwahl sind neben den Geschmackseigenschaften, der Größe, der Form und der Farbe auch Lager- und Transportfähigkeit der Früchte.

Im Hinblick auf die begrenzten Möglichkeiten bzgl. dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist für die Wahl von Sorten für den Ökologischen Tomatenanbau besonders wichtig, dass die Sorten gegen die wichtigsten Boden- und Blattkrankheiten resistent sind.

## 8.3. Fruchtfolge

Bzgl der Fruchtfolge ist auf eine entsprechende Anbaupause nach Solanaceen zu achten. Optimal wäre eine 4-jährige Anbaupause nach Solanaceen. In der Praxis lässt sich so eine meist nicht realisieren, da bei Sommerkulturen im Gewächshaus oft ein hoher Anteil an Solanaceen vertreten ist. Zur Minderung des Krankheitsrisikos muss deshalb darauf geachtet werden, dass im Boden ein hoher Anteil organischer Substanz vorhanden ist, da in einem aktiven Boden Krankheitserreger weniger gut überdauern können. Beeinträchtigungen durch Fruchtfolgekrankheiten sind zu Beginn häufig äußerlich nicht sichtbar. Bodenuntersuchungen oder genaue Ertragsbeobachtungen über mehrere Jahre können hier hilfreich sein, um diese zu identifizieren.

Zur Minderung des Risikos von Fruchtfolgekrankheiten, werden vielfach Tomatensorten mit Resistenzen gegen häufig auftretende Fruchtfolgekrankheiten angeboten. Für den Fall, dass die gewünschte Sorte nicht über die geeigneten Resis-

tenzen gegen bodenbürtige Krankheiten verfügt, ist die Veredelung auf resistente Unterlagen eine weitere Möglichkeit eine entsprechende Vorsorge zu treffen.

**Tabelle 37: Anteil verschiedener Kulturen an der Fruchtfolge vor Tomate 2023.**

Kultur	Anzahl in Fruchtfolgen (2018 - 2022)	Anzahl in Vorfrucht (2022)
Tomaten, Bohnen, Salate, Petersilie, Rucola, Feldsalat	10	2
n.b.	10	-
Brache	7	-
Tomate/Feldsalat	11	1
Basilikum/Blühstreifen/Endivien	6	6
Gurken/Feldsalat	6	2
Gründüngung/Spinat/Feldsalat/Radischen	6	-
Petersilie/Rukola/Postelein/Tomate	6	-
Salat/Kohlrabi/Feldsalat	6	-
Tomate	5	1
Gurke	4	1
Stangenbohne/Winterroggen	1	1
Ingwer/Stangenbohnen/Winterroggen	1	1

Da im Gemüsebau im Gewächshaus in der Regel ein sehr intensiver Fruchtwechsel erfolgt, ist ein Zwischenfruchtanbau schwierig zu realisieren. Dies ist auch der Grund dafür, dass keiner der betrachteten Betriebe eine Zwischenfruchtanbau durchführt.

## 8.4. Düngung

Die Tomatenerträge im Ökologischen Gemüsebau im Gewächshaus können je nach Anbauform und Klima zwischen 7 und weit über 20 kg pro m<sup>2</sup> liegen. Die notwendige Düngung richtet sich nach der Ertragshöhe und dem Nährstoffnachlieferungsvermögen des Bodens. In der Regel werden organische Wirtschaftsdünger, Kompost oder organische Handelsdünger eingesetzt.

48% der betrachteten Tomatenanbaufläche wurde im Anbaujahr 2023 gedüngt. Eingesetzt wurden Kompost, Schafwollpellets und organische Handelsdünger (OPF Granulat). Die durchschnittlich zugeführte Stickstoffmenge betrug 127 kg N/ha.

## 8.5. Mechanische Beikrautregulierung

Zur Beikrautregulierung ist es sinnvoll mit Stroh oder anderem Mulchmaterial zu mulchen oder Graswege anzulegen. Ansonsten ist auch im Anbau von Tomaten sowohl die Fruchtfolgegestaltung als auch eine angemessene Bodenbearbeitung eine wichtige Maßnahmen zur Beikrautregulierung. Zur Grundbodenbearbeitung wird neben dem Grubber und der Spatenmaschine im Wesentlichen die Fräse verwendet. Dies zeigen auch die ermittelten Flächenanteile aus der Erhebung. Auf 100% der betrachteten Anbaufläche aus der Erhebung wurde die Fräse eingesetzt, auf 51% der Anbaufläche kam die Spatenmaschine zum Einsatz und auf 12% der Anbaufläche wurde zur Grundbodenbearbeitung auch der Grubber eingesetzt.

**Tabelle 38: Bodenbearbeitung in Tomate 2023.**

Gerät	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 16)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Pflug	0,00%	0	0
Grubber	11,78%	1	1
Spatenmaschine	50,55%	3	
Egge	0,00%	0	3
Fräse	100,00%	16	16

Hinsichtlich der Anzahl der Überfahrten wurde die Grundbodenbearbeitung auf 100 % der betrachteten Anbaufläche mit 1 bis 2 Überfahrten bewerkstelligt.

Neben der Grundbodenbearbeitung werden zur Regulierung des Beikrautbesatzes wie bereits erwähnt Mulchmaterialien (Mulch organisch, Bändchengewebe/Mulchfolie) oder Graswege eingesetzt oder wird maschinell bzw. von Hand gehackt.

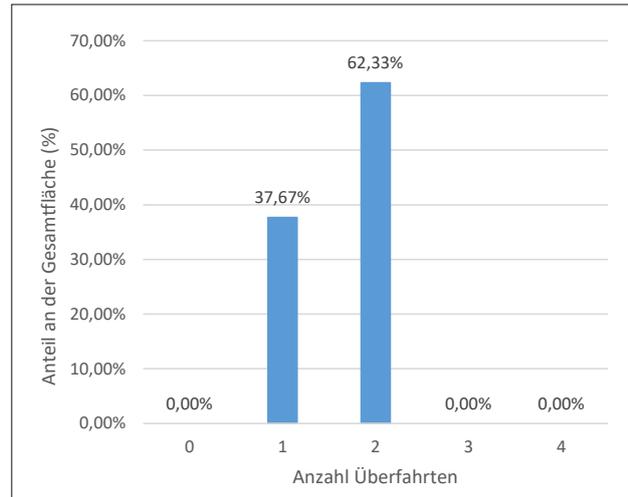


Abbildung 22: Anzahl der Überfahrten zur Bodenbearbeitung über die Gesamtfläche in Tomate 2023.

Von den betrachteten Betrieben wurde auf insgesamt 30% der Anbaufläche Mulchmaterial eingesetzt, um den Beikrautbesatz zu regulieren. Dabei wurde auf 10% der Anbaufläche organisches Mulchmaterial verwendet und auf 20% der Anbaufläche Bändchengewebe/Mulchfolie. Graswege als Erntegassen wurden in 6 von 16 Schlägen (bei 63% der Anbaufläche) angelegt. Hinsichtlich Beikrautregulierung durch Hacken wurde ebenfalls in 6 von 16 Schlägen (bei 23% der Anbaufläche) mit der Hacke von Hand der Beikrautbesatz reguliert. Maschinelles Hacken erfolgte in keiner der betrachteten Anbauflächen.

**Tabelle 39: Übersicht eingesetzter Möglichkeiten zur Beikrautregulierung in Tomate 2023**

Beikrautregulierung	Jeweiliger Einsatz auf Anteil der Gesamtfläche (%)	Jeweiliger Einsatz auf Anzahl der Schläge (von 16)	Jeweiliger Einsatz insgesamt
Mulch organisch	10,09%	3	3
Bändchengewebe/Mulchfolie	19,79%	2	2
Graswege	63,31%	6	6
Hacken (maschinell)	0,00%	0	0
Handhacke	22,85%	6	7

## Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Anbausystems

Pilzliche Schaderreger lassen sich im geschützten Anbau durch die Steuerung der Klimaparameter

in der Regel sehr gut regulieren. Hinsichtlich der bodenbürtigen Schaderreger kommt der Züchtung der züchterischen Bearbeitung der Sorten mit dem Ziel einer polygenetischen Verankerung von Resistenzen eine besondere Bedeutung zu.

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

Der Tafelapfelanbau als Dauerkultur kann den Befallsdruck durch Schädlinge und Krankheiten nicht durch Fruchtfolge wie bei 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 2023 gingen die Datensätze von 13 Betrieben ein (2 aus dem Neckarraum und 11 aus dem Bodenseegebiet). Es wurden immer alle Tafelapfelanlagen des Betriebes mit Alter über 4 Jahre berücksichtigt, die ausgewertete Fläche beträgt 306,2 ha. Jede Anlage bzw. einzelne Sorte ist eine Stichprobe. Von den insgesamt 386 Stichproben gehörten 48 Prozent zu schorfwiderstandsfähigen (schowi) Sorten und 52 Prozent zu nicht schorfwiderstandsfähigen Sorten. Als schowi-Sorte werden alle Sorten klassifiziert, die ein Resistenzgen tragen, auch wenn die Resistenz inzwischen durchbrochen ist.

Die Daten aus dem Jahr 2023 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 2023 dargestellt ohne die Maßnahme im Detail zu erläutern.

