

Pflanzenschutz im Biogemüsebau

Krankheits- und Schädlingsregulierung im Freilandanbau





Pflanzenschutz im Biogemüsebau beginnt lange, bevor die Kultur auf dem Feld steht. Der optimierte Einsatz der zur Verfügung stehenden vorbeugenden Massnahmen soll den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln möglichst überflüssig machen. Denn kann sich eine Krankheit oder ein Schädling in der Kultur etablieren, stehen in vielen Fällen nur mässig wirksame oder zum Teil nützlingschädigende Pflanzenschutzmittel zur Verfügung.

Das Merkblatt zeigt die Möglichkeiten zur vorbeugenden Regulierung der wichtigsten Krankheiten und Schädlinge im Freilandanbau von Biogemüse auf und gibt Anwendungsempfehlungen für direkte Massnahmen nach dem Befall. Für drei typische Freilandkulturen werden konkrete Regulierungsmassnahmen vorgestellt.

Inhalt

| | |
|--|----|
| Eine anspruchsvolle Aufgabe | 2 |
| Prinzipien des Biogemüsebaus | 4 |
| Ökologische Aufwertung und Vernetzung der Landschaft | 6 |
| Vorbeugende Kulturmassnahmen | 7 |
| Gezielte Nützlingsförderung | 11 |
| Biocontrol | 12 |
| Direkter Pflanzenschutz: physikalische Methoden, Pheromone und Pestizide | 13 |
| Applikationstechnik | 18 |
| Krankheits- und Schädlingsregulierung bei Karotten | 19 |
| Krankheits- und Schädlingsregulierung bei Kohlarten | 22 |
| Krankheits- und Schädlingsregulierung bei Zwiebeln | 25 |

Eine anspruchsvolle Aufgabe

Grosse Vielfalt an Kulturen und Produktionsformen

Biogemüse ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von Kulturen und Lebensmitteln. Die Vielfalt reicht von Klassikern wie Karotten und Zucchini über Tiefkühlerbsen und Pelati in Büchsen bis hin zu ausgefallenen Gewächsen wie Hirschhornwegerich oder Mönchsbar. Die Diversität an Kulturen, Pflanzenfamilien und Sorten im Gemüsebau ist enorm. Typische Marktfahrer haben häufig mehr als 20 verschiedene Gemüse aus eigener Produktion im Angebot. Über eine ganze Saison gesehen können auf Gemüsebaubetrieben mehr als 50 Kulturen zusammenkommen – Sorten, Farben und Formen noch nicht eingerechnet.

So breit die Gemüsepalette ist, so unterschiedlich sind auch die Anbauformen, Betriebsstrukturen und Vermarktungsmöglichkeiten im Gemüsebau. Ackerbaubetriebe mit einzelnen grossflächigen Feldgemüsekulturen, Frischgemüseprofis mit gestaffeltem Anbau oder hochspezialisierte Gewächshausbetriebe gehören ebenso zum Schweizer Gemüsebau wie Marktfahrerbetriebe oder solidarische Landwirtschaftsprojekte mit dutzenden Kulturen auf kleiner Fläche.

Vielfältige Herausforderungen

Die grosse Diversität an Gemüsekulturen bringt auch viele Herausforderungen im Pflanzenschutz mit sich. Denn die verschiedenen Kulturen gehören ganz unterschiedlichen Pflanzenfamilien mit zum Teil artspezifischen Krankheiten und Schädlingen an.

Die individuellen Anfälligkeiten der Gemüsearten erfordern ausgeklügelte Fruchtfolgen, um die Vermehrungszyklen der Pathogene gezielt zu unterbrechen. Nicht selten werden auf Gemüsebeeten jedoch zwei oder drei Kurzkulturen wie Salat oder Spinat pro Saison angebaut, was die Fruchtfolgeplanung noch komplexer macht. Solche Kurzkulturen stehen im Kontrast zu mehrjährigen Gemüsekulturen wie Spargel oder Rhabarber, bei denen Krankheitserreger und Schädlinge von einer Saison auf die nächste überspringen können. Andere Voraussetzungen und Regulierungsmöglichkeiten bietet der Anbau in Gewächshäusern, wo unter anderem mit der Klimasteuerung und dem Einsatz von Nützlingen wichtige Stellschrauben zur Gesunderhaltung der Pflanzen zur Verfügung stehen.

Die grosse Vielfalt an Kulturen und die kleinen Anbauflächen machen die Entwicklung von Pflanzenschutzlösungen für die Forschung sehr aufwändig und für Anbieter von Betriebsmitteln nur wenig attraktiv. Dies hat zur Folge, dass das Angebot an Pflanzenschutzmitteln für den Biogemüsebau im Vergleich zum konventionellen Anbau gering ist. Zudem kommen wesentliche Einschränkungen durch die Richtlinien hinzu. Dazu gehören in erster Linie der Ausschluss von Herbiziden, mineralischen Stickstoffdüngern und chemisch-synthetischen Pestiziden. Weitere Einschränkungen betreffen etwa die Sortenwahl und Züchtungstechniken (z. B. das Verbot von Sorten aus Zellfusionszüchtung), das Heizen der Gewächshäuser oder die Vorgabe zu bodengebundener Produktion. Dabei sind die Qualitätsansprüche auf dem Markt ähnlich hoch wie für konventionelles Gemüse.



Die vielfältigen Herausforderungen im Biogemüsebau erfordern eine ausgeklügelte und ganzheitliche Pflanzenschutzstrategie, beginnend bei der Sortenwahl und der Saatgutbehandlung bis hin zur Verpackung oder Lagerung der Endprodukte.

Prinzipien des Biogemüsebaus

Schliessen der Stoffkreisläufe

Die biologische Landwirtschaft arbeitet in natürlichen, lebendigen Systemen und Kreisläufen. Dem Prinzip geschlossener Stoffkreisläufe versuchen die Biolandwirt*innen nahe zu kommen, indem sie die Abhängigkeit von Düngern und Pflanzenschutzmitteln soweit wie möglich minimieren. Sie tun dies zum Beispiel durch die effiziente Rezyklierung der Nährstoffe im Betriebskreislauf und dem Anbau von Leguminosen.

Im Pflanzenschutz steht die optimale Anwendung vorbeugender Massnahmen zur Förderung gesunder und robuster Pflanzen und zur Reduktion des Risikos eines Befalls mit Schadorganismen im Vordergrund.

Erhalten der natürlichen Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit

Das Erhalten einer hohen natürlichen Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit erfordert eine umsichtige Bewirtschaftung des Bodens mit einer weiten, humuserhaltenden, standortgerechten Fruchtfolge sowie einer schonenden Bodenbearbeitung.

Die kurze Vegetationszeit der meisten Gemüsekulturen und die hohen Anforderungen an die Unkrautregulierung erfordern in regelmässigen

Abständen eine intensive Bearbeitung des Bodens. **Bodenaufbauende Kulturen in der Fruchtfolge** wie Klee gras, tiefwurzelnde Gründüngungen und Körnerleguminosen geben dem Boden Erholungspausen, durchwurzeln den Unterboden, steigern die Verfügbarkeit von Nährstoffen wie Stickstoff und fördern eine gute Struktur und die biologische Aktivität des Bodens.

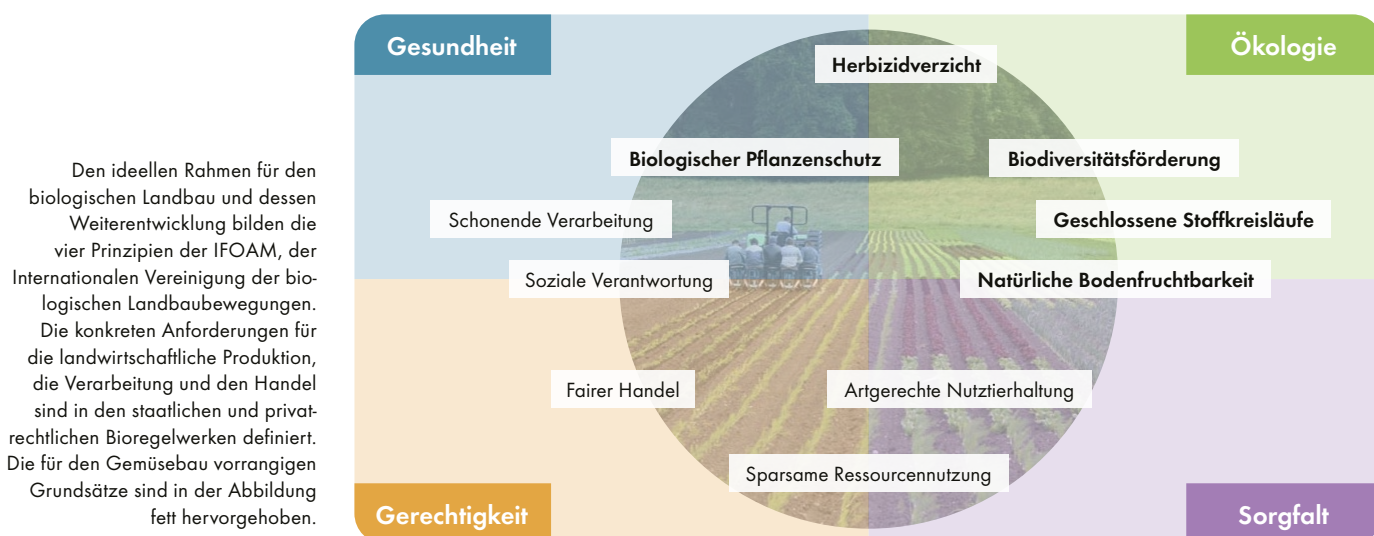
Weite Fruchtfolgen mit weniger intensiven Kulturen wie Getreide helfen, die Entwicklung bodenbürtiger Krankheiten zu minimieren.

Eine **möglichst permanente Bodenbedeckung** senkt das Erosionsrisiko, schützt den Boden vor Austrocknung und Nährstoffauswaschung und unterstützt den Aufbau von Humus. Nährstoffdefizite lassen sich mit geeigneten Düngern decken.

Fördern einer hohen Biodiversität

Vielfältige, naturnahe Lebensräume in oder neben den Gemüsekulturen können einen wichtigen Beitrag zu einer effizienten und natürlichen Schädlingsregulierung im Biogemüsebau leisten, denn sie fördern natürliche Gegenspieler von Pflanzenschädlingen. Vor allem bei Kulturen mit einer langen Standdauer wie Kohl oder Karotten können **eingesäte Streifen mit ausgewählten Blütenpflanzen**, sogenannte Blühstreifen, die Nützlingspopulationen deutlich vergrössern und zu einer weitgehend natürlichen Schädlingsregulierung beitragen.

Abbildung 1: Grundsätze des biologischen Gemüsebaus



Den ideellen Rahmen für den biologischen Landbau und dessen Weiterentwicklung bilden die vier Prinzipien der IFOAM, der Internationalen Vereinigung der biologischen Landbaubewegungen. Die konkreten Anforderungen für die landwirtschaftliche Produktion, die Verarbeitung und den Handel sind in den staatlichen und privatrechtlichen Bioregelwerken definiert. Die für den Gemüsebau vorrangigen Grundsätze sind in der Abbildung fett hervorgehoben.

Unter- oder Einsaaten mit Kleegras in Kulturen wie Kürbis, Kohl oder Tomaten tragen in unkraut-toleranten Wachstumsphasen der Kulturen zu einer höheren Biodiversität bei, da sie Nahrung und Unterschlupf für Nützlinge bieten.

Die Förderung der oberirdischen biologischen Vielfalt von Pflanzen und Insekten, der **Anbau von Gründüngungen und die Zufuhr organischer Düngemittel** fördern die biologische Vielfalt im Boden. Eine vielfältige Bodenflora trägt zu einem biologisch aktiven Boden mit einer intensiven Nährstoffmobilisierung und einer guten Wasserversorgung der Kulturen bei.



Ein biologisch aktiver Boden mit einer vielfältigen Bodenfauna fördert robuste, ausgewogen ernährte Pflanzen.

