

Richtlinien für den Pflanzenschutz im ökologischen Zwiebelanbau

1. Einleitung

Die Zwiebel (*Allium cepa* L.), ist eine Gemüseart aus der Familie der Liliengewächse (Liliaceae) und die am häufigsten angebaute Art der Gattung *Allium*. Heutzutage werden Zwiebeln in verschiedenen Formen verwendet. Sie können frisch, gefroren, in Dosen, eingelegt und getrocknet verzehrt werden. Viele Berichte weisen darauf hin, dass Zwiebeln eine breite Palette von positiven Eigenschaften für die menschliche Gesundheit haben, wie Polyphenole, Flavonoide und Antioxidantien sowie Kohlenhydrate und Zucker.

Der ökologische Zwiebelanbau ist ein umfassendes System, das darauf abzielt, die Produktivität und Fitness der Lebensgemeinschaften innerhalb des Agrarökosystems, einschließlich der Bodenorganismen, der Pflanzen, des Viehs und der Menschen, zu steigern. Der ökologische Zwiebelanbau entspricht den drei Grundprinzipien, die sein Wesen ausmachen:

- Das Produktionssystem konzentriert sich auf den Aufbau der biologischen Fruchtbarkeit des Bodens, so dass die Nährstoffaufnahme und -abgabe der Pflanzen im Einklang stehen;
- Die Bekämpfung von Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern wird weitgehend durch die Entwicklung eines ökologischen Gleichgewichts innerhalb des Systems und durch den Einsatz von Biopestiziden und verschiedenen Kulturtechniken wie Fruchtfolge, Mischkulturen und Anbauverfahren erreicht;
- Landwirte, die ökologischen Landbau betreiben, recyceln alle organischen Abfälle und Dünger, die in einem Betrieb anfallen.

Da Zwiebeln als Frischgemüse verzehrt, verarbeitet und eingelegt werden, ist die Entwicklung von ökologischen Produktionsprotokollen in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung.

2. Die phänologischen Wachstumsstadien und BBCH-Identifikationsschlüssel von Zwiebelgemüse (nach Feller et al. 1995)

Wachstumsstufe	Code	Beschreibung	Wachstumsstufe	Code	Beschreibung
0: Keimung	00	Trockener Samen ¹ , Zwiebel im Ruhestadium ²	5: Erscheinen der Blütenanlage	51	Beginn der Verlängerung des Zwiebelkörpers
	01	Beginn der Samenquellung ¹		53	30% der zu erwartenden Länge des Blüten sprosses erreicht
	03	Ende der Samenquellung ¹		55	Blütenspross hat volle Länge erreicht; Spatha geschlossen
	05	Keimwurzel aus dem Samen ausgetreten ¹ Beginn der Wurzelentwicklung ²		57	Spatha aufgeplatzt
	07	Keimblatt hat Samenschale durchbrochen ¹		59	Erste Blüten voll entwickelt, aber noch geschlossen
	09	Auflaufen: Keimblatt durchbricht Bodenoberfläche ¹ grüner Austrieb sichtbar ²	6: Blüte	60	Vereinzelt erste Blüten offen
		Keimblatt als Bügel sichtbar ¹		61	Beginn der Blüte: 10% der Blüten offen
		Bügelstadium: Keimblatt als Bügel ergrünt ¹		62-64	20%/ 30 % / 40 % der Blüten offen
		Peitschenstadium: Keimblatt peitschenförmig ausgebildet ¹		65	Vollblüte: 50% der Blüten offen
1: Blattentwicklung	10	Fortgeschrittenes Peitschenstadium: Peitsche beginnt abzusterben ¹		67	Abgehende Blüte: 70% der Blüten verblüht
	11	1. Laubblatt (> 3 cm) deutlich sichtbar	7: Fruchtentwicklung	69	Ende der Blüte
	12	2. Laubblatt (> 3 cm) deutlich sichtbar		71	Erste Kapseln ausgebildet
	13	3. Laubblatt (> 3 cm) deutlich sichtbar		72-78	20% to 80 % der Kapseln ausgebildet
	14	Stadien fortlaufend bis ...	79	Kapseln voll entwickelt; Samen hell	
	19	9 oder mehr Laubblätter deutlich sichtbar	8: Frucht- und Samenreife	81	Beginn der Reife: 10% der Kapseln ausgereift
		85		Erste Kapseln aufgeplatzt	
4: Entwicklung vegetativer Pflanzenteile (Erntegut)	41	Verdickung bzw. Verlängerung des Blattgrundes beginnt	9: Absterben	89	Vollreife: Samen schwarz und hart
	43	30% des zu erwartenden Zwiebel- bzw. Schaftdurchmessers erreicht		92	Beginn der Laub- und Sprossverfärbung
	45	50% des zu erwartenden Zwiebel- bzw. Schaftdurchmessers erreicht		95	50% der Blätter vergilbt bzw. abgestorben
	47	Beginn Schlottenknick: bei 10% der Pflanzen Schlotten geknickt ³ 70% der zu erwartenden Schaftlänge und des -durchmessers erreicht ⁴	97	Pflanze oder oberirdische Teile abgestorben	
	48	Bei 50% der Pflanzen Schlotten geknickt ³			