## 9.1 Sortenwahl und Züchtung

Im Jahr 2023 waren 55% Prozent der ausgewerteten Fläche mit schowi-Sorten bepflanzt. Auf 43,4 Prozent der Fläche stehen keine schowi-Sorten. Aber auch hier wird auf weniger empfindliche Sorten geachtet. Allerdings führten die Nachfrage der Vermarkter nach den bekannten Marktsorten und der starke Resistenzdurchbruch bei den schowi-Sorten dazu, dass im Jahr 2023 nur noch 43% der Neupflanzungen schowi-Sorten waren. Da die Betriebe in der Stichprobe nicht alle dieselben sind wie bei der Auswertung von 2022, kann dieser

leichte Rückgang der Investition in schowi-Sorten auch auf betriebspezifische unterschiedliche Präferenzen zurückzuführen sein. Von den Resistenzdurchbrüchen waren vor allem die Sorten Topaz und Santana betroffen, die einen hohen Flächenanteil haben. Die Sorte Natyra ist inzwischen ebenfalls etabliert. Es gibt aber einige offene Fragen hinsichtlich Ertrags- und Blattvitalität die derzeit in einem Arbeitskreis im regionalen Netzwerk der FÖKO bearbeitet werden. Es wird aber immer stärker offensichtlich, dass es langfristig einer anderen Sortenstrategie als bisher bedarf.



Bild 13: LVWO-Frühsorte „Estelle“ (© Franz Ruess).

## 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 etwas weniger als vier Bodenbearbeitungsmaßnahmen 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 16% der Fläche verwendet, abgehäufelt wurde 2023 gar nicht. Die Nutzung des Unterschneidegeräts ist vernachlässigbar. Auf 11% der Flächen wurden zusätzlich zur Bodenbearbeitung Beikrautherde um den Stamm von Hand entfernt (Handhacke).

**Tabelle 40: 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 2023.**

Maßnahme	Behandelte Fläche in Prozent	Anzahl Überfahrten
Kreiselgeräte (z.B. Ladurner)	84	2,8
Anhäufeln (z.B. Rollhacke, Spedo)	56	1,7
Abhäufeln	0	0
Fadengerät	16	1,6
Unterschneidegerät	1	1
<b>Überfahrten gesamt</b>	<b>100</b>	<b>3,7</b>
Handhacke	11	



Bild 14: 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 wird auf der Hälfte der Fläche durchgeführt. Bei der Regulierung des Wachstums wird vor allem Sommerriß praktiziert. Wenn allerdings Sonnenbrandgefahr besteht wie in 2023 der Fall wird diese Maßnahme weniger eingesetzt. Zur Beruhigung stark triebiger Anlagen wird ein Wurzelschnitt praktiziert (Tabelle 40).

**Tabelle 41: Übersicht über die Umsetzung der Maßnahmen der Kulturführung im Jahr 2023**

Maßnahme	Mechanische Ausdünnung	Handausdünnung	Sommerriß	Sommerschnitt	Wurzelschnitt
Behandelte Fläche in Prozent	15	48	25	11	15

### 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 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 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 Diapauselarven 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 zu Strategien zur Gesunderhaltung von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen im ökologischen Anbau von 2021).



Bilder 15: Handausdünnung (links, © Heinrich Blank; Fadengerät (rechts, © Jürgen Zimmer)

**Tabelle 42: Übersicht über die Umsetzung der Maßnahmen zur Reduktion des Befallsdrucks**

Maßnahme	Behandelte Fläche in Prozent
Maßvolle Düngung	53
Stickstoffaufwandmenge pro ha	33,5 kg
Absammeln von Fruchtumien	1
Absammeln befallener Früchte bei der Ausdünnung	25
Absammeln befallener Früchte nach der Ausdünnung	8
Entfernen von Befallsstellen mit Obstbaumkrebs	19
Reduktion des Askosporenpotentials beim Apfelschorf: Einsatz von Vinasse zum Blattfall	19



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

## 9.5 Maßnahmen nach der Ernte

Um oberflächliche Verunreinigungen zu entfernen (z.B. leichte oberflächliche Flecken durch die Regenfleckenkrankheit) können inzwischen 100 Prozent der Betriebe eine Bürste an der Sortieranlage nutzen. Im Rahmen des BÖL-Projektes OekoapfelForward 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 Beliebtheits-test nicht der Fall.

Zugang zur Nutzung des Heißwassertauchverfahrens zur Reduktion des Befalls durch Lagerkrankheiten haben 92 Prozent der Betriebe. Auf allen Betrieben wird die CA-Lagerung genutzt.



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

## 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 Maßnahmenpakets zur Gesunderhaltung. Sie spielen bei der wirtschaftlichen Abwägung über die Wahl der Strategie eine wichtige Rolle.

Grundlage des Systemansatzes im ökologischen Anbau ist, dass Verbraucher:innen zwar eine hohe innere Qualität einfordern, bei der äußeren Qualität jedoch kleine Schönheitsfehler wie Berostungen und kleinere Schalenfehler nicht als qualitätsmindernd betrachtet werden, solange Geschmack und Haltbarkeit der Frucht nicht beeinträchtigt werden (leicht berostete Äpfel sind sogar oft süßer). Derzeit gibt es je nach Vermarktungsweg große Unterschiede in den Anforderungen an die äußere Qualität. Eine „Konventionalisierung“ dieser Anforderungen durch einzelne Marktakteure hätte aber sofort auch gravierende Auswirkungen auf

die Anbaustrategie. Mehr Informationen dazu siehe <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 Naturschutzziele 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.

## 9.7 Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

In Abbildung 23 ist eine Übersicht über die Ausbringung aller Pflanzenbehandlungsmittel als

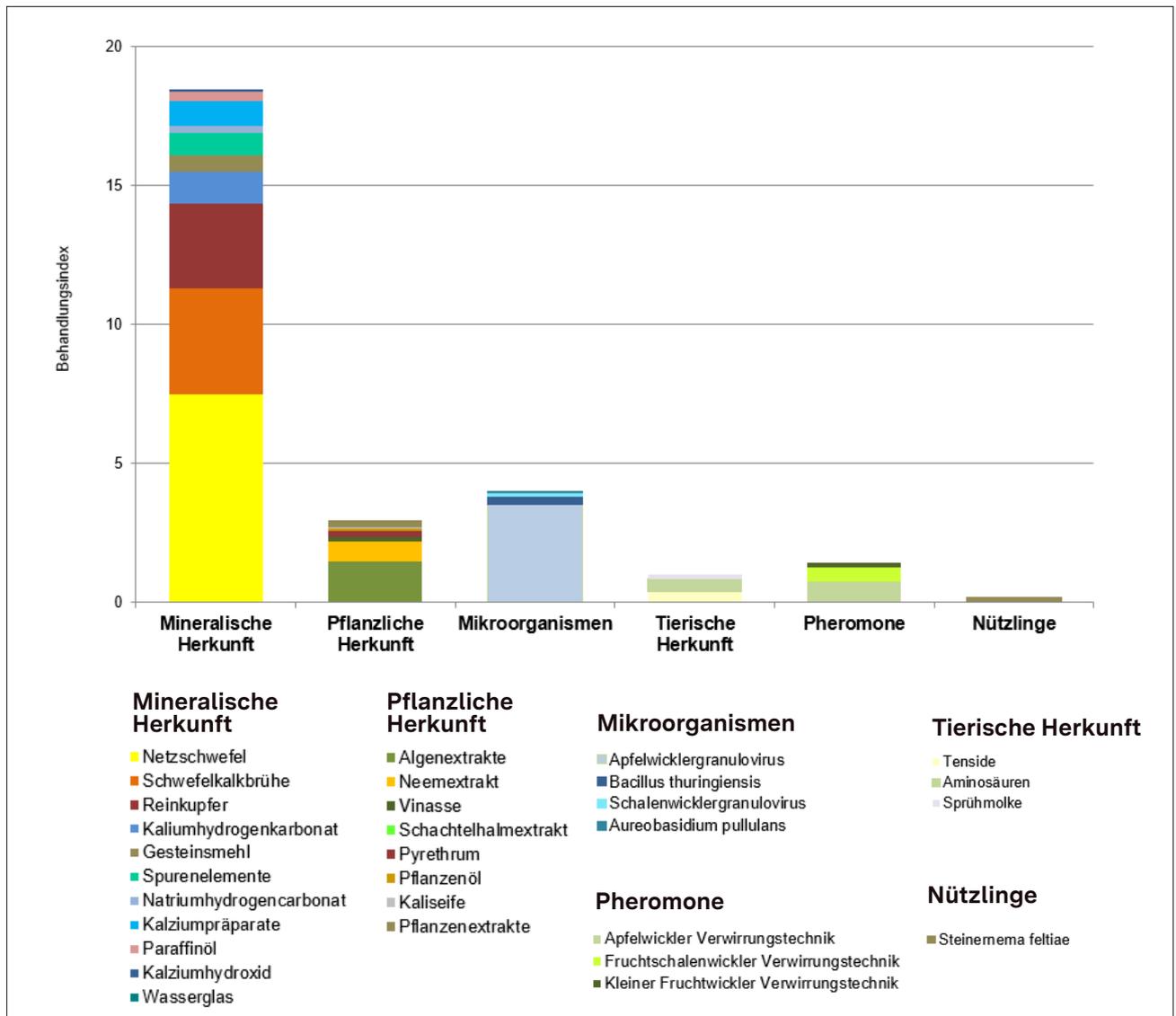


Abbildung 23: Darstellung aller im Jahr 2023 auf den Betrieben eingesetzten Pflanzenbehandlungsmittel als Behandlungsindex. Die Wirkstoffe sind einzeln aufgeführt und für eine bessere Übersichtlichkeit in die in der Zulassung für natürlich vorkommende Substanzen verwendeten Kategorien eingeordnet

## Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

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. In 2023 wurde dann noch häufig Gesteinsmehl zur Reduktion von Sonnenbrand ausgebracht. Zur Reduktion des Feuerbrandbefalls wurden teilweise Hefepräparate angewendet.