Verzicht auf Herbizide

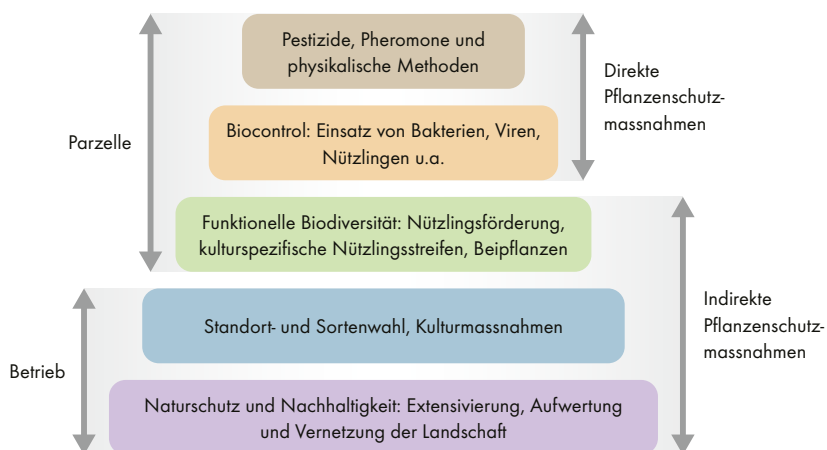
Der Biolandbau verzichtet grundsätzlich auf den Einsatz von Herbiziden. Herbizide zerstören die Ackerbegleitflora und damit die Nahrungsgrundlage für Nützlinge, Vogelarten und andere Wildtiere und können so gravierende Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht haben. Anstelle von Herbiziden werden die Unkräuter im Biogemüsebau mit unkrautregulierenden Fruchtfolgen, standortgerechten Sorten, Untersaaten, Mulchmaterialien und ausgeklügelten Maschinen und Methoden wie dem «falschen Saatbett» reguliert (siehe dazu z. B. FiBL-Praxistipp «Reduzieren des Unkrautdrucks mit der falschen Saatbettbereitung», shop.fibl.org, Nr. 4934).

Effiziente Vorbeugung

Die konsequente Anwendung vorbeugender Pflanzenschutzmassnahmen soll die Ausbreitung von Schaderregern minimieren, die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen steigern und das Befallsrisiko reduzieren (siehe Abbildung 2). Im Idealfall können die vorbeugenden Massnahmen den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln überflüssig machen.

Kann sich eine Krankheit oder ein Schädling in einer Gemüsekultur dennoch etablieren, stehen im Biolandbau in vielen Fällen nur mässig wirksame Pflanzenschutzmittel zur Verfügung. Da auch einige biokonforme Pflanzenschutzmittel Nützlinge schädigen können, legen Biolandwirt*innen grossen Wert auf eine optimale Anwendung der vorbeugenden Massnahmen. Der Pflanzenschutz im Biogemüsebau beginnt also, lange bevor die Kultur auf dem Feld steht.

Abbildung 2: Die agrarökologische Pflanzenschutzpyramide



Die Pflanzenschutzstrategie im Biolandbau baut auf vorbeugenden Massnahmen auf, die das natürliche Regulierungspotenzial des Systems steigern. Erst bei (drohendem) Befall kommen Massnahmen zum Einsatz, die direkt gegen spezifische Erreger wirken. Die Anwendung dieser Strategie erfordert regelmässige Kontrollen der Kulturen und gute Kenntnisse der Biologie der Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge sowie der spezifischen Wirksamkeit der einzelnen Massnahmen und deren Nebenwirkungen.

Ökologische Aufwertung und Vernetzung der Landschaft

Massenvermehrungen von Schädlingen treten vermehrt dort auf, wo natürliche Gegenspieler in zu geringer Anzahl vorhanden sind oder gänzlich fehlen. Ein Netzwerk naturnaher Lebensräume wie Hecken und Buntbrachen, also mehrjährigen, mit einheimischen Wildkräutern angesäten Flächen und extensiv gepflegte Säume fördern eine breite Vielfalt an Nützlingen in direkter Kulturnähe.

Nachhaltige Förderung von Nützlingen

Zur Förderung von Nutzinsekten sind vor allem nektarhaltige Pflanzen als Nahrungsgrundlage für die Nützlinge von Bedeutung. Naturnahe Lebensräume in Kulturnähe bieten Nützlingen Nahrung und Unterschlupf, auch vor und nach einer Gemüsekultur. Durch die räumliche Nähe zu den Kulturen gewährleisten sie, dass die Nutzinsekten früh und schnell auf die Entwicklung von Schädlingspopulationen reagieren und so im Idealfall eine starke Ausbreitung der Schädlinge verhindern können.

Potenzielle Risiken minimieren

Gewisse Pflanzen können auch als Zwischenwirte von Gemüeschädlingen und -krankheiten dienen. Deshalb ist beim Anlegen von Hecken, Brachen oder Gründüngungen die Auswahl der Pflanzenarten wichtig. Schwarzpappeln als Zwischenwirte der Salatwurzellaus sind beispielsweise möglichst



Eine Kohlweissling-Brackwespe *Cotesia glomerata* bei der Parasitierung von Kohlweisslinglarven. Die aus den Eiern sich entwickelnden Larven der Brackwespe entwickeln sich auf Kosten des Schädlings. Die adulten Brackwespen hingegen sind auf leicht zugänglichen Nektar und Honigtau angewiesen. Für die Überwinterung brauchen diese effizienten natürlichen Gegenspieler Sträucher und Gehölze sowie mehrjährige Brachen und Säume in einer Distanz von maximal 200 m von der Kultur.

zu vermeiden. Gründüngungsmischungen, welche Kreuzblütler wie Rübsen oder Senf enthalten, können die Kohlhernie auf Kohlkulturen übertragen und Schädlingen wie der Weissen Fliege als Überwinterungsquartier dienen. Aus naturnahen Flächen können zudem Schnecken, Mäuse oder die Möhrenfliege einwandern.



Je mehr naturnahe Lebensräume wie Blühstreifen, Buntbrachen, extensiv genutzte Böschungen und Feldsäume einerseits sowie Gehölze wie Niederhecken und Kleinstrukturen wie Holz- und Steinhaufen ein Netzwerk um und zwischen den Gemüsefeldern bilden, desto mehr kann der Gemüsebau von der Entwicklung der natürlichen Biodiversität profitieren.

Vorbeugende Kulturmassnahmen

Alle vorbeugenden Massnahmen, welche die Entwicklung gesunder und robuster Pflanzen mit einer raschen Entwicklung fördern, das Befallsrisiko durch Schadorganismen reduzieren oder sogar vermeiden, tragen zum Kulturerfolg bei. Dabei geht es sowohl um die Kombination verschiedener Massnahmen zur Stärkung der Resilienz des gesamten Anbausystems als auch um den gezielten Einsatz einzelner Massnahmen gegen spezifische Schädlinge und Krankheiten. Beides erfordert Wissen zur Biologie der Schadorganismen, zu den Anfälligkeiten der Kulturen und den Zusammenhängen sowie eine intensive Beobachtung und Erfahrung.

Gesunder Boden – gesunde Pflanzen

Vorbeugender Pflanzenschutz beginnt mit einem gesunden Boden. Humusreiche und biologisch aktive Böden wirken grundsätzlich krankheitshemmend und tragen zu einem ausgewogenen Pflanzenwachstum und widerstandsfähigen Pflanzen bei. Sie bilden damit die Grundlage für eine gesunde Entwicklung der Kulturpflanzen.

Sortenwahl und Saatgut

Sortenwahl

Die Verwendung resistenter oder toleranter und an den Standort angepasster Sorten ist eine entscheidende Massnahme zur Minimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes. Nebst spezifischen Resistenzen und Toleranzen (siehe Box 1) und anderen Eigenschaften, die auch im konventionellen Landbau eine wichtige Rolle spielen, sollten Sorten für den Biolandbau folgende Merkmale aufweisen:

- Resistenzen gegen boden- und samenbürtige Krankheiten (in konventionellen Züchtungsprogrammen wegen chemisch-synthetischen Beizmitteln nicht berücksichtigt)
- Rasche Jugendentwicklung
- Hohes Vermögen zur Unkrautunterdrückung
- Gute Standfestigkeit bei grösserer Wuchshöhe
- Hohe Nährstoffeffizienz durch grosses Wurzelsystem und die Förderung von Symbiosen mit Bodenorganismen
- Gute Standorteignung (Temperaturansprüche, Tageslänge, Kulturdauer)
- Qualitätsmerkmale (z. B. guter Geschmack)

Box 1: Wichtige Resistenzen und Toleranzen bei Freilandgemüse

- *Bremia*-Resistenzen (Bl 16–37) bei *Lactuca*-Salatarten
- Wurzellaus-Toleranzen und Blattlaus-Resistenzen bei Salaten
- *Alternaria*-Toleranzen bei Karotten
- Virus-Toleranzen bei Zucchini und anderen Kürbisgewächsen
- Kohlhernie-Toleranzen bei Kohlarten

Saatgut

Gemäss der EU-Verordnung darf im Biolandbau grundsätzlich nur Saatgut aus biologischer Vermehrung (Biosaatgut) verwendet werden. Diese Anforderung muss auch von den privaten Labelorganisationen eingehalten werden.

Da die Versorgung des Saatgutmarktes mit Biosaatgut für den professionellen Anbau zum Teil noch ungenügend ist, können die Labelinhaber Ausnahmen gewähren. Dabei geht es darum, neben dem Sortenangebot aus Biovermehrung die Verwendung praxisbewährter Sorten aus konventioneller Vermehrung zu ermöglichen.

Mehrere Länder in Europa nutzen die Datenbank OrganicXseeds (www.organicxseeds.com) als Informationsquelle für die Verfügbarkeit von Biosaatgut und den Verfügbarkeitsnachweis. Für die Verwendung von konventionellem Saatgut gelten länderspezifische Regeln.



Ein Befall mit *Alternaria* lässt sich durch die Verwendung resistenter Sorten verhindern. Die Wahl resistenter Sorten ist eine wirksame und kostenneutrale Pflanzenschutzmassnahme.

Box 2: Darf Biosaatgut behandelt sein?

Gebeiztes, mit chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln behandeltes Saatgut ist im Bioanbau nicht zugelassen. Erlaubt ist jedoch die Behandlung mit Heisswasser, Wasserdampf oder Essig.

Standortwahl

An ihrem natürlichen und bevorzugten Standort sind Pflanzen am widerstandsfähigsten. Für eine Kultur günstige Klima- und Bodenverhältnisse fördern eine gute Wurzel- und Blattentwicklung und ein rasches Wachstum.

Worauf achten bei der Standortwahl?

- Regionale und lokale klimatische Verhältnisse wie Jahresmitteltemperatur, Niederschlagsmenge und Spät-/Frühfrostgefahr beachten.
- Das Mikroklima einer Parzelle berücksichtigen. Feuchte Lagen wie Mulden oder Waldränder meiden. Sonnige, windoffene Standorte bevorzugen.
- Auf den Anbau einer Kultur verzichten, wenn in einer Region ein hoher Befallsdruck eines bedeutenden Schadorganismus herrscht.
- Die Bodenart bei der Kulturwahl berücksichtigen. Schwere Böden und Staunässe meiden und den pH-Wert beachten.

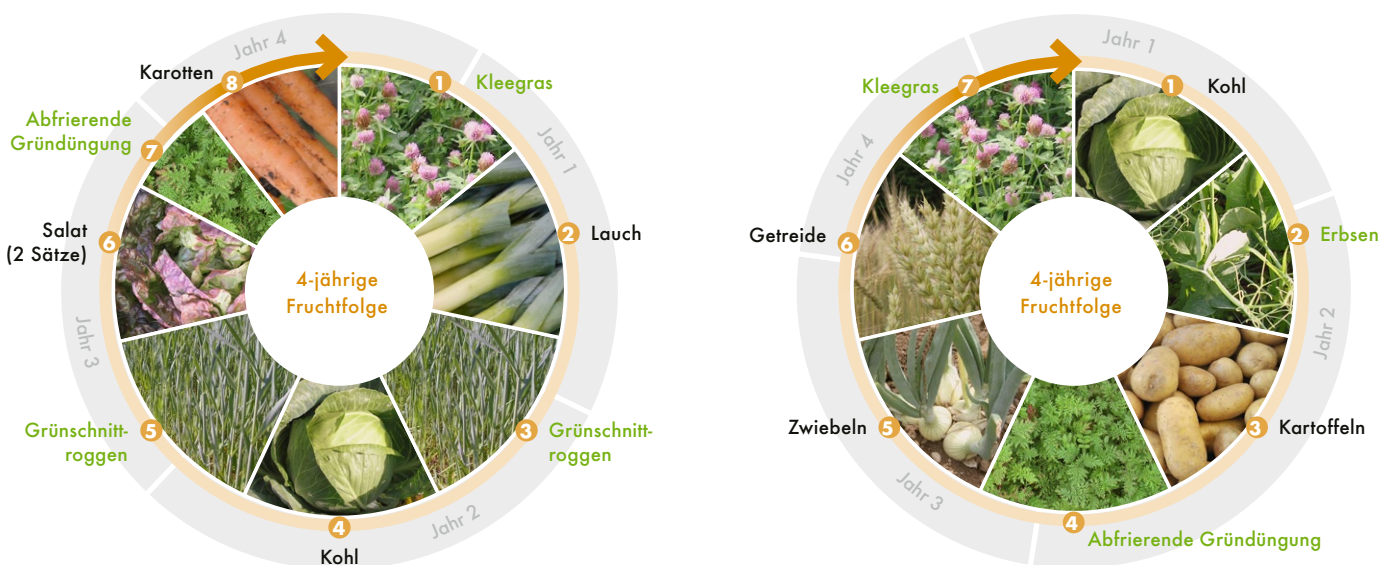
Fruchtfolge

Mit einer gut durchdachten und sinnvollen Fruchtfolge lassen sich viele Pflanzenschutzprobleme, vor allem bodenbürtige Krankheiten und Schädlinge wie die Kohlhernie, Nematoden, Welkekrankheiten, Sklerotinia und Fusarien minimieren. Aber auch Schädlinge, die im Boden oder in Kulturnähe überwintern wie Erdflöhe, Kohlfliegen oder Drehherzmücken lassen sich durch genügend lange Anbaupausen zwischen anfälligen Kulturen und räumlichem Abstand zur Vorkultur reduzieren. Beispiele geeigneter Fruchtfolgen sind in Abbildung 3 dargestellt.