	49	Zwiebellaub abgestorben; Zwiebelhals trocken; physiologische Ruhe ³ Wachstum abgeschlossen; sortentypische Schaftlänge und -durchmesser erreicht ⁴		99	Erntegut (Samen)
--	----	--	--	----	------------------

¹ Aussaat der Arten, ² Steckzwiebeln, Knoblauch und Schalotte, ³ Zwiebeln, Steckzwiebeln und Knoblauch ⁴ Porree

3. Agronomische Praktiken

Vorbereitung für die Pflanzung von Zwiebeln	Standortwahl	<p>Die Minimierung potenzieller Produktionsprobleme ist für alle landwirtschaftlichen Betriebe wichtig. Dies gilt insbesondere für ökologische Erzeuger. Eines der wirksamsten Mittel zur Verringerung potenzieller Probleme ist die Wahl des richtigen Standorts. Die Zwiebel wächst in einem milden Klima ohne extreme Hitze und Kälte. Die Zwiebel ist eine kühle Saisonpflanze, die im jungen Stadium frosttolerant ist, aber weniger empfindlich auf Hitze reagiert. Pflanzen im Frühstadium können Frosttemperaturen vertragen. Neben den Temperaturen sollten bei der Auswahl eines Feldes für den Gemüseanbau drei Punkte berücksichtigt werden: die Topografie des Feldes, die Bodenart sowie die Verfügbarkeit und Qualität von Wasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Topografie bezieht sich auf die physischen Merkmale des gesamten Feldes und umfasst Bedingungen wie Kontur, Bodentiefe, Wasser- und Luftabfluss und das Vorhandensein von Felsen. Schlecht entwässerte Felder oder solche mit niedrigen Flächen können bei übermäßigem Regen zu Staunässe führen. Solche Bedingungen können das Auftreten von Krankheiten begünstigen und die Vitalität der Pflanzen und den Ertrag verringern. Standorte mit einem Gefälle von 1,5 % oder mehr sollten vermieden werden, um übermäßige Erosionsprobleme zu vermeiden; - Im ökologischen Landbau ist die Gesundheit des Bodens von wesentlicher Bedeutung. Die Bodenqualität beeinflusst die Fähigkeit des Bodens, ein optimales Wachstumsmedium zu bieten, die Produktivität der Pflanzen zu erhalten, die Umweltqualität zu bewahren und die Pflanzengesundheit zu gewährleisten; - Zwiebelkulturen benötigen im Allgemeinen mehr Wasser und eine häufigere Bewässerung als die meisten anderen landwirtschaftlichen Kulturen. Daher sollten für den Zwiebelanbau nur Felder in Frage kommen, die leichten Zugang zu einer reichhaltigen Wasserquelle haben; - Die Wasserqualität ist bei der Auswahl einer Wasserquelle für ein Feld ebenso wichtig wie die Wassermenge. Wasserquellen für die Bewässerung von Zwiebeln sollten weniger als 400 ppm lösliche Salze enthalten. Vermeiden Sie daher Wasserquellen mit einem hohen Gehalt an toxischen Elementen wie Natrium, Bor oder Aluminium. <p>Es wird eine vierjährige Fruchtfolge empfohlen.</p>
	Boden	<ul style="list-style-type: none"> - Zwiebeln können auf allen Bodentypen wie sandigem Lehm, schluffigem Lehm und schweren Tonböden angebaut werden. Als ideal gelten jedoch tiefgründige, sehr fruchtbare sandige Lehm- bis Tonböden, die reich an Humus sind. - Sandige Böden müssen häufig bewässert werden und begünstigen eine frühe Reife. Schwere Böden hingegen schränken die Entwicklung der Zwiebeln ein und die Pflanze reift im Vergleich zu leichten Böden spät.