Zur Regulierung von Schädlingen werden unter anderem die pflanzlichen Mittel Niemextrakt und Pyrethrum sowie Mikroorganismen (Apfelwicklergranulovirus, Schalenwicklergranulovirus *Bacillus thuringiensis*) verwendet. Zusätzlich werden zum Niedrighalten der Populationen des Apfelwicklers, des Kleinen Fruchtwicklers und des Schalenwicklers Pheromone ausgebracht. Algenextrakte, Aminosäuren, Spurenelemente und Kalzium dienen der Kräftigung der Pflanzen (Abbildung 23).

An der Strategie zur Kupferminimierung wird intensiv gearbeitet. Allerdings war das Jahr 2023 ein sehr schwieriges Jahr für die Pilzregulierung, was sich auch in den ausgebrachten Kupfermengen niederschlägt (Abbildung 24). Das sehr niederschlagsreiche Frühjahr machte vor der Blüte auf

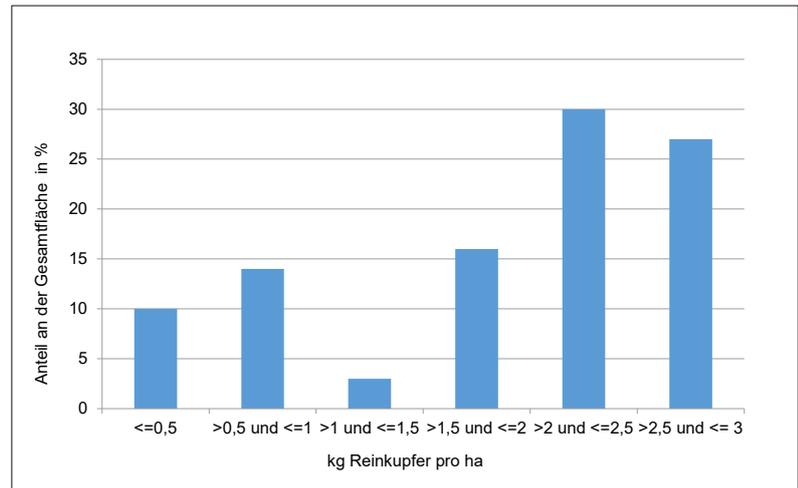


Abbildung 24: Einsatz von Kupferpräparaten in 2023, Anteil der jeweiligen Gesamtfläche, die mit der entsprechenden Menge Reinkupfer (in kg pro ha) behandelt wurde.

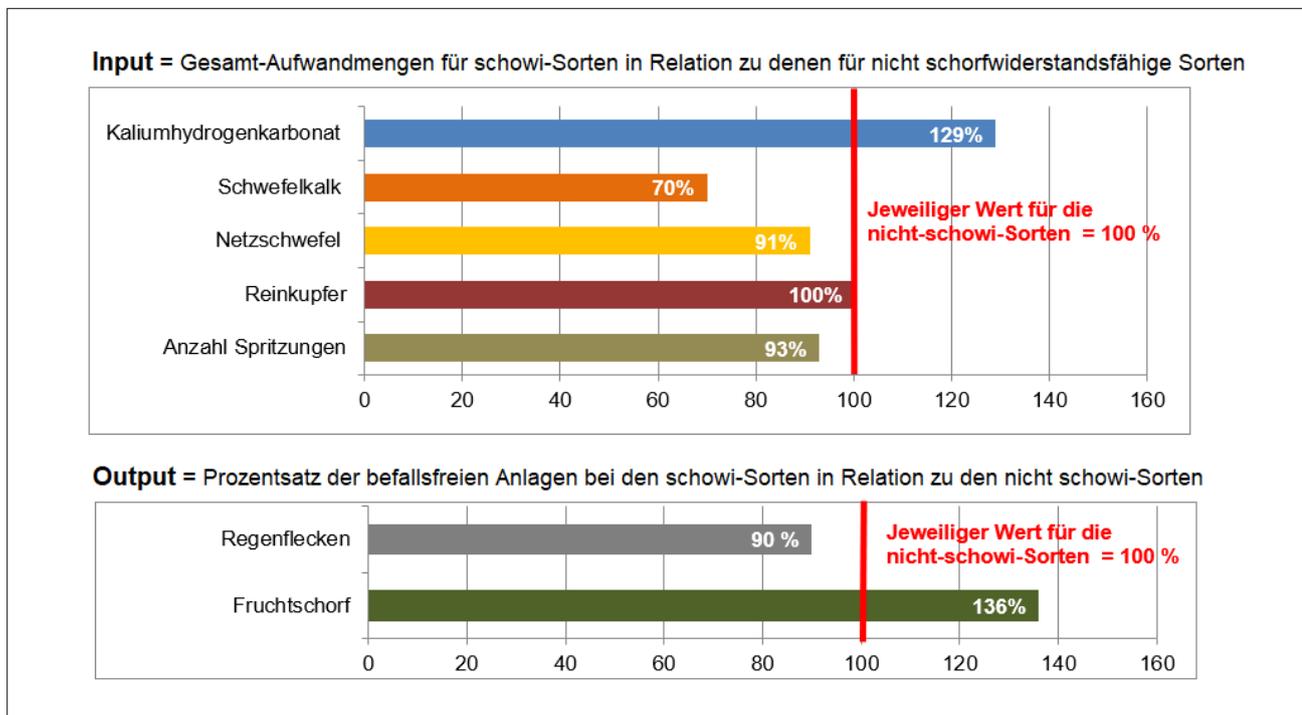


Abbildung 25: Input-Output-Verhältnis im Jahr 2023 von schorf widerstandsfähigen (schowi-) Sorten in Relation zu den nicht-schowi-Sorten beim Input an Pflanzenbehandlungsmitteln und der Gesamtzahl aller Behandlungen sowie jeweiliger Anteil befallsfreier (befallene Früchte < 5%) Anlagen mit Fruchtschorf und Regenflecken pro Jahr. Datengrundlage: Nur Betriebe, die sowohl schowi- als auch nicht-schowi-Sorten haben.

den meisten Betrieben am Bodensee 4-5 Kupferbehandlungen notwendig. Trotzdem waren gerade auch die schowi-Sorten Topaz und Santana nicht schorffrei. In den extrem heißen Sommermonaten waren dann Schwefelpräparate wegen der Sonnenbrandgefahr nur sehr bedingt einsetzbar, so dass meist mit geringen Mengen an Kupfer gearbeitet wurde. Daher ist in 2023 der Anteil der Fläche, wo beinahe die volle zulässige Aufwandmenge an Reinkupfer pro ha ausgebracht wurde, mit 27% sehr viel höher als in den Vorjahren. Allerdings wurde auch auf fast 25% der Fläche weniger als 1 kg Reinkupfer pro ha ausgebracht (Abbildung 25). Im Durchschnitt wurden im Jahr 2023 1,9 kg Reinkupfer pro Hektar ausgebracht. Die große Bandbreite ist sorten- und lagebedingt. Allerdings ist die Resistenz der schowi-Sorten Topaz und Santana inzwischen so stark durchbrochen, dass die Unterschiede zu den nicht-schowi-Sorten sich zunehmend marginalisieren (Abbildung 27). Da diese Sorten den großen Teil der Stichprobe bei den schowi-Sorten ausmachen, sind die Unterschiede inzwischen gering. Einsparungen gibt es noch vor allem beim Einsatz der Schwefelkalkbrühe für Stoppspritzungen.

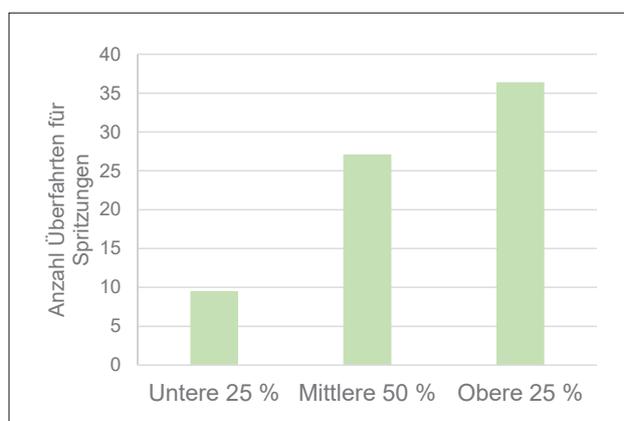


Abbildung 26: Anzahl der Überfahrten für Spritzungen zur Ausbringung aller Pflanzenbehandlungsmittel im Jahr 2023 (die Zahlen sind etwas zu hoch da aus technischen Gründen auch die Ausbringung der Verwirrungstechniken als Spritzungen gewertet werden).