Worauf achten bei der Gestaltung der Fruchtfolge?

- Geregelt, mindestens 4-jährigen Fruchtwechsel einhalten.
- Minimale Zwischenkulturzeiten zwischen den einzelnen Pflanzenfamilien und Anfälligkeitsgruppen beachten.
- Zeitliche und räumliche Distanz zwischen Vorjahres-, Früh- und Spätkulturen gleicher Pflanzenfamilien und Anfälligkeitsgruppen einhalten.
- Den Nährstoffbedarf der Kulturen bei der Fruchtfolgeplanung berücksichtigen (Starkzehrer nach Leguminosen und vor Schwachzehrern).

Abbildung 3: Fruchtfolgebeispiele für einen erfolgreichen Gemüsebau



Kulturen mit einem hohen Nährstoffbedarf werden am Anfang der Fruchtfolge im Anschluss an eine bodenaufbauende Gründüngung (grün) aus Kleegras, Grünschnittroggen oder Erbsen platziert. Kulturen mit einem geringeren Nährstoffbedarf folgen danach, wobei auch hier anstelle von Winterbrachen bodendeckende und nährstoffsammelnde Gründüngungen empfohlen werden.

Saat- und Pflanzzeitpunkt

Je länger eine Kultur im Feld steht, desto grösser ist das Risiko eines Schädlings- oder Krankheitsbefalls. Deshalb sollten für eine möglichst kurze Kulturzeit der Gemüsearten geeignete Kulturbedingungen gewählt werden.

Worauf achten bei der Kulturplanung?

- Nur in ausreichend erwärmten Boden säen und pflanzen.
- Pflanzen statt säen: Das Auspflanzen von Jungpflanzen verkürzt unter günstigen Bedingungen die Standdauer im Feld wesentlich. Die Anzucht der fragilen Jungpflanzen erfolgt unter geschützten Bedingungen.
- Perioden mit einem hohen Befallsrisiko durch Schädlinge ausweichen.
- Durch Früh- und Späanbau einem hohen Befallsdruck durch die Möhrenfliege und den Möhrenblattfloh im Sommer ausweichen.
- Bei hoher Befallsgefahr durch die Drehherzmücke im Sommer eine Anbaupause für Brokkoli einlegen.

Kultursystem und Pflanzenabstände

Ein optimiertes Anbausystem gewährleistet günstige Wachstumsbedingungen im Wurzel- und Blattbereich. Es beugt damit Fäulnissen im Boden vor und fördert ein rasches Abtrocknen der Blätter.



Auf Mulchfolie gepflanzte Salatpflanzen trocknen rascher ab und werden dadurch weniger von Mehltau befallen.

Wie eine gute Durchlüftung sicherstellen?

- Weite Pflanzenabstände wählen (3 Reihen pro Beet bei Zwiebeln, 9 Pflanzen pro m² bei Salatarten, 75 cm Abstand bei Karotten).
- Die Pflanzreihen in Windrichtung ausrichten.
- Für eine bessere Durchlüftung den Unkrautbesatz geringhalten.

Box 3: Vorteile des Anbaus auf Dämmen

- Bessere Durchlüftung des Bestandes
- Höhere Widerstandskraft der Pflanzen gegen Wurzelkrankheiten
- Rasches Abtrocknen hoch gepflanzter Setzlinge

Bewässerung

Eine optimierte Bewässerung fördert die Nährstoffversorgung der Pflanzen und minimiert das Infektionsrisiko durch Krankheiten.

Worauf achten bei der Bewässerung?

- Eine ausreichende, aber nicht übermassige Wasserversorgung der Keimlinge und Jungpflanzen fördert einen raschen Feldaufgang der Saaten und ein zügiges Anwachsen der Jungpflanzen.
- Durch Bewässern am Morgen trocknen die Pflanzen und der Boden rasch ab, was den Pilz- und Schneckenbefall reduziert.
- Tropfbewässerungssysteme bringen vor allem bei pilzanfälligen Kulturen Vorteile, da die Blätter trocken bleiben.
- Regelmässige Bewässerung stört die Entwicklung von Thrips, Wurzel- und Blattlaus.



Der Anbau auf Dämmen mit grossen Reihenabständen verbessert die Durchlüftung im Bestand und reduziert dadurch Pilzinfektionen (z. B. durch Blattalternaria).



Kurze, 15-minütige Bewässerungsimpulse können die Entwicklung von Schädlingen stören.



Gut verrotteter Kompost ist nicht nur ein guter P/K-Grunddünger, sondern reichert den Boden auch mit Humus an.

Bodenpflege und Düngung

Eine gute Bodenfruchtbarkeit ist eine wichtige Voraussetzung für kräftige und robuste Pflanzen. Ein ausgewogenes und ausreichendes Nährstoffangebot ermöglicht ein kulturgerechtes Wachstum und steigert die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen.

Der starke Humusabbau als Folge der intensiven Bodenbearbeitung im Gemüsebau erfordert humusaufbauende Massnahmen. Komposte liefern stabile Humusstoffe, die langsam abgebaut werden und den Boden langfristig wieder aufbauen. Komposte können zudem bodenbürtige Krankheiten hemmen und die Bodengesundheit im Allgemeinen steigern. Der Stickstoff aus dem Kompost kommt langfristig über die Bodenverbesserung zur Wirkung.

Eingearbeitete Ernterückstände und Gründüngungen mineralisieren im aktiven Boden rasch und liefern wertvollen Stickstoff und andere Nährstoffe.

Worauf achten bei der Düngung?

- Ein hohes Stickstoffangebot fördert das Wachstum, aber auch die Anfälligkeit auf Krankheiten wie *Botrytis* (Grauschimmel) und Schädlinge wie Blattläuse oder die Drehherzmücke.
- Zur Erhaltung des Humusgehaltes im Boden sind mindestens 20 % Klee gras, Gründüngungen oder Rotationsbrachen (mehrjährige, eingesäte Bracheflächen) in der Fruchtfolge nötig.

Feld- und Betriebshygiene

Die konsequente Anwendung von Hygienemassnahmen auf dem Feld und auf dem Betrieb kann entscheidend dazu beitragen, die Entwicklungszyklen von Schaderregern zu unterbrechen oder deren massenhafte Ausbreitung einzudämmen.

Wie eine gute Hygiene sicherstellen?

- Die Verschleppung von Krankheiten und Schädlingen durch Geräte aus verseuchten Parzellen verhindern. Dazu die Geräte nach Gebrauch auf dem Feld grob reinigen und auf dem Waschplatz abspritzen. Erntemesser regelmässig in 70 %-igem Alkohol desinfizieren.
- Hygienisches Arbeiten ist insbesondere in der Jungpflanzenanzucht wichtig, um die Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen über Setzlinge ins Feld zu vermeiden. Die Anzuchtgebäude für Jungpflanzen nach Gebrauch mit heissem Wasser und Druck reinigen.
- Jungpflanzen mit einem geringen Schädlingsbefall vor dem Auspflanzen behandeln. Dies reduziert den Arbeitsaufwand im Feld und erfordert weniger Pflanzenschutzmittel als bei der Behandlung eines ganzen Feldes.
- Rüstabfälle nicht zurück auf die Felder bringen, sondern an Tiere verfüttern oder Kompost- und Biogasanlagen zuführen. Beim Kompostieren durch regelmässiges Umsetzen der Kompostmieten sicherstellen, dass die Pflanzenkrankheiten abgetötet werden.
- Erntereste auf dem Feld rasch zerkleinern und einarbeiten, um den Entwicklungszyklus von Schädlingen wie der Weissen Fliege zu unterbrechen.
- Spätverunkrautung vermeiden und insbesondere Unkräuter, die als Zwischenwirte für Krankheiten und Schädlinge dienen, frühzeitig eliminieren.
- Der Anbau von Gründüngungen verhindert die Vermehrung von Unkraut und reduziert die Verbreitung von Krankheiten und Schädlingen auf Pflanzenresten.

Gezielte Nützlingsförderung

Viele Nützlinge haben einen begrenzten Bewegungsradius. Deshalb kann die gezielte Nützlingsförderung (funktionelle Biodiversität) in oder am Rand der Kultur sinnvoll sein. Kulturspezifische, eingesäte Streifen mit ausgewählten Blütenpflanzen in unmittelbarer Nähe der Kultur und Begleitpflanzen wie Kornblumen in der Kultur locken Nützlinge im Frühling aus ihren Winterquartieren wie Hecken, Brachen oder Säumen in die Gemüsekulturen. Die ausgewählten Nektarpflanzen ziehen spezifische Nützlinge an und fördern diese, ohne gleichzeitig die Schädlinge zu begünstigen. So können sich Nützlinge wie Parasitoide bereits früh in der Kultur etablieren und eine starke Population aufbauen. Dies erhöht die Wirksamkeit der biologischen Schädlingsregulierung deutlich, vor allem gegen kleine, wenig mobile Arten. Da in den Gemüsekulturen wiederholt ganzflächige Eingriffe erfolgen, braucht es für eine hohe Wirksamkeit der Nützlinge sowohl Massnahmen in als auch ausserhalb der Anbaufläche.

Wie Nützlinge fördern?

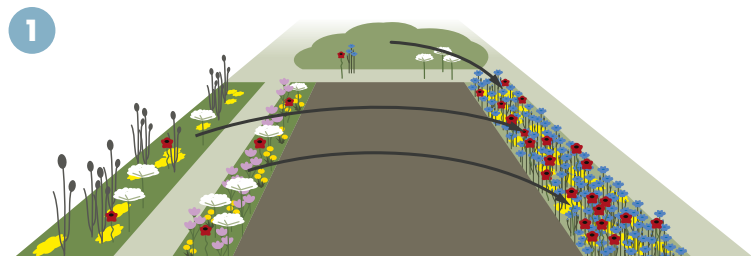
Innerhalb der Anbaufläche

- Einsaat einjähriger Nützlingsblühstreifen mit ausgewählten Nektarpflanzen (z. B. 3 m breiter Kohlblühstreifen mit 40 % Futterwicke, 11 % Echem Buchweizen, 4 % Kornblumen und 0,1 % Klatschmohn) entlang von Kohlfeldern. Dieser Blühstreifen fördert spezifisch Blattlaus- und Raupen-Parasitoide. Zur Steigerung der Effizienz der Nützlinge können zusätzlich Kornblumen zwischen die Kohlpflanzen gepflanzt werden (siehe Abbildung 4).
- Einbau überwinterner Zwischenfrüchte, Gründüngungen oder Rotationsbrachen in die Fruchtfolge. Diese fördern durch einen weitgehend ungestörten, krautreichen, überwinterten Pflanzenbestand das Nahrungsangebot und den Unterschlupf der Nützlinge.

Ausserhalb der Anbaufläche

- Extensiv bewirtschaftete Krautstreifen, Buntbrachen, Hecken, Steinhäufen, Nistkästen und Sitzstangen fördern die Entwicklung von nützlichen Insekten- und Vogelarten, die in die Kulturflächen einwandern.
- Befahrbarere Gras-/Grünstreifen bieten verschiedenen Nützlingen eine Ausweichmöglichkeit und Unterschlupf zur Überwinterung.

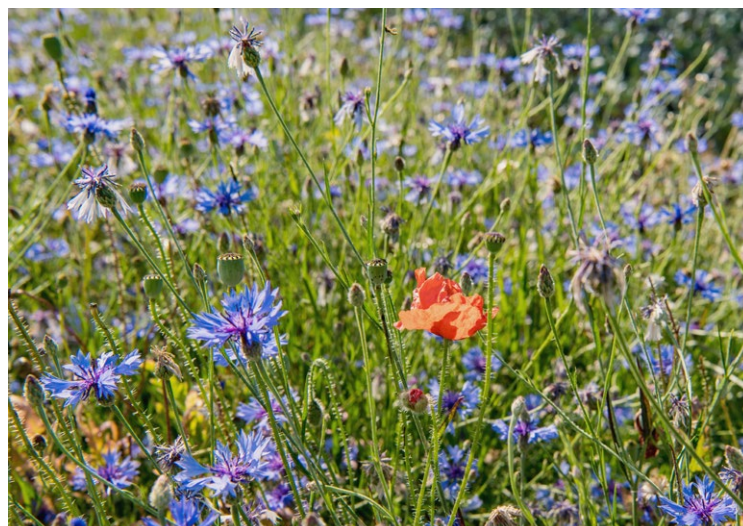
Abbildung 4: Förderung der Nützlinge in zwei Schritten



Der Blühstreifen (rechts) lockt die Nützlinge mit einem frühen und reichen Nektarangebot aus den naturnahen Winterquartieren (mehnjährige Buntbrachen, Säume, etc.) an.



Nach dem Pflanzen des Kohls liefert der Blühstreifen den Nützlingen kontinuierlich Nahrung und Unterschlupf. Zwischen die Kohlpflanzen gesetzte Kornblumen dienen als Trittsteine und fördern die Parasitierung der Schädlinge. Im Herbst suchen die Nützlinge die mehrjährigen Lebensräume für die Überwinterung auf.



Die Pflanzenarten der Blühstreifenmischung produzieren ausserhalb der Blüte Nektar (Wicke, Kornblume) oder bieten Nützlingen gut erreichbaren Nektar in der Blüte an (Buchweizen).

Biocontrol

Das Ausbringen von ausgewählten lebenden Organismen zur gezielten Schädlingsregulierung kann vor allem im gedeckten Anbau sehr effektiv sein. Grundsätzlich werden vier Arten von Biocontrol-Organismen unterschieden: Nützlinge (Parasitoide und Räuber), Viren, Bakterien und Pilze.

Nützlinge

In Gewächshäusern

Die Freilassung von Nützlingen in Gewächshäusern ist aufgrund der effizienten und rückstandsfreien Methode verbreitet. Beispiele sind:

- Raubmilben (*Amblyseius* ssp.) gegen Spinnmilben oder Thrips
- Schlupf-/Erzwespen (*Encarsia formosa*, etc.) oder Raubwanzen (*Macrolophus caliginosus*) gegen Weiße Fliegen
- Gallmücken (*Aphidoletes*) gegen verschiedene Blattläuse
- Hummeln (*Bombus*) als Bestäuber in Gewächshauskulturen

Im Freiland

Im Freiland ist das Ausbringen von Nützlingen nur bedingt effektiv, denn das Risiko der Abwanderung der Nützlinge ist hoch. Deshalb sind nur wenige Nützlinge im Freiland zugelassen:

- Schlupfwespen (*Trichogramma*) gegen Maiszünsler
- Laufenten gegen Schnecken

Pilze

Pilze lassen sich im Gemüsebau sowohl zur Schädlings- als auch zur Krankheitsregulierung einsetzen. So können zweimal pro Jahr ausgebrachte *Beauveria*-Pilze die Mai- und Junikäfer regulieren.

Viren

Granuloseviren werden bisher noch wenig eingesetzt. Sie wirken jedoch hoch spezifisch und oft nur gegen eine Schädlingsart. Sie sind empfindlich gegen UV-Strahlung und werden leicht durch Bewässerung oder Regen abgewaschen.

Baculovirus-Präparate wie «Tutavir» regulieren effektiv die Tomatenminiermotte (*Tuta absoluta*) im Tomatenanbau.

Bakterien

Für den biologischen Gemüsebau sind einige Bakterienpräparate zugelassen. Das bekannteste Präparat beruht auf verschiedenen Stämmen von *Bacillus thuringiensis* (Bt). Bt-Präparate wirken sehr gut und selektiv gegen verschiedene Schadinsekten und sind nützlingsschonend.

Box 4: Eigenschaften der Bt-Präparate

- Bt ist ein Frassgift, welches den Verdauungstrakt der Insektenlarven zerstört. Für gleichwarme Lebewesen ist es ungefährlich.
- Bt ist am wirksamsten gegen Raupen im 1. und 2. Larvenstadium und bei Tagestemperaturen zwischen 15 und 20 °C.
- Bt ist empfindlich auf UV-Strahlung und feucht-warme Witterung. Das Ausbringen der Bt-Präparate mit Düsensystemen, welche die Unterseite der Blätter besprühen (sogenannte Droplegs) verbessert die Wirkung der Präparate, da der Spritzbelag besser vor Abwaschen und UV-Strahlung geschützt ist.

Mikrobielle Präparate

Mikrobielle Präparate bestehen aus ausgewählten Stämmen einzelner Bakterien- oder Pilzarten oder sind Mischungen derselben. Bakterien und Pilze können durch ihre Stoffwechsellasscheidungen Gesundheit, Hormonhaushalt und Wachstum der Pflanzen beeinflussen und fördern. So können zum Beispiel bestimmte Pilzarten wie etwa *Mykorrhiza*-Pilze durch ihr feines und langes Hyphennetzwerk tieferliegende und stärker fixierte Bodennährstoffe erreichen, freisetzen und der Pflanze zur Verfügung stellen.

Zusätzlich konkurrieren Mikroorganismen auch mit Schadpilzen oder parasitieren Schädlinge und reduzieren damit ihre Dichte im Boden oder auf Pflanzenwurzeln.

Direkter Pflanzenschutz: physikalische Methoden, Pheromone und Pestizide

Physikalische Methoden

Kulturschutznetze und Vliese

Kulturschutznetze und Vliese sind im Biogemüsebau ein beliebtes Hilfsmittel, um verschiedene Schadinsekten von Kulturen fernzuhalten und Kulturen vor Wildverbiss zu schützen. Netze kommen hauptsächlich bei Kohlgewächsen und im Anbau von Rettich, Radies, Karotten, Lauch sowie bei der Jungpflanzenanzucht von Bohnen zum Einsatz. Im Frühjahr und Herbst werden häufig Vliese anstelle von Netzen verwendet, da sie mehr Wärme speichern und somit einen früheren Anbau ermöglichen.

Vorteile

- Wirksamer Schutz gegen zum Teil schwierig zu kontrollierende Schädlinge
- Positive Auswirkungen auf die Bodenstruktur und den Wasser- und Temperaturhaushalt des Bodens, indem die Netze die Verdunstung reduzieren und höhere Temperaturen unter dem Netz ermöglichen, was die Wachstumsbedingungen für die Pflanzen verbessert.
- Schutz der Kulturen vor Verschmutzung bei Starkregen und Verringerung von Schäden durch Hagel

Nachteile

- Relativ hohe Kosten bei grossflächigem Einsatz
- Zusätzlicher Arbeitsaufwand bei der Kulturpflege (z. B. für die Unkrautregulierung) für das Entfernen und wieder Auflegen der Netze
- Förderung von Pilzkrankheiten gegen Kulturende (vor allem unter feinen Netzen), da die Kulturen unter dem Netz schlechter abtrocknen. Ein frühzeitiges Entfernen der Netze kann dies verhindern.
- Risiko von Druckschäden an den Blättern auf empfindlichen Kulturen wie Salat bei starkem Wind und Regen
- Gefahr von Hitzestau bei heisser Witterung



Kulturschutznetze können Kulturen wirksam gegen verschiedene Schädlinge schützen. Für eine optimale Wirkung müssen sie am Rand gut geschlossen und beschwert werden, damit keine Schädlinge unter die Netze gelangen können.

Box 5: Worauf achten beim Einsatz von Kulturschutznetzen?

- Saaten schon vor dem Feldaufgang der Kulturen und gepflanzte Kulturen sofort nach dem Pflanzen mit Netzen bedecken.
- Nur Jungpflanzen ins Feld auspflanzen, die frei von Schadorganismen wie Blattläusen und Weissen Fliegen sind.
- Netze am Rand gut im Boden verankern und lückenlos schliessen, damit keine Schädlinge von aussen eindringen können.
- Kulturmassnahmen, die das Entfernen der Netze erfordern, nach Möglichkeit dann durchführen, wenn der Schädling wenig aktiv ist (Tageszeit bzw. Wetter). Danach die Netze sofort wieder auflegen.
- Durch eine geeignete Fruchtfolge das Überwintern von Schädlingen wie Thrips, Erdflöhe, Möhrenfliege oder Bohnenfliege im Boden verhindern. Im Boden vorhandene Schädlinge vermehren sich unter dem Netz stark.
- Für die jeweilige Kultur und gegen den bzw. die gewünschten Schädlinge geeignetes Netz verwenden: Leichte Netze (<20 g/m²) eignen sich vor allem für feine Kulturen wie Salat gegen Blattläuse oder für Radies gegen Kohlfiegen. Schwerere Netze (>20 g/m²) eignen sich für robustere Kulturen wie Kohlarten und Karotten.

Tabelle 1: Kulturschutznetze und ihre Einsatzbereiche

| Maschenweite | Beispiele | Wirksam gegen | Gewicht (g/m ²) | Lebensdauer (Jahre) |
|--------------|------------------------|--|-----------------------------|---------------------|
| <0,1 mm | Vlies | Alle Schadinsekten | 17-22 | 1 |
| <0,9 mm | Filbio | Thripse, Blattläuse, Erdflöhe, | 17-31 | 2-4 |
| | Biocontrol Net 0.9 | Weisse Fliege, Kohldrehherzmücke | 65 | 6-8 |
| | Rantai S | | 70 | 5 |
| <1,4 mm | Rantai K | Möhrenfliege, Kohlflye, | 56 | 5-7 |
| | Biocontrol Net 1.3 | Bohnenfliege, Lauchmotte, Kohltriebrüssler, Kohleule, Kohlweissling, Kohlmotte | 56 | 6-8 |
| >2 mm | Feine Vogelschutznetze | Vögel, Kaninchen | 40 | 6-8 |

Pheromonfallen, Klebefallen und Abwehrmittel

Da die meisten ausgewachsenen Insekten fliegen, kann deren Aktivität mit Fallen überwacht oder in Einzelfällen auch reguliert werden (z. B. Weisse Fliegen). Abwehrmittel (Repellents) dienen dazu, Schädlinge von Kulturen fernzuhalten.

Die Anzahl der gefangenen Insekten gibt Aufschluss über deren Flugzeit und die Flugintensität. Regelmässig kontrollierte Fallen ermöglichen den gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (z. B. gegen die Kohldrehherzgallmücke oder die Möhrenfliege), die Überprüfung der Wirksamkeit einer Bekämpfungsmassnahme oder die Anpassung der Nützlingsstrategie (z. B. bei Thrips).

Pheromonfallen

Pheromonfallen enthalten artspezifische Sexuallockstoffe, sogenannte Pheromone, mit welchen die Weibchen ihre Paarungspartner anlocken. Sind die Pheromone bei Klebefallen positioniert, bleiben die angelockten männlichen Insekten daran kleben.

Pheromonfallen kommen im Freiland in Kohlgewächsen zur Überwachung der Kohldrehherzgallmücke (*Contarinia nasturtii*) und der Kohlschabe (*Plutella xylostella*) in Lauch zur Kontrolle der Lauchmotte (*Acrolepiopsis assectella*) oder gegen die Gammaeule (*Autographa gamma*) oder die Saateule (*Agrotis segetum*) in verschiedenen Kulturen zum Einsatz. Die Fallen müssen bei Verschmutzung bzw. in vorgegebenen Abständen ersetzt werden.

Klebefallen

Klebefallen werden nahe über den Kulturen montiert. Orange Klebefallen dienen der Überwachung der Möhrenfliege (*Psila rosae*) und des Möhrenblattflohs (*Trioza apicalis*), blaue Klebefallen zur Kontrolle des Einflugs von Thripsen (*Thrips tabaci*) aus abreifendem Getreide in Lauch.

Wichtig zu wissen

Vor allem gelbe Klebefallen können auch Schlupfwespen und andere Nützlinge anlocken und fangen!

Repellents

Diese Stoffe wehren Schädlinge durch Geruch ab. Der Insektenflug lässt sich mithilfe von Klebefallen überwachen, um die abwehrenden Geruchsstoffe möglichst effizient einzusetzen. Zwiebelöl (z. B. «Psila Protect») wirkt abstossend gegen Möhrenfliegen. Die Fliegen werden nicht geschädigt, aber der Zwiebelgeruch hält sie davon ab, die Möhren anzufliegen.

Verwirrungstechnik

Die Verwirrungstechnik kommt nur im Gewächshaus zum Einsatz, z. B. gegen die Tomatenminiermotte (*Tuta absoluta*). Dabei werden mit zahlreichen Dispensern grossen Mengen Sexuallockstoff freigesetzt. Die von den Weibchen natürlich abgegebene Pheromonmenge wird dabei um ein Vielfaches übertroffen, wodurch die Männchen nicht mehr in der Lage sind, ein Weibchen zielgerichtet aufzuspüren.

Mischkulturen

Durch den gleichzeitigen Anbau von ausgewählten Kulturen auf demselben Feld oder Beet kann der Befall gewisser Schädlinge reduziert werden. Zum Beispiel reduziert ein Mischanbau von Stangensellerie und Lauch den Thripsbefall im Lauch. Diese Gemüsearten können gleichzeitig angepflanzt und zur gleichen Zeit mechanisch mit einem Klemmbandroder geerntet werden. Dies ermöglicht eine effiziente Schädlingsregulierung ohne Mehraufwand.