Im Allgemeinen werden pro Spritzung wesentlich 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 zwischen 9 und 36 Überfahrten pro Jahr (Abbildung 26). Allerdings muss berücksichtigt werden, dass aus technischen Gründen auch die Ausbringung der Dispenser für Verwirrungstechniken jeweils als Überfahrt gewertet wird. Die Zahlen sind also etwas zu hoch angesetzt.

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

Breit wirksame Pyrethrumpräparate wurden im Jahr 2023 zum Austrieb gegen Apfelblütenstecher auf 24 Prozent der ausgewerteten Fläche eingesetzt. Auf 1% der Fläche erfolgte in 2023 eine zweite Applikation 1-2 Wochen später gegen die Rotbeinige Baumwanze.

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 resilienten Bioobstanlage der Zukunft. Sehr wichtig ist die Verfügbarkeit von robusten marktgängigen Sorten. Da die Schorffresistenz, die auf dem Rvi6-Gen basiert und die derzeit noch eine Mehrheit der Sorten tragen, inzwischen weitgehend durchbrochen ist, und auch zunehmend andere Krankheiten eine Rolle spielen, stellen diese Sorten für einen zukunftsfähigen Obstbau nur noch eine Brückentechnologie dar. Innerhalb der Rvi6-Gen-basierten Sorten gibt es Unterschiede in der Empfindlichkeit. Daher werden interessante Sorten im Rahmen des vom MLR Baden-Württemberg geförderten regionalen Arbeitsnetzes der FÖKO laufend auf Vitalität und die Möglichkeiten

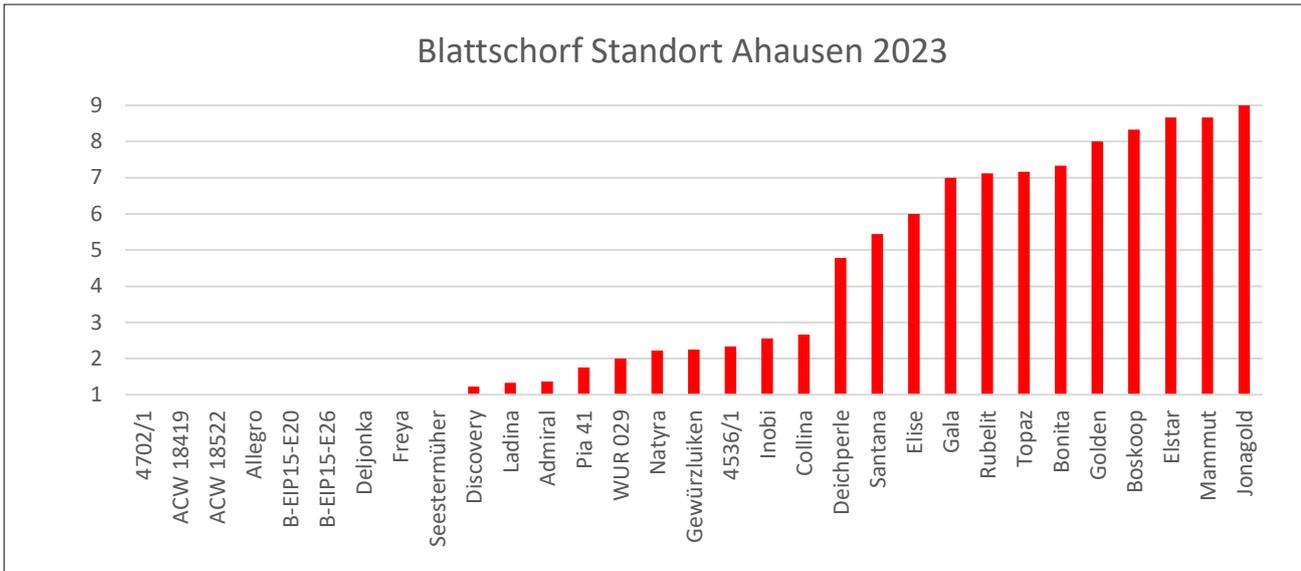


Abbildung 27: Mittlerer Blattschorfbefall 2023 (nach Lateur) am Versuchsstandort Ahausen

der Reduzierung von Kupferpräparaten beobachtet und abgeprüft (siehe hierzu Abbildung 27).

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.

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

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 Biopiraxisbedingungen abzuprüfen. Um langfristig hoch spezialisierte und motivierte Mitarbeiter:innen 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 OEKOAPFEL-FORWARD 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 Hohen-

heim mit dem Fachbereich Ökologischer Obstbau des KOB und der FÖKO aufgebaut. Derzeit werden die Nebenwirkungen des Einsatzes von Pyrethrumpräparaten gegen Apfelblütenstecher untersucht, Maßnahmen zur Risikominimierung und zur Reduktion des Befallsdrucks entwickelt sowie an der Strategie zur Regulierung der Blutlaus gearbeitet. Eine Verstärkung des Personals für diese Zusammenarbeit ist für die weitere Entwicklung der Insektenregulierung und Biodiversitätsförderung im Öko-Obstbau unbedingt notwendig.

Auch neue Pflanz- und Anlagensysteme werden weiter diskutiert. Erste Ergebnisse der Versuchsanstalten von dynamischen Überdachungssystemen, AGRI-PV-Anlagen oder Sortenmischpflanzungen liegen vor und müssen weiter untersucht werden.

Mehr Informationen über die Strategien zur Weiterentwicklung des Anbausystems sind unter <https://www.foeko.de/publikationen/gesunderhaltung-der-pflanzen-im-oeko-apfelanbau/> zu finden.



Bild 18: Blühstreifen in der Fahrgasse und Liguster als „Ankerpflanze“ vor den Reihen zur Förderung der Biodiversität. (© Jutta Kienzle).



Bilder 19: Versuchsanlage mit mobiler Überdachung am KOB Bavendorf (links, © Sascha Buchleither) und Anlage mit Sortenmischung an der LVWO Weinsberg (rechts, © Christian König).

# 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 (siehe Kapitel 10.5).

In der Erhebung des Jahres 2023 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 Weinbau sind es vor allem Schadpilze, welche zu teilweise verheerenden Ertrags- oder Qualitätseinbußen führen. Allen voran der Falsche Mehltau (*Plasmopara viticola*), auch als *Peronospora* bekannt, und der Echte Mehltau (*Erysiphe necator*) oder *Oidium*. *Peronosporabefall* kann vor allem in feuchten Jahren zu extrem starken Ertragsausfällen führen. Er überwintert in infiziertem Laub

und braucht ein feucht-mildes Milieu, um sich zu entwickeln und in Blatt und Trauben einzudringen. Besonders kritisch ist die Infektion zwischen den Entwicklungsstadien 57 (Gescheine voll entwickelt) und 75 (Beeren sind erbsengroß). In der letzten Zeit waren es vor allem die sehr nassen Jahre 2016, 2021, 2023 und 2024, die zu erheblichem *Peronosporabefall* und massiven Ertragsausfällen führten.

*Oidium* kann als Mycel oder als Kleistothecien auf der Pflanze, aber auch im Boden überwintern und bildet bei Befall einen weißen Pilzbelag an Pflanze und Trauben. Optimal für seine Ausbreitung ist der Wechsel von mäßiger Feuchte und Wärme. Vor allem befallene Trauben können nicht mehr verwendet werden. Werden infizierte Trauben doch verarbeitet, führt dies zu einem muffig-unangenehmen Aroma im Wein. Neben *Peronospora* und *Oidium* spielen auch weitere Pilzkrankungen wie die Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) oder Graufäule (*Botrytis cinerea*) eine, wenn auch im Vergleich zu den beiden hauptsächlich auftretenden Schadpilzen, nachgeordnete Rolle. *Botrytis* ist vor allem in den späten Entwicklungsstadien mit Blick auf die Vollreife der Trauben relevant. Sie kann bei einer feucht-milden Witterung im Spätsommer ganze Ernten zerstören. Mit vorbeugenden Maßnahmen wie Entlauben oder Ertragsreduktionen ist es möglich, die Struktur der Traubenzone so zu



Bild 20: *Peronosporabefall*. (© BÖW)

verändern, dass die Ausbreitung des Schadpilzes stark verlangsamt bzw. komplett verhindert werden kann.

Eine weitere Pilzkrankung ist ESCA, die vor allem vom Mittelmeer-Feuerschwamm Pilz (*Fomitiporia mediterranea*) verursacht wird. Diese Erkrankung befällt vor allem, aber nicht nur, älteres Rebholz (25 Jahre) und führt zum Absterben der Rebstöcke. Als einzige Maßnahme bleibt das Entfernen befallener Reben. Eine direkte Bekämpfung ist mit den zur Verfügung stehenden Maßnahmen bislang nicht möglich. Bei den Schadinsekten kann die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) in manchen Jahren zu relevanten Schäden führen. Bislang noch kein Thema in Deutschland, aber aus den meisten europäischen Weinbauländern bereits gemeldet (Quarantäneschaderreger), ist die Goldgelbe Vergilbung (frz.: *flavescence dorée*). Dieses Phytoplasma (= zellwandfreies Bakterium) führt zur gelblich bis rötlichen Verfärbung der Blätter und deren Einrollen; die Trauben verwelken. Als Vektor für dient die amerikanische Rebzikade (*Scaphorhynchus titanus*). Im Falle eines Ausbruchs kann behördlich der Einsatz von Insektiziden im Umkreis der als „befallenen“ identifizierten Anlage angeordnet werden.