Biologische Pflanzenschutzmittel

Die Förderung der natürlichen Regulierungsmechanismen und der konsequente Verzicht auf chemisch-synthetisch und gentechnisch hergestellte Pflanzenschutzmittel sind zwei wichtige Prinzipien des biologischen Pflanzenschutzes. Da nur natürliche Substanzen als biologische Pflanzenschutzmittel zugelassen sind (siehe Tabellen 2 und 3), gelangen keine naturfremden Substanzen in den Naturkreislauf.

Biologische Pflanzenschutzmittel wirken als Kontakt- oder Frassgift. Sie haben keine systemische Wirkung, das heisst, sie dringen nicht in die behandelte Pflanze ein und bauen sich rasch ab. Dies erklärt ihre in der Regel geringere Wirkung im Vergleich zu chemisch-synthetischen Mitteln.

Der Wirkungserfolg der meisten biologischen Pflanzenschutzmittel ist stark von der Witterung und dem Entwicklungsstadium der Schadorganismen abhängig. Dies erfordert regelmässige



Biologische Pflanzenschutzmittel gegen Krankheiten wirken nur protektiv, das heisst sie müssen vor einer Infektion als Schutzbelag angebracht werden. Deshalb braucht es als Ergänzung zu vorbeugenden Pflanzenschutzmassnahmen wie Fruchtfolge, Sortenwahl und Feldhygiene auch regelmässige Beobachtungen der Kulturen, um entscheidende Behandlungszeitpunkte nicht zu verpassen.

Feldkontrollen, um den optimalen Behandlungszeitpunkt zu ermitteln und die Wirkung der Behandlungen zu überprüfen.

Die meisten Bioinsektizide mit einer hohen Wirksamkeit wirken relativ unspezifisch und töten daher auch nützliche Insekten. Unspezifische Bioinsektizide sollten deshalb nur zum Einsatz kommen, wenn selektive Mittel keine Aussicht auf Erfolg haben. Eine Ausnahme bilden gewisse Bt-Präparate.

Besonders bei Pflanzenarten mit einer dicken Wachsschicht wie Zwiebeln kann der Zusatz eines Haftmittels wie Pinienöl die Wirkung verbessern. Viele formulierte Produkte beinhalten schon Netz- und Haftmittel.

Tabelle 2: Wichtigste, im Biogemüsebau in der Schweiz zugelassene Fungizide

| Typen | Wirkstoffe («Handelsprodukte») | Anwendungsgebiete, Bemerkungen |
|-----------------------|--------------------------------|---|
| Mineralische Produkte | Schwefel | Echter Mehltau an Kürbisgewächsen, Tomaten und Karotten |
| | Kupfer | Krautfäule, Septoria, <i>Alternaria</i> , <i>Cercospora</i> , <i>Ramularia</i> ; Teilwirkung gegen Falschen Mehltau; Bakteriosen |
| | Kalium-Bicarbonat («Armicarb») | Echter Mehltau an Tomaten, Paprika, Aubergine, Gurke, Melone, Zucchetti, Kohllarten, Erbsen mit Hülsen, Knollen- und Stangensellerie, Wurzelpetersilie, Pastinake, Kürbisgewächse |
| Pflanzliche Produkte | Fenchelöl («Fenicur») | Echter Mehltau an Tomaten und Kürbisgewächsen; Vorsicht gefährlich, gewässergefährdend, ätzend; Wartefrist: 3 Tage |

Quelle: FiBL-Betriebsmittelliste 2023 für den biologischen Landbau in der Schweiz, siehe aktuelle Ausgabe unter shop.fibl.org, Nr. 1032

Tabelle 3: Wichtigste, im Biogemüsebau in der Schweiz zugelassene Insektizide

| Typen | Wirkstoffe («Handels- produkte») | Anwendungsgebiete | | | | | | | Nütz- lings- schädi- gung | Bemerkungen | |
|---|---|-------------------|---------|----------------|-------------|--------|------------|---------------|------------------------------------|-------------|---|
| | | Blattläuse | Thripse | Weisse Fliegen | Spinnmilben | Raupen | Blattkäfer | Minierfliegen | | | Fliegenlarven |
| Pflanzliche Produkte | Pyrethrin | x | x | x | x | x | | | | ●●●○ | <ul style="list-style-type: none"> Zumischung von 0,2-1% Rapsöl verbessert die Wirkung. Pflanzenverträglichkeit dieser Mischung testen (v. a. bei hohem Rapsölanteil). |
| | Azadirachtin (Neem) | x | x | x | x | | | | | ●○○○ | <ul style="list-style-type: none"> Einsatz gegen Larven meistens am wirksamsten. Wirkung tritt langsam ein. Häufig Anwendung als Blockbehandlung (2-3-mal in 14 Tagen) notwendig. Bei Blattläusen kann die Wirksamkeit je nach Art unterschiedlich sein. |
| | Kali-Fettsäuren | x | | | x | | | | | ●○○○ | <ul style="list-style-type: none"> Oft mehrere Behandlungen notwendig Behandlung idealerweise am Abend durchführen, da der Spritzbelag mindestens 15 Minuten halten muss. |
| Mikrobielle Produkte (Pilzextrakt) | Spinosad (z. B. «Audienz») | | x | | | x | x | x | x | ●●●○ | <ul style="list-style-type: none"> Nicht in blühenden Kulturen. Behandlung frühmorgens oder spätabends und vor oder nach dem Bienenflug durchführen. Wirkt auch gegen Nachtfalter. |
| Mikro- organismen (Bakterien- präparate) | Bt var. <i>israeliensis</i> (z. B. «Solbac») | | | | | | | | x | ●○○○ | <ul style="list-style-type: none"> Wirksam gegen die Larven von Trauermücken |
| | Bt var. <i>kurstaki</i> (z. B. «Dipel») | | | | | x | | | | ●○○○ | <ul style="list-style-type: none"> Beste Wirkung gegen junge Raupen Wegen hoher UV-Empfindlichkeit am Abend oder bei bedecktem Himmel applizieren. |
| | Bt var. <i>aizawai</i> | | | | | x | | | | ●○○○ | <ul style="list-style-type: none"> Beste Wirkung gegen junge Raupen Wegen hoher UV-Empfindlichkeit am Abend oder bei bedecktem Himmel applizieren. |
| | Bt var. <i>tenebrionis</i> | | | | | | x | | | ●○○○ | <ul style="list-style-type: none"> Gegen Kartoffelkäfer an Kartoffeln und Aubergine |

○○○○ = keine Nützlingsschädigung; ●●●● = starke Nützlingsschädigung

Quelle: FiBL-Betriebsmittelliste 2023 für den biologischen Landbau in der Schweiz, siehe aktuelle Ausgabe unter shop.fibl.org, Nr. 1032

Pflanzenstärkungsmittel

Pflanzenstärkungsmittel dienen dazu, die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen zu erhöhen. Im Gegensatz zu Pflanzenschutzmitteln haben sie keine direkte Schutzwirkung gegen Krankheiten und Schädlinge. Andernfalls müssen sie als Pflanzenschutzmittel bewilligt werden.

Vorbeugend angewandte Stärkungsmittel können den Befall durch Schadorganismen hinauszögern oder reduzieren. Es wird vermutet, dass gewisse Pflanzenstärkungsmittel die Pflanzen unterstützen, Abwehrreaktionen gegen Schadorganismen auszulösen (Resistenzinduktion). Bei einem starken Befallsdruck ist die Wirkung von Pflanzenstärkungsmitteln bisher meist ungenügend. Deshalb werden sie oft in Kombination mit biologischen Pflanzenschutzmitteln oder Düngern angewendet. Grundsätzlich besteht noch grosser Forschungsbedarf zu Pflanzenstärkungsmitteln.

Pflanzenstärkungsmittel können aus verschiedenen Bausteinen bestehen. Dazu gehören:

- Anorganische Substanzen (z. B. Gesteinsmehle)
- Organische Substanzen wie Pflanzen- und Algenextrakte, Komposttee
- Mikroorganismen wie *Mykorrhiza*-Pilze, Bakterien

Die Zulassung von Pflanzenstärkungsmitteln ist in der EU und in diversen Ländern sowie in Labelrichtlinien unterschiedlich geregelt. Deshalb muss vor dem Einsatz unbedingt geklärt werden, welche Mittel für welche Anwendung zugelassen sind.

Gesteinsmehle

Feinst vermahlene Urgesteinsmehle, Kalkgesteine und Komponenten, die reich an Kalzium, Magnesium, Spurenelementen, Silizium und mineralisch gebundenem CO₂ sind.

Eigenschaften

- Als Stäubemittel auf die Blätter ausgebracht bewirken sie bei den Pflanzen die Bildung verdickter Zellwände, was das Eindringen von Pilzhyphen erschweren kann.
- Unter feuchten Bedingungen haben sie eine leicht frasshemmende Wirkung gegen Insekten.

Anwendung

- Gegen Krautfäule in Kartoffeln und Tomaten sowie gegen Falschen Mehltau in Zwiebeln. Bei Tomaten besteht das Risiko von Rückständen auf den Früchten.
- Bei Blattgemüsen ist auf die Anwendung von Gesteinsmehl generell zu verzichten.



Diese Brokkolipflanze wird von einem Belag von fein gemahlenem, in Wasser aufgeschlämmtem Gesteinsmehl gegen Erdflöhe geschützt. Um die Haftung des Gesteinsmehls auf den mit einer Wachsschicht bedeckten Kohlgewächsen zu verbessern, wird dem Gesteinsmehl ein Haftmittel beigegeben.

Algenextrakte

Flüssige oder pulverförmige Extrakte aus Makro- sowie Mikroalgen, die als Biostimulanzien gegen Krankheiten und abiotische Faktoren eingesetzt werden.

Eigenschaften

- Extrakte aus Braun- und Grünalgen sind im Gegensatz zu den kalkhaltigen Rotalgen relativ reich an organischen Stoffen und Mineralien wie Kalium und Spurenelementen.
- Steigerung der Widerstandskraft der Pflanzen gegenüber verschiedenen Krankheiten durch düngende, wachstumsfördernde Wirkung bei der Applikation auf die Blätter

Anwendung

- Wiederholte Applikationen als Pflegemittel während der Kulturzeit und der Jungpflanzenanzucht vor allem bei Spinat und Zwiebeln

Pflanzenbrühen und -jauchen

Pflanzen wie Schachtelhalm oder Brennnessel werden mit Wasser zu Brühen oder Jauchen aufbereitet.

Eigenschaften

- Schachtelhalm hat wegen des hohen Siliziumgehalts eine beschränkte Wirkung gegen Pilzkrankheiten.
- Brennnesseljauchen unterstützen dank des relativ hohen Gehalts an Nährstoffen und Pflanzenhormonen das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen.

Anwendung

- Mit organischen Düngern wie Hornmehl angereicherte Brennnesseljauche wird stark verdünnt über die Blätter ausgebracht.

Applikationstechnik

Die im Biolandbau verwendeten Biofungizide und Bioinsektizide wirken meist nur, wenn sie in direktem Kontakt mit dem Pilz oder dem Schädling treten oder von den Schädlingen gefressen werden. Dies stellt besonders hohe Anforderungen an die Applikationstechnik. Eine optimale Applikation der Mittel steigert nicht nur den Behandlungserfolg, sondern minimiert auch nachteilige Auswirkungen auf Nichtzielorganismen, schont die Umwelt und reduziert die Behandlungskosten.

Nebst einer optimierten Applikationstechnik und wirksamen Pflanzenschutzmitteln ist auch der Zeitpunkt der Behandlungen für den Regulierungserfolg entscheidend. Für einen optimalen Behandlungserfolg gilt es somit, mehrere grundlegende Aspekte zu berücksichtigen:

- Die bisher bewilligten Mittel gegen Pilz- und Bakterienkrankheiten wirken meistens nur, wenn sie vorbeugend (protektiv) vor einem Befall appliziert werden. Diese Mittel deshalb vorbeugend auf gesunde Pflanzenteile ausbringen.
- Das Infektionsrisiko für Pilz- und Bakterienkrankheiten ist während und nach Niederschlägen höher, wenn die Blätter nass sind. Deshalb Biofungizide und -bakterizide bei Befallsrisiko und in Abhängigkeit vom Neuzuwachs der Blätter vor Niederschlägen applizieren und Behandlungen nach Niederschlägen von mehr als 20–25 mm erneuern, da der Pflanzenschutzmittelbelag dann grösstenteils abgewaschen ist.
- Insektizide und Akarizide möglichst nur beim Überschreiten der schädlingsspezifischen Schadensschwelle anwenden.



Droplegs bringen die Spritzbrühe an die Blattunterseiten, wo sich einige Schädlinge wie Blattläuse gerne aufhalten.

- Für die Bestimmung des optimalen Behandlungszeitpunktes von Folgebehandlungen von Bioinsektiziden und -akariziden die Abbau-geschwindigkeit der Mittel, den Befallsdruck durch die Schädlinge und deren Entwicklungszeit berücksichtigen.
- Mittel richtig dosieren. Eine zu hohe Dosierung kann zu Rückständen auf dem Erntegut führen und verursacht höhere Kosten. Eine zu niedrig gewählte Dosierung hingegen bringt nicht den gewünschten Behandlungserfolg.
- Eine gute, gleichmässige und ausreichend lange Benetzung möglichst der ganzen Pflanzen, einschliesslich der Blattunterseiten, sicherstellen, da die biologischen Wirkstoffe Kontakt- oder Frasswirkstoffe sind.
- Feldspritzen und Düsen nach Gebrauch fachgerecht reinigen, regelmässig warten und korrekt einstellen.

Applikation von Pflanzenschutzmitteln in dichten Gemüsebeständen

- Moderne und gut ausgestattete herkömmliche Feldspritzen sowie solche mit Luftunterstützung liefern bei fachgerechter Bedienung gute Spritzergebnisse.
- Auch bei luftunterstützten Spritzen mindestens 600 Liter Spritzwasser pro Hektar einsetzen.
- Für die Bewegung der Blätter durch den Spritzenstrahl einen genügend hohen Druck von 7–10 bar einstellen.
- Feine Düsen gewährleisten grundsätzlich einen besseren Spritzbelag. Bei höherem Druck drifftet jedoch mehr Spritzmittel ab. Größere Düsen oder Injektordüsen reduzieren die Abdrift.
- Doppelflachstrahldüsen durchdringen den Bestand besser als Einfachdüsen. Deshalb sind sie Einfachdüsen vorzuziehen. Mit Doppeldüsenträgern (z. B. «TwinSpray Cap») lassen sich auch Injektordüsen verwenden.
- Bei Einfachdüsen für den Spritzbalken einen schrägen Anstellwinkel wählen und den Bestand eventuell von beiden Seiten behandeln.
- Ein tief eingestellter Spritzbalken wirkt tiefer in den Bestand. Bei grossem Düsenabstand zur Kultur lassen sich meist nur die oberen Pflanzenteile bespritzen.
- Unterblattspritzbeine, sogenannte Droplegs, verbessern die Anlagerung des Spritzbelags an die Blattunterseite wesentlich.

Krankheits- und Schädlingsregulierung bei Karotten

Vorbeugende Kulturmassnahmen

Fruchtfolge

- Zwischen der Kultivierung von Karotten und anderen Doldenblütlern (z. B. Knollenfenchel oder Petersilie), mindestens 4 Jahre Anbaupause einhalten. Damit lässt sich das Risiko von Möhrenfliegen und spezifischen Krankheiten wie Wurzelfäulen (*Alternaria*, *Pseudocercosporidium*) und Blattkrankheiten reduzieren.
- Bei erhöhter Befallsgefahr durch Drahtwürmer, Nematoden oder Chalarafäule Kleegrass und Leguminosen als direkte Vorfrüchte vermeiden. Getreide hingegen ist eine gute Vorfrucht. Als Zwischenfrucht keine Leguminosen wählen.

Standort-/Parzellenwahl

- Ein Abstand von mindestens 300 m zu Vorjahresparzellen vermindert den Einfluss der Möhrenfliegen.
- Da sich Möhrenfliegen in Hecken oder Maisfeldern paaren, direkte Nachbarschaft zu diesen Kulturen vermeiden.
- Windoffene Lagen ohne Herbstnebel reduzieren ebenfalls die Gefahr von Möhrenfliegen sowie *Alternaria*-Blattflecken.
- Kein Anbau in Parzellen mit Staunässe
- Bei schweren Böden frühe Ernte planen, da eine Ernte im Spätherbst erschwert sein kann.
- Parzellen spätestens im Vorjahr auf Wurzelgallen nematoden untersuchen lassen oder potenzielle Wirtspflanzen wie Kreuzblütler und Korbblütler nach Wurzelgallen absuchen. Wenn zu viele Nematoden vorhanden sind, diese gezielt mit Getreideanbau, Schwarzbrache oder einer Gründüngung mit Grasarten wie Sudangras/Sorghum oder Sandhafer reduzieren.

Sorten

- Sorten mit robustem Blattwerk und einer hohen Resistenz gegen Blatt- und Wurzelkrankheiten wie Wurzelalternaria und «Wasserflecken» wählen.
- Sorten mit kurzer Entwicklungszeit um 120 Tage, aber genügend guter Lagerfähigkeit wählen. Diese werden nur von 1 statt 2 Generationen der Möhrenfliege befallen.

Saatgut

- Befallsfreies Saatgut verwenden.
- Vom Saatgutanbieter Desinfektion mit Warmwasser oder gespanntem Dampf verlangen.
- Wenn eigenes Saatgut gewonnen wird, Desinfektion mit Essig prüfen.

Saatzeitpunkt

- Bei Befallsgefahr durch die Möhrenfliege, den Saatzeitpunkt der Karotten so wählen, dass sie 3–4 Wochen nach dem Hauptflug der letzten Generation geerntet werden können. Die Maden der Möhrenfliegen fressen in den ersten 4 Wochen nach der Eiablage an den Seitenwurzeln und verursachen noch keine Schäden an den Karotten.

Anbausystem

- Dammanbau mit einem Dammanabstand von mindestens 60 cm verbessert die Gesundheit der Karotten und erleichtert deren Ernte.
- Regelmässiges Hacken stört laut Praxisbeobachtungen die Möhrenfliege.
- Karotten beim letzten Hackdurchgang gut anhäufeln, damit die Karottenschultern vor der sogenannten Blattalternaria, einer Pilzerkrankung und Mäusen geschützt sind.
- Kulturschutznetze reduzieren die Befallsgefahr durch Möhrenfliegen oder den Möhrenblattfloh, erhöhen aber das Risiko für Befall durch Blattalternaria.
- Selbst wenn die Netze frühzeitig entfernt werden, sind die Blätter unter dem Netz schwächer, was die maschinelle Ernte erschwert. Bei starkem Befallsdruck durch Möhrenfliegen oder Möhrenblattflöhe ist die Abdeckung mit Netzen trotzdem sinnvoll. Sobald der Flug der Schädlinge beendet ist, die Netze entfernen.

Ernte

- Nicht zu nass ernten, um die Gefahr von Wurzelfäulen zu reduzieren.
- Nicht zu trocken ernten, um Schürfspuren zu vermeiden.
- Lagerkarotten bei tiefen Temperaturen ernten.
- Etwas Erde in den Grosskisten (Erntekisten) verbessert die Lagerfähigkeit.
- Nur gesunde Karotten einlagern.
- Das Erntegut rasch auf Lagertemperatur von 0–2 °C herunterkühlen.

Regulierung der wichtigsten Krankheiten der Karotten

Blattflecken

Alternaria und *Cercospora*



Wie erkennen?

- Braune bis schwarze Blattflecken
- *Alternaria* beginnt am Blattrand, eher an älteren Blättern.
- *Cercospora* beginnt im Blattinneren an jüngeren Blättern und mit Augenflecken auf Stängeln.

Wichtig zu wissen

- Übertragung durch Pflanzenreste, Wildpflanzen und Saatgut
- Für Infektionen sind eine hohe Luftfeuchtigkeit oder nasse Blätter während einigen Stunden nötig.
- Starker Befall erschwert die Ernte und befällt den Rübenkopf.

Wie vorbeugen?

- Tolerante Sorten wählen, Saatgut desinfizieren.
- Erntereste rasch zerkleinern und einarbeiten.
- Anbaupause von 4–5 Jahren zwischen Doldenblütlern
- Für eine gute Durchlüftung des Bestandes windoffene Lagen wählen, Reihen oder Dämme in Hauptwindrichtung anlegen, Reihenabstand >60 cm wählen.
- Früh- und Spätkulturen räumlich trennen. Spätkultur gegen Windrichtung anpflanzen.

Wie direkt bekämpfen?

- Bei hohem Befallsdruck vorbeugend Kupfer spritzen.

Echter Mehltau

Erysiphaceae



Wie erkennen?

- Weisses Pilzrasen auf der Blattoberseite

Wichtig zu wissen

- Pilzkrankung
- Verbreitung bei trockener, heisser Witterung
- Tritt häufig in unbewässerten Karotten auf.
- Bei mässigem Befall oft kein grosser Schaden, kann aber als Eintrittspforte für andere Krankheiten dienen.

Wie vorbeugen?

- Robuste Sorten wählen (grosse Sortenunterschiede!).
- Bei wiederholtem Befall reduzierte Bestandesdichte wählen, um ein rasches Abtrocknen der Bestände zu fördern.
- Bei trockener Witterung regelmässig kurzzeitig beregnen.

Wie direkt bekämpfen?

- Häufig keine direkte Bekämpfung notwendig
- Bei frühem Befall Behandlung mit Schwefel oder Bicarbonat in Form von Backpulver

Wurzelfäulen

Wurzelalternaria, *Chalara*, *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Pseudocercosporidium*



Wie erkennen?

- Meist schwarze Fäulen im Lager durch Wurzelalternaria, *Chalara* oder weitere Erreger
- Typisch weisses Myzelrasen bei *Sclerotinia*-Befall

Wichtig zu wissen

- Bei Wurzelalternaria und *Sclerotinia* geht die Infektion der Rüben vom Saatgut oder vom Laub aus.
- *Fusarium* befällt zunächst den Laubansatz.
- Die Infektion mit *Pseudocercosporidium* geht vom Boden aus.

Wie vorbeugen?

- Staunässe vermeiden.
- Anbau auf Dämmen bevorzugen.
- Nicht bei nassen oder zu trockenen Bedingungen ernten.
- Verletzungen bei der Ernte vermeiden.
- Nur gesunde Karotten ohne Laub einlagern (Laub kann zu Fäulen führen).
- Eingelagerte Karotten rasch auf 0–2 °C herunterkühlen.
- Lagertemperatur konstant halten, um Kondenswasserbildung zu vermeiden.

Wie direkt bekämpfen?

- Keine direkte Bekämpfung möglich, ausser Mikroorganismen wie «Contans» gegen *Sclerotinia*

Regulierung der wichtigsten Schädlinge der Karotten

Möhrenfliege

Psila rosae



Wie erkennen?

- Frassgänge im unteren Teil der Karotte
- Junge Pflanzen sterben ab.

Wichtig zu wissen

- 3 Generationen pro Jahr in Mitteleuropa
- Bevorzugt mildes, feuchtes Klima.
- Junge, weisse, beinlose Maden fressen zuerst an den Seitenwurzeln der Karotten.

Wie vorbeugen?

- Mindestens 300 m Abstand zu früheren Kultursätzen und Anbauflächen des Vorjahres
- Anbau auf windoffenen Flächen
- Nicht direkt angrenzend an Hecken oder Maisfelder säen.
- Insektenflug mit orangen Klebefallen überwachen.
- Bis spätestens 4 Wochen nach dem Hauptflug ernten.

Wie direkt bekämpfen?

- Regelmässig hacken und anhäufeln (stört Madenentwicklung).
- Kulturen mit Netzen mit Maschenweite 1,4 mm decken.
- Dispenser mit Zwiebelöl haben eine Teilwirkung.
- Erntereste zerkleinern und oberflächlich einarbeiten.
- Sortierabgang verfüttern oder kompostieren.

Drahtwürmer

Agriotes spp.



Wie erkennen?

- Frassgänge in den Karotten

Wichtig zu wissen

- Larve des Schnellkäfers
- Entwicklungsdauer: 3–5 Jahre (je nach Art)
- Die Eiablage im Frühjahr erfolgt bevorzugt in den bewachsenen Boden von Naturwiesen, Klee-gras oder Getreide sowie in stark verunkrautete Parzellen.
- Neubesiedlung von Flächen durch Adulte nur innerhalb von wenigen hundert Metern (Befall in Nachbarparzellen beachten!)
- Drahtwürmer wandern bei Trockenheit und/oder hohen Bodentemperaturen in tiefere Bodenschichten.

Wie vorbeugen?

- Karotten mit 3–4 Jahren Abstand zu Klee-gras am Schluss der Fruchtfolge anbauen.
- Boden im Frühling (März/April) und Spätsommer (August/Sept.) mit Scheibenegge, Hackgerät, Mulchgerät oder Fräse bearbeiten (bei Problemen jährlich).

Wie direkt bekämpfen?

- Antagonistische Pilze wie *Metarhizium brunneum* können den Befall reduzieren.

Wurzelgallennematoden

Meloidogyne spp.



Wie erkennen?

- Nesterweise reduziertes Pflanzenwachstum
- «Beinige» und verkürzte Karotten
- Gallen an den Wurzeln

Wichtig zu wissen

- Wirtspflanzen: fast alle Gemüsearten, manche Ackerkulturen und verschiedene Unkräuter
- Gräser werden nicht befallen.
- Bei konsequenter Einhaltung der empfohlenen Anbaupausen selten Schäden
- Tritt vor allem auf leichten Böden mit geringem Humusgehalt, bei starker Verunkrautung und hohen Bodentemperaturen auf.