## 10.2. Sorten und Züchtung

Noch stärker als in anderen Kulturen definiert sich das vermarktete Endprodukt Wein über die angebauten Rebsorten, aus welchen der Wein hergestellt wird. Schon lange gibt es Sorten, die sich durch eine stärkere Widerstandsfähigkeit gegenüber Pilzen auszeichnen: sog. PIWI-Rebsorten (pilzwiderstandsfähige Rebsorten). Lange hatten es diese neu gezüchteten Rebsorten auf dem traditionsorientierten Weinmarkt schwer. Mittlerweile steigt das Interesse an ihnen rasant – dies liegt zum einen daran, dass der Pflanzenschutz immer schwieriger wird. Zum anderen mehrt sich das Bewusstsein für eine ökologischere Ernährungs- und Wirtschaftsweise. Gerade im Ökolandbau passen PIWI-Rebsorten als Komponente einer Pflanzenschutzstrategie, welche externe Pflanzenschutz- und Betriebsmittel so weit wie möglich minimieren möchte.

In den letzten Jahren zeichnet sich durch die Klimaerwärmung eine immer frühere und schnellere Entwicklung der Reben ab. Die bisherigen Zuchtziele lagen vor allem in einer hohen Pilzwiderstandsfähigkeit, einem aufrechten Wuchs, einer lockeren Traubenstruktur und einer dickeren Beerenhaut. Durch die Klimaveränderungen gerät nun vor allem der langsamere Ablauf der Entwicklungszyklen der Reben in den Blickpunkt. Langfristig soll durch diesen Züchtungsschwerpunkt und der Entwicklung von Sorten mit späterem Austrieb, Blüte, *Véraison* (Weichwerden der Beeren) und Reife der mittlerweile erheblich früheren Traubenreife entgegengewirkt werden. Diese hat erhöhte Alkoholgehalte der Weine, geringere Säuregehalte von Weinen und Mosten sowie hohe pH-Werte der Moste und verringerte Aromatik der Beeren zu Folge.

Folgende Sorten wurden auf den angegebenen Flächen im Jahr 2023 erfasst:

**Tabelle 43: Sortenanteile Wein 2023. PIWI-Rebsorten sind mit (PIWI) gekennzeichnet.**

Rebsorte	Fläche (ha)	Anteil an Gesamtfläche (%)
Spätburgunder	8,07	20,11%
<b>Gutedel</b>	<b>5,61</b>	<b>13,98%</b>
Grauburgunder	3,58	8,93%
Weißburgunder	2,53	6,30%
Chardonnay	2,33	5,81%
Regent (PIWI)	1,83	4,57%
Souvigner Gris (PIWI)	1,79	4,46%
Johanniter (PIWI)	1,59	3,96%
Müller-Thurgau	1,46	3,64%
Cabernet Blanc (PIWI)	1,28	3,19%
Riesling	0,85	2,13%
Muscaris (PIWI)	0,72	1,79%
Schwarzriesling	0,70	1,74%
Donauriesling (PIWI)	0,63	1,58%
Cabernet Cortis (PIWI)	0,62	1,54%
Kerner	0,58	1,45%
Viognier (PIWI)	0,56	1,40%
Souvignac (PIWI)	0,55	1,37%
Merlot	0,41	1,02%
Helios (PIWI)	0,36	0,89%

Rebsorte	Fläche (ha)	Anteil an Gesamtfläche (%)
Solaris (PIWI)	0,33	0,83%
Bronner (PIWI)	0,32	0,80%
Cabernet	0,32	0,80%
Sauvignon Blanc	0,61	1,52%
Nobling	0,28	0,70%
Prior (PIWI)	0,25	0,63%
Cabertin (PIWI)	0,25	0,62%
Satin Noir (PIWI)	0,24	0,60%
Cabernet Franc	0,22	0,55%
Monarch (PIWI)	0,19	0,48%
Pinotin (PIWI)	0,19	0,47%
Cabernet Cantor (PIWI)	0,19	0,47%
Cabernet Dorio (PIWI)	0,17	0,42%
Carillion (PIWI)	0,25	0,62%
Muskateller	0,11	0,27%
Gewürtztraminer	0,09	0,22%
Saphira (PIWI)	0,03	0,08%
Dakapo	0,01	0,02%
VB Cal 1-22 (PIWI)	0,01	0,02%

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 Flächenanteil dieser Rebsorten 2022 noch bei 86% der in der Erhebung betrachteten Fläche, so sank deren Flächenanteil in 2023 auf 69%. Demgegenüber stieg der Flächenanteil, welcher mit PIWI-Rebsorten bestockt sind. Der Flächenanteil an PIWI-Rebsorten lag 2022 noch bei 15%, in dem diesem Bericht zugrundeliegenden Erfassungsjahr 2023 wurde von den betrachteten Betrieben auf 31% 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 bedeutende Maßnahme, um im ökologischen Weinbau die Fruchtbarkeit zu erhalten bzw. zu erhöhen (s.u.) und stellt einen wesentlichen Unterschied dar zur konventionellen Bewirtschaftung. Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung der Nähr-elementversorgung der Reben kann im Ökologischen Weinbau über eine Düngung mit Wirtschaftsdüngern und/oder organischen Handelsdüngern erfolgen. Drei der acht befragten Betriebe bewerkstelligen die angemessene Nährelementversorgung ihrer Reben ausschließlich über die Begrünung der Rebasse bei Verwendung einer entsprechend leguminosenreichen Begrünungsmischung. Zwei der betrachteten Betriebe verwenden zusätzlich zur Begrünung mit Leguminosenanteil auch noch Wirtschaftsdünger oder organische Handelsdünger, haben aber in 2023 keine Düngung ihrer Rebflächen durchgeführt. In drei Betrieben wurde 2023 Stickstoff gedüngt, dabei wurden Haarmehlpellets, Grünschnittmäcksel und Kompost verwendet. Im Durchschnitt wurden dort 32,86 kg N/ha ausgebracht (vgl. Tabelle 43).

Tabelle 44: Düngemaßnahmen 2023.

	Fläche [ha]	Durchschnittlich kg N/ha	Anteil an Gesamtfläche [%]
Nur durch Begrünung	11,4	-	28,66%
Zusätzlich gedüngt	22,2	32,86	55,87%

## 10.4 Wichtige Maßnahmen der Kulturführung

### Begrünung zwischen den Reihen

Eine Begrünung zwischen den Reihen ist im Weinberg sinnvoll. Die Begrünung dient als Erosionsschutz, Leguminosen in der Begrünung binden Stickstoff aus der Luft, Begrünung fördert den Humusaufbau und hilft bei der Regulierung von Beikraut und ist auch Habitat für Nützlinge.

Alle betrachteten Betriebe arbeiteten mit Begrünung zwischen den Reihen auf allen Flächen. Sieben der Betriebe arbeiten dabei mit der Ein-

saat entsprechender Begrünungsmischungen, ein Betrieb setzt auf natürliche Begrünung. Von drei Betrieben wird die sehr artenreiche Wolff-Mischung eingesetzt, während die anderen vier mit einer Begrünungseinsaat arbeitenden Betriebe einfachere Begrünungsmischungen mit weniger Pflanzenarten (z.B. Roggen, Phacelia, Winterwicke, Wintererbse, Pannonische Wicke, Inkarnatklie, Winterraps, Winterrüben, Welsches Weidelgras) verwenden.

**Tabelle 45: Übersicht der Begrünungen 2023.**

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

Um die Wasser- und Nährelementkonkurrenz zwischen der Begrünung und den Reben zu Gunsten der Reben zu gestalten, gibt es die Möglichkeit die Begrünung zu walzen. Geeignet sind dafür aber nur Begrünungen mit einem entsprechend hohen Anteil an krautigen Pflanzen. Durch Abknicken der Triebe der Begrünungspflanzen wird die Begrünung in ihrem Wachstum gestört und dadurch auch die Wasser- und Nährelementaufnahme reduziert. Der Zeitpunkt des Walzens richtet sich nach dem Datum der Einsaat sowie der Entwicklung der Begrünung. Durch diese Maßnahme werden gleichzeitig wünschenswerte Effekte wie Erosionsschutz und Schutz vor Austrocknung erhalten. Darüber



Bild 21: Walzen der Begrünung. (© BÖW)

hinaus wird der Boden geschont, da die Gefahr von Bodenverdichtungen beim Befahren durch die Pflanzenaufgabe vermindert wird. Die Begrünung wurde auf 38,03 ha (96%) gewalzt. Auf der gesamten betrachteten Fläche wurde die Begrünung gemulcht und sorgte damit für eine Nährelementversorgung und Humusaufbau im Weinberg.

### Entblätterung und andere vorbeugende Maßnahmen

Das Entlauben dient primär dem Belüften der Traubenzone und beugt damit der Verbreitung von feuchtigkeitsliebenden Pilzkrankheiten wie z.B. Botrytis oder Peronospora vor und dient dadurch hier als Indikator zur Verbeugung eines Pilzbefalls. Die stärkere Exposition der Trauben zur Sonne kann außerdem positive Auswirkungen auf die Traubenqualität haben. Sechs der acht Betriebe führten diese Maßnahme durch. Der Arbeitsaufwand ist nicht unerheblich und es gibt auch maschinelle

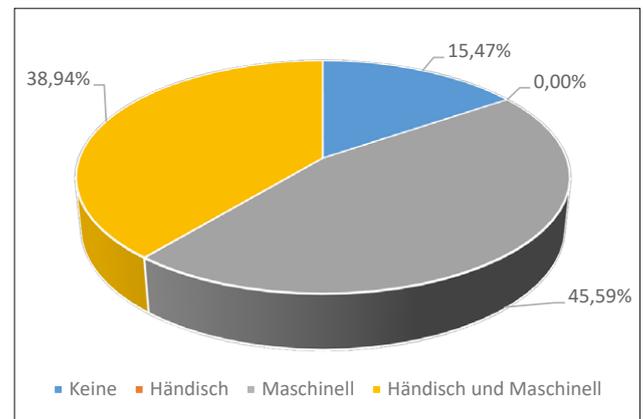


Abbildung 28: Art der Entblätterung auf Anteil der Gesamtfläche.



Bild 22: Entblätterte Traubenzone. (© BÖW)

Lösungen, bspw. über Druckluft oder eine Zupfwalze. Alternativ bleibt sonst das händische Entfernen der Blätter. Auf 85% (im Vorjahr 75%) der betrachteten Rebfläche wurde sowohl maschinell als auch händisch entblättert.

Eine weitere praktizierte Maßnahme ist neben der Entblätterung der Traubenzone auch das Ausbrechen von Trieben im Kopfbereich des Rebstocks und Doppeltrieben an der Basis der Fruchttriebe der Rebe, um eine bessere Durchlüftung zu erreichen und so Pilzinfektionen vorzubeugen. Diese Maßnahme wurde auf 89% (im Vorjahr 90%) der betrachteten Rebfläche umgesetzt. Mit der Traubenteilung, also dem Entfernen eines Teils der Beeren, kann zum einen die Qualität der übrigen Beeren gesteigert werden, sie dient aber auch der Vorbeugung gegen Botrytis. Die Traubenteilung wurde auf 25% (im Vorjahr 30%) der betrachteten Fläche umgesetzt.

## 10.5. Bodenbearbeitung und mechanische Beikrautregulierung

Für die Bodenbearbeitung bzw. zur Beikrautregulierung wurden Scheibenpflug, Unterstockmulcher und -bürste, Rollhacke, Fingerhacke und Stammputzer eingesetzt. Die Tiefe der Bodenbearbeitung (zehn bis 25 cm) richtet sich hier stark nach der Beschaffenheit der Anlage und dem Ziel, das mit der Maßnahme verfolgt wird.

Mit Grubber und Egge wird zudem das Saatbett für die Einsaat der Begrünungsmischungen bereitet.

Die Anzahl der Überfahrten für die Bodenbearbeitung und die Beikrautregulierung im Unterstock wurde für 2023 nicht systematisch erfasst, dies soll aber in kommenden Erhebungen erfolgen.

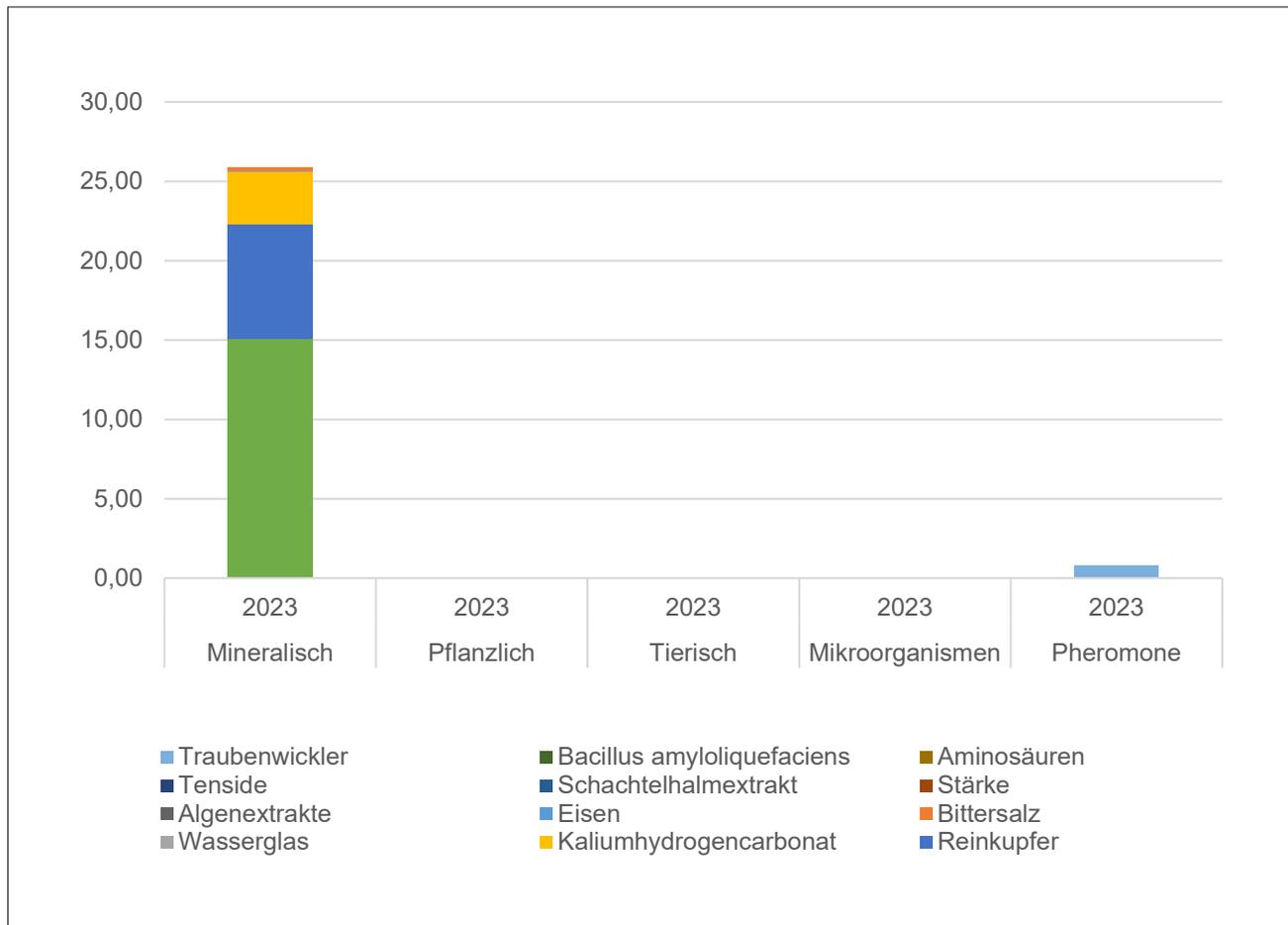


Abbildung 29: Behandlungsindex Wein 2022.

## 10.6. Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Abbildung 29 zeigt den errechneten Behandlungsindex (siehe Kapitel Methodik). Darin sind alle erfassten Behandlungsmittel – also Pflanzenschutzmittel, Grundstoffe, Pflanzenstärkungsmittel, Netzmittel und Pheromone – berücksichtigt. Die durchschnittliche Gesamtaufwandmenge des Mittels auf den acht Betrieben wurde jeweils durch die zulässige Höchstaufwandmenge je Anwendung geteilt. Bei Mitteln mit demselben Wirkstoff wurde jeweils die höchste zulässige Aufwandmenge als Referenz verwendet.

Abbildung 30 zeigt die Anzahl der Überfahrten für Applikation Pflanzenschutzmitteln. Im Vergleich zum Jahr 2022 hat die Anzahl an Überfahrten für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln Jahr 2023 wieder etwas zugenommen.

### Pilzliche Erreger

#### Einsatz von Kupferpräparaten

Kupfer als eine breit wirksame Wirksubstanz gegen pilzliche Schaderreger ist ein zentraler Bestandteil der Gesunderhaltungsstrategie im ökologischen Weinbau. Wie auch in den anderen Sonderkulturbereichen (Obstbau, Hopfenanbau, Gemüsebau) des ökologischen Landbaus ist der ökologische Weinbau gleichwohl bestrebt, den Einsatz von Kupfer

als Wirksubstanz gegen pilzliche Schaderreger stetig zu minimieren (vgl. BÖLW-Kupferminimierungsstrategie). Kupfer wurde auf 88% (im Vorjahr 90%) der betrachteten Flächen eingesetzt, stellt aber grundsätzlich eine Standardanwendung im ökologischen Weinbau dar.

In Deutschland sind schon seit geraumer Zeit nur 3 kg Kupfer pro Hektar und Jahr zugelassen (4 kg im Hopfen). Die Aufwandmengen lagen 2023 unter den erlaubten 3 kg/ha. Wie schon 2022 musste kein Betrieb vom sogenannten "Kupferkonto" Gebrauch machen und mehr als die 3 kg/ha einsetzen.