Wie vorbeugen?

- Flächen regelmässig auf Nematoden untersuchen. Unkräuter auf Gallen untersuchen.
- Befallene Karottenteile mit Gallen nicht auf die Felder zurückführen.
- Auf befallenen Flächen vor Karotten unkrautfreies Getreide und Sudangras als Zwischenfrucht anbauen.

Wie direkt bekämpfen?

- Keine Bekämpfung möglich
- Bei starkem Befall Sanierungsplan mit der Beratung ausarbeiten.

Krankheits- und Schädlingsregulierung bei Kohlarten

Vorbeugende Kulturmassnahmen

Fruchtfolge

- In Fruchtfolgen mit Kohlarten keine Gründüngungen mit Kreuzblütlern wie Senf oder Ölrettich einsetzen.
- Keine verwandten Ackerkulturen wie Raps anbauen.
- Botanisch verwandte Unkräuter wie Hirtentäschel konsequent eliminieren.

Parzellenwahl

- Mehrere hundert Meter Abstand zu anderen Kreuzblütlern wie Raps, Senf oder Gründüngungen einhalten.
- Boden aufkalken, wenn der pH unter 7 liegt.

Sorten

- Sorten mit Resistenz gegen Adernschwärze, Kohlhernie und Fusarium sowie Toleranz gegen Alternaria wählen.

Saatgut

- Befallfreies Saatgut wählen.
- Desinfektion mit Warmwasser oder gespanntem Dampf durch den Saatgutanbieter verlangen.
- Als Alternative oder bei Verwendung von eigenem Saatgut mit Essig desinfizieren.

Jungpflanzenproduktion

- In der Regel bessere Gesundheit der Jungpflanzen bei Anzucht in Trayplatten als bei Anzucht im Beet

- Bei Anzucht in Beeten diese jährlich wechseln, um kohlherniefreien Boden zu gewährleisten.

Funktionelle Biodiversität

- Zur gezielten Förderung von Blattlaus- und Raupenparasitoiden 3 m breite, einjährige Nützlingsblühstreifen mit 40 % Futterwicke, 11 % Echtem Buchweizen, 4 % Kornblumen und 0,1 % Klatschmohn säen.
- Zur Steigerung der Nützlingseffizienz zusätzlich Kornblumen direkt in die Kohlkulturen pflanzen.

Anbau

- Befallsfreie Kulturen direkt nach dem Pflanzen mit Kulturschutznetzen decken (bietet guten Schutz gegen mehrere Schädlinge).
- Sobald der Flug der Hauptschädlinge beendet ist, die Netze entfernen.
- Arbeiten an der Kultur möglichst ausserhalb der Flugzeiten der Schädlinge durchführen (z. B. Kohlfliegen fliegen morgens und abends, Erdflöhe sind bei Sonne aktiv).

Ernte

- Viele Krankheiten und Schädlinge wie Adernschwärze, Alternaria oder die Kohlflyge können auf dem Strunk überwintern. Deshalb nach der Ernte die Erntereste (v. a. die Strünke) zerkleinern und oberirdisch einarbeiten, damit diese rasch verrotten.



Nützlingsblühstreifen haben sich in Kombination mit anderen vorbeugenden Kulturmassnahmen als wirksame Strategie zur Regulierung von Kohlschädlingen erwiesen.

Regulierung der wichtigsten Krankheiten der Kohlarten

Adernschwärze

Xanthomonas campestris



Wie erkennen?

- Gelbe, häufig dreieckige, von Blattadern begrenzte Flecken
- Blattadern verfärben sich schwarz.

Wichtig zu wissen

- Bakterielle Krankheit
- Wird über Saatgut übertragen.
- Verbreitet sich im Feld über Wassertropfen, Erntereste und Maschinen.
- Tritt oft schon in der Jungpflanzenanzucht auf.
- Feucht-warme Witterung erhöht das Infektionsrisiko.

Wie vorbeugen?

- Befallsfreies Saatgut verwenden.
- Wenn nötig das Saatgut mit Warmwasser behandeln.
- Resistente Sorten wählen.
- Trayplatten verwenden, die nur von unten bewässert werden.
- Anbaupause von 3–4 Jahren zwischen Kreuzblütlern einhalten.
- Felder erst ab Mittag befahren und bewässern, wenn die Pflanzenbestände trocken sind.
- Pflanzenreste nach der Ernte zerkleinern und rasch einarbeiten.

Wie direkt bekämpfen?

- Kupfer hat eine geringe Wirkung.

Blattflecken

Alternaria brassicae,
A. brassicicola



Wie erkennen?

- Ringförmige, braun-graue Flecken, vor allem auf älteren Blättern

Wichtig zu wissen

- Pilzkrankheit
- Wird über das Saatgut und befallene Erntereste übertragen.
- Für eine Infektion ist Blattnässe notwendig.

Wie vorbeugen?

- Befallsfreies Saatgut verwenden.
- Wenn nötig das Saatgut mit Warmwasser behandeln.
- Sorten mit hoher Toleranz wählen.
- Zurückhaltend mit Stickstoff düngen.
- Für eine gute Durchlüftung der Bestände sorgen (Pflanzdichte reduzieren).
- Bei feuchten Bedingungen Kulturschutznetze nach dem Flug von Schädlingen entfernen, um das Abtrocknen des Bestandes zu fördern.
- Trockene Kulturführung. Bewässerung mit Tropfschläuchen statt mit Sprinklern.

Wie direkt bekämpfen?

- Kupfer hat eine Teilwirkung (Netzmittel zusetzen).

Kohlhernie

Plasmodiophora brassicae



Wie erkennen?

- Gehemmt Pflanzenwachstum
- Welken von Pflanzen bei Hitze
- An den Wurzeln entwickeln sich Hernien (Wucherungen).

Wichtig zu wissen

- Bodenbürtiger Schleimpilz; kann mehr als 10 Jahre im Boden überdauern.
- Tritt vor allem in sauren Böden mit pH <7 auf.
- Befällt in erster Linie Kreuzblütler.
- Ab 15 °C Bodentemperatur aktiv
- Kann durch Maschinen und befallene Jungpflanzen verschleppt werden.
- Staunässe fördert den Befall.

Wie vorbeugen?

- Boden auf pH >7 kalken.
- Regelmässig chitinhaltige N-Dünger einsetzen.
- Resistente Sorten verwenden.
- Kompostgaben, Anbau auf Dämmen und mehrmaliges Anhäufeln vermindern die Befallsintensität.
- Befallene Stellen zuletzt bearbeiten und Geräte mit dem Hochdruckreiniger reinigen.

Wie direkt bekämpfen?

- Keine Bekämpfung möglich
- Nach starkem Befall Anbaupause von mindestens 7 Jahren für Kreuzblütler einhalten.

Regulierung der wichtigsten Schädlinge der Kohlarten

Kohlerdföhe

Phyllotreta spp.



Wie erkennen?

- Masseneinflug von Käfern bei schönem Wetter Anfang Sommer
- Zahlreiche Käfer auf den Blättern
- Kleine Löcher in den Blättern

Wichtig zu wissen

- Die Käfer überwintern im Boden in der Nähe von Kreuzblütlern (Unkräuter, Gründüngungen, Kulturen); daher keine Kreuzblütler als Vorkultur anbauen.
- Vor allem frisch gepflanzte Kulturen bei trockener, warmer Witterung sind gefährdet.

Wie vorbeugen?

- Pflanzbett nicht zu fein herrichten.
- Gut entwickelte Jungpflanzen pflanzen anstelle von Saat.
- Nach dem Pflanzen für rasches Wachstum der Jungpflanzen sorgen (gut anwässern, düngen).
- Kultur sofort nach dem Pflanzen mit Netz (<0,8 mm) schützen (Risiko von Hitzestau).
- Regelmässig hacken und bewässern (hemmt Vermehrung).

Wie direkt bekämpfen?

- Steinmehl stäuben oder mit Netzmittel auf Terpenölbasis spritzen.
- Wiederholt mit Spinosad behandeln (wenig nützlingsschonend und teuer).

Kohlweissling

Grosser *Pieris brassicae*

Kleiner *Pieris rapae*



Wie erkennen?

- Weisse, tagaktive Falter mit schwarzer Zeichnung
- Gelbe Eier/Eigelege, grüne oder behaarte schwarze Raupe mit gelben Längstreifen
- Lochfrass auf der ganzen Pflanze oder Kahlfrass der Aussenblätter

Wichtig zu wissen

- Überwintern als Puppen im Boden oder an Ernterückständen.
- Befall auch bei geregelter Fruchtfolge durch Falterzuflug möglich
- Natürliche Regulierung durch Erz- und Brackwespen

Wie vorbeugen?

- Bodenbearbeitung im frühen Frühjahr dezimiert die Puppen.
- Parasitierende Schlupfwespen mit Nützlingsblühstreifen fördern.
- Oder: Kultur vor der ersten Eiablage mit Netz (<2 mm) decken.
- Ab Flugbeginn wöchentliche Kontrolle (Schadschwelle: 10–20 kleine oder 1–4 grosse Raupen pro 10 Pflanzen).
- Erntereste rasch einarbeiten.

Wie direkt bekämpfen?

- Bei Überschreiten der Schadschwelle BT-Präparat spritzen (nützlingsschonend).

Mehlige Kohlblattlaus

Brevicoryne brassicae



Wie erkennen?

- Verkrüppelte Pflanzen
- Mehlig beduderte Blattläuse

Wichtig zu wissen

- Überwintert als Winterei auf Ernteresten. Einflug ab Mai/Juni. Warndiensthinweise beachten.
- Erhöhte Befallsgefahr bei warmem und trockenem Wetter nach der Pflanzung
- Regulierung durch natürliche Nützlinge möglich

Wie vorbeugen?

- Jungpflanzen bei Anzucht im Freien mit Netz decken (<1,4 mm).
- Nur blattlausfreie Jungpflanzen setzen.
- Blühstreifen zur Nützlingsförderung säen.
- Rasches Wachstum der Pflanzen fördern (Nährstoffversorgung (v. a. Kalium), Bewässerung).
- Erntereste rasch einarbeiten.

Wie direkt bekämpfen?

- Vor dem Einrollen der Blätter Kaliseife (mässig nützlingsschonend) oder Pyrethrin + Sesamöl (nützlingsschädigend) mit Spritzen und seitwärts gerichteten Düsen spritzen.

Krankheits- und Schädlingsregulierung bei Zwiebeln

Vorbeugende Kulturmassnahmen

Klima

- Die Zwiebel liebt warmes Sommerwetter und viel Licht in der Hauptwachstumszeit. Leichter Frost im Keimlingsstadium schadet kaum. Eine frühe Saat ist somit möglich.
- Gebiete mit weniger als 800 mm Jahresniederschlag sind für den Zwiebelanbau besonders geeignet.

Standort-/Parzellenwahl

- Ideal sind mittelschwere, humus- und nährstoffreiche Böden mit gutem Wasserhaltevermögen und guter Drainage
- Windoffene Lagen (keine Muldenlagen) mit Morgensonne bevorzugen (deutlich geringerer Krankheitsdruck).
- Unkrautarme Parzellen wählen (v. a. wichtig bei Direktsaat wegen der geringen Konkurrenzkraft der Zwiebeln gegenüber Unkräutern).
- Optimaler Boden-pH-Wert: 6,5 –7,2
- Für frühe Direktsaat einen Boden wählen, der im Frühjahr rasch abtrocknet.

Fruchtfolge

- Anbaupause von mindestens 4 Jahren zu Zwiebeln, Lauch und Schnittlauch
- Anbaupause von mindestens 2 Jahren zu Fenchel, Karotten, Randen und Sellerie
- Bei Problemen mit Krankheiten und Nematoden grössere Zeitabstände wählen.
- Frühe und späte Sommerzwiebeln sowie Winterzwiebeln nicht in unmittelbarer Nähe zueinander anbauen (Übertragung des Falschen Mehltaus!).

Sortenwahl

- Sorten mit guter Lagerfähigkeit, Schalenfestigkeit und schnellem Wachstum wählen.
- Im Frühjahrsanbau frühe Rijnsburger-Typen oder Amerikaner mit einer raschen Ertragsbildung verwenden.
- Für späte Saaten frühe Rijnsburger-Typen verwenden.

Saatgut

- Zertifiziertes, nach Möglichkeit warmwasserbehandeltes Saatgut verwenden.
- Das Angebot an biologisch vermehrten Sorten ist auf www.organicxseeds.com einsehbar.



Betriebe, die für den Anbau auf Dämmen (z. B. Karotten, Kartoffeln) eingerichtet sind, können Zwiebeln auf Dämmen in Doppelreihen mit 75 cm Dammanstand anbauen.

Saatzeitpunkt

- Für eine höhere Konkurrenzfähigkeit gegenüber Unkräutern den Anbau über Setz Zwiebeln und Jungpflanzen statt Direktsaat prüfen.