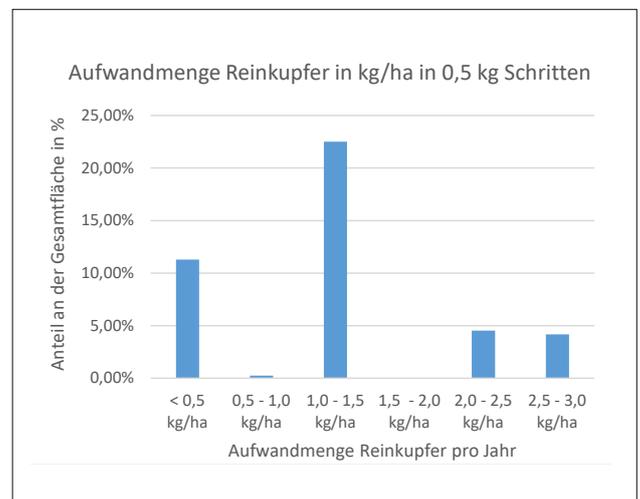


Abbildung 31: Kupferaufwandmenge 2023 Wein.

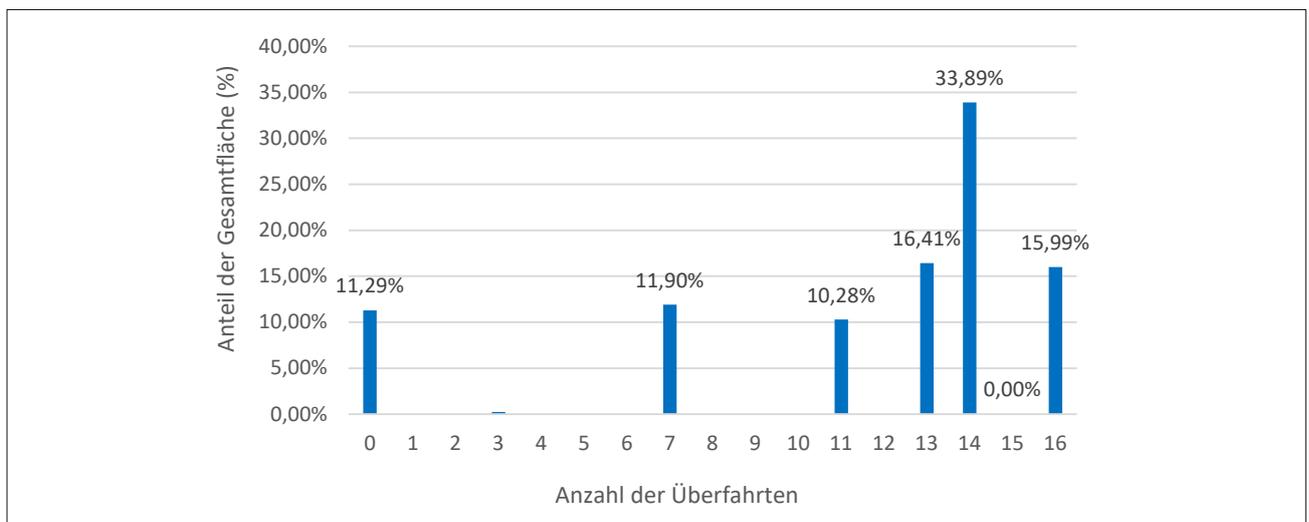


Abbildung 30: Anzahl der Überfahrten für die Ausbringung von Pflanzenbehandlungsmitteln über die Gesamtfläche.

### Weiterentwicklung

Der weitere Ausbau von Rebflächen mit PIWI-Rebsorten einerseits sowie die Intensivierung der züchterischen Arbeit an neuen PIWI-Rebsorten mit polygenetisch verankerter Widerstandsfähigkeit ist ein entscheidender Baustein für den Pflanzenschutz im ökologischen Weinbau und deshalb auch eine zentrale Forderung der BÖLW-Kupferminimierungsstrategie. Fünf der acht befragten Betriebe planen einen Ausbau ihrer Flächen mit PIWI-Rebsorten, ein weiterer hat bereits auf 100% der Fläche PIWI-Rebsorten stehen. Weiterhin gibt es derzeit eine Reihe interessanter Naturstoffpräparate, die im Rahmen von Forschungsprojekten (VitiFit im BÖL oder RELACS als Horizon2020 Projekt) erprobt wurden. Allerdings ist die Mehrzahl dieser Stoffe pflanzlichen Ursprungs. Da es für Pflanzenextrakte derzeit noch keine angepasste Wirkstoffzulassung gibt, ist eine Praxiseinführung noch sehr unsicher, da sich eine Zulassung aufgrund der Komplexität des derzeitigen Zulassungsverfahrens oft sehr lange hinzieht und aufgrund des für Naturstoffpräparate vermeintlich kleinen Marktes sich dadurch die Kosten einer Zulassung oft in unwirtschaftliche Bereiche bewegt. Insgesamt braucht es in der Zulassung eine bessere Anpassung von Datenanforderungen und Risikomodelle an Naturstoffe und deren Eigenschaften. Auch gibt es Ansätze über die Mikroverkapselung von Kupfer die Aufwandmengen weiter zu reduzieren, diese müssen aber erst noch die Marktreife erreichen. Seit es mit dem neuen EU-Pflanzenschutzrecht den Status als Pflanzenstärkungsmittel verlor, fehlt Kaliumphosphonat als Maßnahme zur Kupferminimierung im ökologischen Weinbau – eine Aufnahme in die Öko-Verordnung ist bislang nicht erfolgt.

### Weitere Pilzregulierung

Auch der Einsatz von Netzschwefel – in der Regel mit Kupfer zusammen – fand auf 88% (im Vorjahr 90%) der betrachteten Rebfläche statt. Neben Kupfer ist Schwefel der zweite zentrale fungizide Wirkstoff, welcher den Öko-Winzern zur Regulierung von pilzlichen Schaderregern (hier Oidium) zur Verfügung steht.

**Tabelle 46: Anwendung von Schwefel 2023 Wein.**

Netzschwefeleinsatz im Öko-Weinbau in Baden-Württemberg 2023	
Behandelte Fläche Anteil	88,46 %
Mittlere Aufwandmenge je Anwendung	3,22 kg/ha
Mittlere Anzahl Anwendungen	10,22
Durchschnittliche Gesamtaufwandmenge	41,44 kg/ha

Kaliumhydrogencarbonat gilt als Wirkstoff mit geringem Risiko und wird auch im Lebensmittelbereich (z.B. Backpulver) verwendet. Der auch als Bicarbonat bekannte Stoff hat eine fungizide Wirkung und wird im Weinbau gegen Oidium verwendet.

**Tabelle 47: Anwendung von Kaliumhydrogencarbonat 2023 Wein.**

Kaliumhydrogencarbonateinsatz im Öko-Weinbau in Baden-Württemberg 2023	
Behandelte Fläche Anteil	46,88 %
Mittlere Aufwandmenge je Anwendung	5,54 kg/ha
Mittlere Anzahl Anwendungen	3,33
Durchschnittliche Gesamtaufwandmenge	21,51 kg/ha

Der Mikroorganismus *Bacillus amyloliquefaciens* wirkt gegen Oidium. Anders als in Vorjahren, wurde auf keinem Betrieb der Wirkstoff COS-OGA (eine Mischung aus Sacchariden und Pektinen, Präparat „FytoSave“) eingesetzt.

### Schädlinge

2023 gab es in den betrachteten Betrieben keine Anwendung gegen die Kirschessigfliege. Der grundsätzlich mögliche Einsatz des aus Bakterien gewonnenen Wirkstoffs Spinosad wird durch die Bio-Anbauverbände stark reglementiert. Keiner der hier betrachteten Betriebe hat im Jahr 2023 Spinosad eingesetzt.

Zur Regulierung des Traubenwicklers setzten sechs von acht Betrieben die Verwirrmethode (RAK) auf der Basis von Pheromonen ein.

## Weiterentwicklung

Die Kirschessigfliege spielt nur in einzelnen Jahren eine spezielle Rolle – dennoch wäre es gut, mehr über die Biologie und Lebensweise dieses Schädlings zu erforschen, um noch besser Vorbeugemaßnahmen gegen einen Befall umsetzen zu können. Sollte die amerikanische Rebzikade in Deutschland Fuß fassen, bedarf es einer öko-kompatiblen Regulierungsmöglichkeit, um der Ausbreitung der

Goldgelben Vergilbung (*flavescence dorée*) Einhalt zu gebieten. Zur Regulierung dieser Schadinsekten wäre weitere Forschung bezüglich natürlicher Gegenspieler und deren Förderung sowie zu biotechnischen Verfahren (akustisch, thermisch oder mechanisch) oder der Förderung bzw. des Einsatzes entomopathogener Nematoden wünschenswert, sowie die Entwicklung naturstofflicher Pflanzenschutzmittel zur direkten Regulierung.

# 11. Zusammenfassung

Der Ökolandbau versteht sich als ganzheitliches Produktionssystem, das die Stabilität und Biodiversität von Agroökosystemen sowie die Fruchtbarkeit und Gesundheit der landwirtschaftlich genutzten Böden erhalten und nach Möglichkeit erhöhen möchte. In diesem Sinne wird im ökologischen Landbau seit vielen Jahren daran gearbeitet, den Einsatz und die Abhängigkeit von externen Betriebsmitteln zu reduzieren bzw. außen vor zu lassen und das Anbausystem somit resilienter zu gestalten. Gerade in krisengeprägten Zeiten mit unsicheren Weltmärkten ist diese Form der Unabhängigkeit von externen und importierten Betriebsmitteln umso wichtiger.

Der vorliegende Bericht soll eine Diskussion mit Gesellschaft und Politik auf der Basis reeller Praxisdaten über den Stand und die Strategien zur Weiterentwicklung landwirtschaftlicher Anbausysteme ermöglichen. Ziel des Berichtes war und ist es daher, Strategien zur Gesunderhaltung von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen im ökologischen Anbau darzulegen. Diese Strategien bauen auf systemischen Ansätzen wie Fruchtfolge, Sortenwahl, Kulturmaßnahmen oder der Selbstregulierung von Ökosystemen und der daraus resultierenden Förderung von Nützlingen auf. Wenngleich die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in aller Regel keinen Platz im ökologischen Ackerbau hat, werden bspw. in Kartoffeln und darüber hinaus in Sonderkulturen Pflanzenschutzmittel auf der Basis von Naturstoffen eingesetzt. Als solche Pflanzenschutzmittel sind Naturstoffe mineralischer, pflanz-

licher und tierischer Herkunft sowie Mikroorganismen und Pheromone zulässig, die in einer rechtlich verbindlichen Positivliste der EU-Ökoverordnung gelistet sind. Zu den genannten Parametern wurden von den baden-württembergischen Öko-Verbänden Daten verschiedener Verbandsbetriebe zum Anbau des Jahres 2023 erfasst. Grundsätzlich spielt die Fruchtfolge im ökologischen Ackerbau eine überragende Rolle. Durch das insgesamt niedrigere Stickstoffniveau im Ökolandbau, der daraus resultierenden geringeren Bestandsdichte sowie durch die Sortenwahl werden viele Krankheiten vermieden. Der Aufbau und die Pflege eines lebendigen und gesunden Bodens ist in allen Kulturen eine wesentliche Grundlage der Gesunderhaltung der Pflanzen. Die direkte Beikrautregulierung erfolgt ausschließlich mit mechanischen oder thermischen Maßnahmen. Bei der Entwicklung entsprechender Geräte sowie von Verfahren für die Gründüngung und den Zwischenfruchtanbau hat der Ökolandbau bereits viele Innovationen hervorgebracht. Ähnlich wichtig ist die weite Fruchtfolge auch beim ökologischen Anbau von Kartoffeln. Hier gilt es v.a. in Hinblick auf die Schlüsselerkrankung Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) eine vier- bis fünfjährige Anbaupause von Kartoffeln vorzusehen. Darüber hinaus spielen hier widerstandsfähige Sorten eine große Rolle. Auf den Flächen der befragten Betriebe wurden diese zu knapp 32% angebaut. An dieser Stelle ist noch viel Züchtungsarbeit notwendig, um bspw. breitere Resistenzen, Erträge sowie Verfügbarkeiten und damit die Kupferminimierung weiter und nachhaltig

voranzubringen. Gleichwohl ist der Erhalt wichtiger naturstofflicher Wirkstoffe von Bedeutung. Die Züchtung wird somit mit Blick auf das sich weiterentwickelnde Krankheitsgeschehen sowie den zunehmenden Trockenstresssituationen gerade für den Bio-Bereich noch relevanter werden. Auch Anbaustrategien insgesamt werden sich neuen klimatischen Bedingungen anpassen müssen. Erstmals wurden Wintergerste, Kohlgemüse und Tomaten als Kulturen bei den Datenerhebungen zum Pflanzenschutzmittelbericht berücksichtigt.

Die ökologischen Apfelanbauer haben bei der Einführung von sogenannten schowi-Sorten (schorfwiderstandsfähige) sehr viel Pionierarbeit geleistet. Auf 55% der Öko-Apfelbaufläche in Baden-Württemberg stehen derzeit schowi-Sorten. In bundes- und zum Teil auch europaweiter Zusammenarbeit der Anbauer wurden die Sorten Topaz, Santana und Natyra in den Lebensmitteleinzelhandel eingeführt. Durch diese Pionierarbeit von rund 25 Jahren in Erforschung und Praxisumsetzung sind jedoch auch Effekte aufgetreten, welche anfänglich nicht erwartet wurden. So zeigen die seit Jahren erhobenen Daten auch, dass das Einsparpotential an den zur Pilzregulierung derzeit notwendigen Schwefel- und niedrig dosierten Kupferpräparaten durch diese Sorten eher sinkt. Grund hierfür ist die evolutionäre Anpassung der Schorfpilze an die neuen Sorten, so dass die Schorffresistenz teilweise überwunden wird. Zusätzlich gewinnen andere Pilzkrankheiten an Bedeutung. Die derzeitigen Schowi-Sorten können nur eine Brückenlösung darstellen bis andere Sorten verfügbar sind. Die Züchtung neuer Sorten muss künftig eine Erhöhung der Feldresistenz bzw. Toleranz von Apfelsorten durch die Schaffung horizontaler Resistenzen anstreben. Daher gilt es, die Arbeiten der bestehenden Züchtungsforschungsinstitutionen, insbesondere das Züchtungsprogramm an der LVWO Weinsberg und der ökologischen Züchtungsinitiativen mit dem Zuchtziel „Feldtoleranz“, zu unterstützen und zu verstetigen. Zur Regulierung von Insekten im ökologischen Apfelanbau war der Einsatz breiter wirksamer Pyrethrumpräparate im Jahr 2023 auf 24 % der Fläche entweder zum Austrieb der Bäume bei starkem Auftreten des Apfelblütenstechers oder nach der Ernte zur Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze notwendig. Auf bienengefährliche

Mittel wird im ökologischen Apfelanbau komplett verzichtet. Bei der Regulierung von Wicklerarten sind die Verwirrungstechnik durch den Einsatz von Pheromonen und sehr spezifische Viruspräparate in Verbindung mit der Förderung von Nützlingen das zentrale Element. Blühstreifen in der Fahrgasse auf inzwischen vielen Betrieben fördern nicht nur Nützlinge wie Schwebfliegen oder Schlupfwespen, sondern auch viele andere Insektenarten wie Wildbienen und Tagfalter und tragen so direkt zur Insektenvielfalt bei. Hier gibt es noch vielversprechendes Potential für die Weiterentwicklung des Anbausystems. Um die ökologische Vielfalt nicht zu gefährden, kommt das Insektizid Spinosad (Wirkstoff Spinosyne) mit der Auflage B1 im ökologischen Apfelanbau nicht zum Einsatz und ist auch im Kartoffelanbau bei den deutschen Anbauverbänden nicht zugelassen. In den anderen Kulturen wie z.B. Stein- und Beerenobst oder auch Weinbau ist der Einsatz gegen die Kirschessigfliege möglich, allerdings nur in Notfallsituationen und nach Einzelfallgenehmigung.

Die Sortenwahl gilt im ökologischen Weinbau als wichtiger Baustein in der Regulierung von Schädlingen. Sogenannten PIWI-Rebsorten (pilzwiderstandsfähige Rebsorten) kommt auf dem zunächst einmal sehr traditionsorientierten Weinmarkt daher immer mehr Interesse zu, wie sich auch in der Erhebung zeigte. Kulturmaßnahmen wie eine angepasste Entblätterung tragen zusätzlich zur Reduktion des Pilzbefalls bei. Pilzkrankheiten spielen trotzdem auch im ökologischen Anbau eine Rolle. Hier werden vor allem Kupfer, Schwefel und Kaliumhydrogencarbonat zur Regulierung eingesetzt. Insektenschädlinge spielen in der Regel eine nachgeordnete Rolle. Die betrachteten Betriebe begegneten diesen grundsätzlich mit der Förderung von Nützlingen über Begrünung zwischen den Reben; dem Traubenwickler mit Verwirrungstechnik (RAK) oder mit Pflanzenstärkungsmitteln als Repellent. Die Reihenbegrünung mit Blümmischungen dient außerdem einer guten Bodenfruchtbarkeit, Erosionsschutz und zur Regulierung von Beikraut. Dies wurde auch in dieser Erhebung unterstrichen.

Wesentlicher Teil der beschriebenen Strategien ist grundsätzlich immer das Gesamtsystem der ökologischen Land- und Lebensmittelwirtschaft.

Faire Partnerschaften mit allen Akteuren entlang der Produktionskette sind eine wesentliche Voraussetzung für eine ökologische Landwirtschaft. Bereits seit einigen Jahren diskutiert die FÖKO Strategieansätze zur Weiterentwicklung des Systems im Obstanbau, berichtet darüber und initiiert deren Umsetzung. Für die Verbände der AÖL ist der vorliegende vierte Bericht ein wichtiger Baustein für die Dokumentation der Systemleistungen des Anbausystems Ökologischer Landbau aber auch elementare Basis für die Weiterentwicklung der Pflanzenschutzstrategien und der Pflanzenschutzpraxis in den pflanzenbaulichen Kulturen des Ökologischen Landbau.