Anbau

- Vor der Saat Unkrautkur durchführen (nach der Grundbodenbearbeitung 2 Wochen mit der Saatbettbereitung zuwarten).
- Eine Stickstoffdüngung ist nur in leichten, nährstoffarmen Böden oder bei früher Ernte für den Frischkonsum erforderlich. Ein zu hohes oder spätes Stickstoffangebot verzögert die Abreife und fördert die Unkräuter.
- Eine gute Phosphorversorgung (Gülle- oder Stallmistgabe zur Vorkultur) wirkt sich positiv auf das Wachstum der Zwiebeln aus.
- Eine ausreichende Kalium-Versorgung ermöglicht eine gute Lagerfähigkeit und Ausreifung.
- Beregnung kann Falschen Mehltau fördern, jedoch auch zur Regulierung des Zwiebelthrips genutzt werden.

Ernte

- Zwiebeln ab August bei warmer und trockener Witterung roden (erleichtert die Ernte und verbessert die Lagerfähigkeit des Ernteguts).
- Zwiebeln während 3–10 Tagen (nicht länger, da sonst Gefahr von Lagerfäulen) im Feld vortrocknen. Vor Regen (>5 mm) die Zwiebeln unbedingt bergen.
- Die Zwiebeln im Lager nachtrocknen.

Regulierung der wichtigsten Krankheiten der Zwiebeln

Falscher Mehltau

Peronospora destructor



Wie erkennen?

- Helle, ovale Flecken an den Röhren, später mit grau-violetttem Belag (Sporangien) überzogen

Wichtig zu wissen

- Übertragung an überwinternden Zwiebeln, Steckzwiebeln und Pflanzenresten
- Infektion nur nach Nächten mit hoher Luftfeuchtigkeit (>90%) und Morgentau/-regen möglich
- Stärkste Entwicklung bei Temperaturen zwischen 13–20 °C

Wie vorbeugen?

- Sommerzwiebeln nicht in der Nähe von Winterzwiebeln, Saat- oder gepflanzte Zwiebeln nicht neben Steckzwiebeln anbauen.
- Geeignete resistente oder tolerante Sorten wählen.
- Anbau frühreifer Sorten über Jungpflanzen prüfen.
- Saat/Pflanzung mit <60 Pflanzen/m² in 3 Reihen prüfen.
- Unkrautbewuchs minimieren.
- Frühmorgens kurz bewässern.
- Steinmehl kann den Befall verzögern.

Wie direkt bekämpfen?

- Befallene Pflanzen der Winterkultur vor der Frühjahrssaat/-pflanzung vernichten.
- Bisher kein Mittel bekannt

Zwiebelhalsfäule

Botrytis allii



Wie erkennen?

- Fäulnis am Lager, beginnend am Zwiebelhals

Wichtig zu wissen

- Befällt auch Schalotten und Knoblauch.
- Übertragung über Saat- und Pflanzgut
- Befall am Zwiebelhals bei feuchter Witterung vor der Ernte
- Sekundärbefall am Lager durch Schwächeparasiten (z. B. Graufäule und Bakterienfäule)

Wie vorbeugen?

- Sorten mit feinem Zwiebelhals bevorzugen.
- Gesundes, mit Warmwasser behandeltes Saat- und Pflanzgut verwenden.
- Mindestens 100–200 m zu Winterzwiebel-Feldern einhalten.
- Für gute Durchlüftung weite Saat- bzw. Pflanzabstände verwenden.
- Schonend ernten und mindestens 10 cm langes Laub dran lassen.
- Zwiebeln erst roden, wenn 1/3 des Laubes am Boden liegt.
- Zwiebeln bei Sonne 7–10 Tage auf dem Feld trocknen lassen.
- Zwiebeln am Lager von unten mit trockener Luft (max. 30 °C) nachtrocknen, bis die obersten Knollen einen trockenen Stielansatz aufweisen.

Zwiebelbasalfäule

Fusarium oxysporum f. sp. *cepae*



Wie erkennen?

- Gelbe Blattspitzen
- Weisses Pilzbelag am Zwiebelboden
- Fäulnis am Lager, beginnend am Zwiebelboden

Wichtig zu wissen

- Erstinfektion im Feld häufig über Steckzwiebeln und Saatgut
- Dauersporen können mehrere Jahre im Boden überdauern.
- Ausbreitung bei >15 °C

Wie vorbeugen?

- Bei Säckzwiebeln resistente Sorten wählen.
- Steckzwiebeln vor dem Pflanzen auf Befall kontrollieren. Zweifelhafte Partien zurückweisen.
- Jungpflanzen vor dem Pflanzen mit Mikroorganismen angießen (z.B. *Trichoderma harzianum*).
- Schonend ernten und einlagern.
- Rasches Einziehen und Abtrocknen fördern.

Wie direkt bekämpfen?

- Befallene Zwiebeln bei der Ernte aussortieren und entsorgen.
- Problematische Partien rasch vermarkten.
- Kühl lagern (0–1 °C, 70–75% rel. Luftfeuchte).
- Wasserkondensation am Lager vermeiden.

Regulierung der wichtigsten Schädlinge der Zwiebeln

Zwiebelthrips

Thrips tabaci



Wie erkennen?

- Silbrigweisse Flecken auf den Blättern (Saugtätigkeit der Thripse), oft mit schwarzen Kofflecken
- Thripse: hellgelb bis braun; Larven heller und ohne Flügel; v. a. in den Pflanzenherzen und den Blattscheiden sitzend

Wichtig zu wissen

- Überwintert als Adulte auf Winterkulturen oder im Boden.
- Bei Verzicht auf Insektizide natürliche Regulierung durch Raubthripse, Florfliegen, Schwebfliegenlarven, Raubmilben und Pilze möglich
- In trockenen, warmen Sommern starke Entwicklung möglich; besonders gefährdet sind Bundzwiebeln und Winterzwiebeln.

Wie vorbeugen?

- Boden tief pflügen.
- Im Sommer bis Ende September wöchentlich auf Befall kontrollieren (v. a. bei Hitze und Sturm).

Wie direkt bekämpfen?

- Am Tag in kurzen Zeitintervallen bewässern.
- Junge Kulturen am Abend mit Spinosad (0,4 l/ha) und mit viel Wasser (600–1000 l/ha) behandeln.

Lauchminierfliege

Napomyza gymnostoma



Wie erkennen?

- Perlenkettenartige, silbrige Einstichstellen auf den Blättern
- Biegen und später Aufplatzen befallener Blätter und Schäfte
- Ähnlich (aber kaum Schaden): Lauchminierfliege, Zwiebelrüsselkäfer und Zwiebelminierfliege

Wichtig zu wissen

- 1. Generation: März/Mitte Mai,
- 2. Generation: ab Ende August
- Fliege bei >13 °C am Tag aktiv

Wie vorbeugen?

- Ernteresten von Zwiebeln, Lauch und Schnittlauch nach der Ernte rasch mulchen und einarbeiten.
- Abstand zwischen Zwiebeln, Lauch und Schnittlauch einhalten.
- Winterzwiebeln während der Flugzeiten mit Kulturschutznetz (<0,8 mm) oder Vlies decken.
- Sommerzwiebeln erst Anfang Mai stecken oder pflanzen.

Wie direkt bekämpfen?

- Kulturschutznetz nur zum Hacken an windigen, kühlen Tagen (<13 °C) entfernen.
- Rüstabfälle kompostieren.
- Bei ersten Schäden Behandlung mit Spinosad möglich
- In Winterzwiebeln im Herbst mit NeemAzal/TS behandeln (Zulassung beachten).

Zwiebelfliege

Delia antiqua



Wie erkennen?

- Fliegen: 6–7 mm lang, ähnlich Stubenfliegen, mit roten Augen
- Larven: kopf- und beinlos, bis 1 cm lang
- Puppen: rotbraun, 6 mm lang, im Boden zu finden
- 1. Generation (Mai/Juni): Gelbverfärbung und nesterweises Absterben von Pflanzen infolge Larvenfrass an den Wurzeln. Die Larven wandern von Pflanze zu Pflanze.
- 2. Generation (Juli/August): Madenfrass in der Zwiebel

Wichtig zu wissen

- Überwintert als Puppe im Boden
- Befällt vor allem junge Pflanzen
- Sekundärschäden durch Pilze in den Frassgängen
- Wirtschaftliche Schadenschwelle: 5 % befallene Pflanzen

Wie vorbeugen?

- Flugüberwachung mit blauen Leimtafeln
- Pflanzen ab Löwenzahnblüte oder gemäss Warndienst mit Kulturschutznetz (<2 mm) decken.
- Natürliche Feinde mit Blühstreifen fördern.
- Anbaupause einhalten.

Wie direkt bekämpfen?

- Nicht möglich



Weiterführende Information

Betriebsmittelliste FiBL

Im biologischen Landbau zugelassene Pflanzenschutzmittel. FiBL. Ausgabe Schweiz. Jährlich aktualisiert. Verfügbar als kostenloser Download oder kostenpflichtige Druckversion auf shop.fibl.org. Art. Nr. 1032.

Pflanzenschutzempfehlungen für den Biogemüsebau

Detaillierte Informationen zu vorbeugenden und direkten Pflanzenschutzmassnahmen in einzelnen Kulturen und Kulturgruppen. FiBL. Ausgabe Schweiz. Zweijährlich aktualisiert. Verfügbar als kostenloser Download oder kostenpflichtige Druckversion auf shop.fibl.org. Art. Nr. 1284.

Schädlingsregulierung im Biokopfkohlanbau. Nützlinge fördern, Pflanzenschutzmittel reduzieren

FiBL. 2017. Ausgabe Schweiz. Verfügbar als kostenloser Download oder kostenpflichtige Druckversion auf shop.fibl.org. Art. Nr. 2500.

Biologischer Anbau von Zwiebeln

Bio Austria, Bioland, FiBL, KÖN. Verfügbar als kostenloser Download auf shop.fibl.org. Art. Nr. 1436.

Biokulturen vor Schnecken schützen

FiBL. Verfügbar als kostenloser Download auf shop.fibl.org. Art. Nr. 1004.

Biologischer Pflanzenschutz im Garten

Otto Schmid, Silvia Henggeler. Ulmer Eugen Verlag. 2012. ISBN 978-3-8001-7631-1.

Pflanzenschutz im Gemüsebau

Gerd Crüger. Ulmer Eugen Verlag. 2002. ISBN 978-3-8001-3191-4.

Pflanzenschutz im Integrierten Gemüsebau

Schwarz et al. Verlag Edition LMZ. 1990. ISBN 3-906679-09-8.

Impressum

Herausgeber

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 865 72 72
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Autor*innen: Anja Vieweger (FiBL), Samuel Hauenstein (FiBL), Martin Koller (Innopattform Bio)

Mitarbeit: Thomas Bernet, Patricia Schwitter, Lukas Pfiffner, Paul van den Berge (alle FiBL)

Redaktion: Gilles Weidmann, Sophie Thanner (beide FiBL)

Gestaltung: Brigitta Maurer (FiBL)

Fotos: Thomas Alföldi (FiBL): Seite 3, 8, 9 (1), 10 (1); Claudia Daniel (FiBL): S. 27 (3, 4); Hansueli Dierauer (FiBL): S. 8; Andreas Fritzsche-Martin (Naturland): S. 13; Maya Frommelt (Bio Suisse): S. 28; Jacques Fuchs (FiBL): S. 10 (2); Hansueli Höpli (Agroscope): S. 27 (2); Flavia Müller (Bio Suisse): S. 8; Martin Koller (FiBL): S. 4, 6 (2), 7, 8, 18, 20 (3), 21 (2, 3), 23 (1), 24 (5), 26; Peter Kunz (Getreidezüchtung Kunz): S. 8; Martin Lichtenhahn (FiBL): S. 20 (1), 21 (1), 24 (2), 25; Henryk Luka (FiBL): S. 2, 6 (1), 22; Marion Nitsch: S. 11; Rasbak, Wikipedia: S. 23 (3); Florian Rau (Ökoring Niedersachsen): S. 27 (5, 6); Armelle Rochat (FiBL): S. 20 (2); Jacob Rüegg (Agroscope): S. 27 (1); Patricia Schwitter (FiBL): S. 17; René Schulte (Bio Suisse): S. 5; René Total (Agroscope): S. 24 (3); Anja Vieweger (FiBL): Seite 1, 8, 9 (2), 15, 23 (2), 24 (1, 4)

DOI: 10.5281/zenodo.7707765

FiBL Artikelnummer: 1145

Das Merkblatt steht auf shop.fibl.org kostenlos zum Download zur Verfügung.

Alle Angaben in diesem Merkblatt basieren auf bestem Wissen und der Erfahrung der Autor*innen. Trotz grösster Sorgfalt sind Unrichtigkeiten und Anwendungsfehler nicht auszuschliessen. Daher können die Autor*innen und der Herausgeber keinerlei Haftung für etwa vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten, sowie für Schäden aus der Befolgung der Empfehlungen übernehmen.

2. Auflage, 2023 © FiBL