	<ul style="list-style-type: none"> - Die Zwiebelpflanze reagiert empfindlich auf einen hohen Säuregehalt und erzielt Höchsterträge in einem relativ engen Bereich der Bodenreaktion (ein pH-Bereich zwischen 5,8 und 6,5 gilt als optimal). Auf Lehmböden werden gute Erträge in einem breiteren Bereich der Bodenreaktion erzielt als auf Mineralböden. - Eine gute Drainage ist unabdingbar, da Staunässe zu einem Totalausfall der Ernte führt. - Ideale Böden: organische Böden, reich an Stickstoff und mit hoher Wasserspeicherkapazität.
Sortenwahl	<p>Die Sortenwahl ist ein wichtiger Bestandteil des ökologischen Landbaus. In der EU ist heute eine sehr große Zahl von Zwiebelsorten und -formen erhältlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 'Red Baron' (rote Farbe und kräftiger Geschmack; resistent gegen die Rosenwurzelfäule <i>Phoma terrestris</i>). - 'Red Long of Florence' (die Zwiebeln schmecken mild und süß; Krankheitsresistenz nicht angegeben). - 'Rijnsburger' (die Zwiebeln haben eine ausgezeichnete Lagerfähigkeit). - 'Stuttgarter Riesen' (eine gut lagerfähige gelbe Zwiebel, die auch für den Anbau von Schalotten verwendet werden kann; resistent gegen Falschen Mehltau). - 'White Lisbon' (das Laub ist hellgrün und steht schön aufrecht; Resistenz gegen <i>Fusarium oxysporum</i> nicht spezifiziert). - Welsh Onion 'Ishikura Long White' (Zwiebel, die einen langen, weißen, dicken Stiel bildet, ohne eine Kugel zu formen; resistent gegen <i>P. terrestris</i> und <i>Botrytis</i>-Blattfäule). - 'Valencian Onion' (große runde Zwiebeln; resistent gegen <i>Thrips tabaci</i>). - 'Red Sturon' (eine früh reifende Sorte, die eine gute Resistenz gegen Schossen aufweist; Krankheitsresistenz nicht angegeben). <p>Hinweis: Wenn kein zertifiziertes ökologisches Saatgut der benötigten Sorte zur Verfügung steht, können die Erzeuger nicht ökologisch erzeugtes Saatgut verwenden, das jedoch unbehandelt sein muss.</p>
Pflanzmaterial	Jegliches Vermehrungsmaterial muss den ökologischen Standards entsprechen.
Pflanzabstände	<ul style="list-style-type: none"> - Zwiebeln sollten in einem Abstand von 5 bis 10 cm gepflanzt werden, mit 35 bis 40 cm zwischen den Reihen. - Der Abstand zwischen den Zwiebelpflanzen hängt von der gewünschten Größe ab - je enger sie beieinander liegen, desto kleiner werden die Zwiebeln in der Regel sein. Wenn wir für eine Ernte von Frühlingzwiebeln pflanzen, kann der Abstand sogar nur 5 cm betragen. Für normale, mittelgroße Zwiebeln sind 6 bis 8 cm angemessen, für extragroße Sorten 8 bis 12 cm. - Die Zwiebelsamen können dicht beieinander ausgesät und nach dem Auflaufen der Sämlinge ausgedünnt werden.
Bodenvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Zwiebeln sind relativ widerstandsfähig, so dass mit der Pflanzung begonnen werden kann, sobald der Boden im Frühjahr ausgetrocknet und bearbeitbar ist. - Ziel der Bodenvorbereitung ist es, lebenswichtige Mineralien und Nährstoffe zuzuführen sowie verdichtete Böden aufzubrechen und zu lockern. - Die Bodenbearbeitung kann zu jeder Zeit erfolgen, wenn der Boden nicht zu nass oder gefroren ist. - Die Pflanzen können auch bei recht kühlen Temperaturen gepflanzt werden. Wird mit starkem Frost gerechnet, ist es ratsam, die Pflanzung eine Weile aufzuschieben, bis die Temperaturen milder werden. Solange der Boden bearbeitbar ist, kann im Allgemeinen gepflanzt werden. - Das Saatbett sollte gut zerkleinert sein und eine glatte Oberfläche haben.

		<ul style="list-style-type: none"> - Es ist gängige Praxis, den Boden kurz vor der Aussaat zu schleifen oder zu walzen. Dies ist besonders wichtig bei Lehm Böden. - Stellen Sie zunächst sicher, dass der Boden frei von Unkraut und Steinen ist.
Agrotechnische Verfahren	Bodenpflege	<ul style="list-style-type: none"> - Zwiebeln sind aufgrund ihres kurzen Wurzelsystems keine trockenheitstoleranten Pflanzen. Die Pflanzen sind nicht resistent gegen Staunässe während des Wachstums und der Entwicklung der Knollen. Das ungünstige Wachstumsmilieu kann durch das Aufbringen von Mulch beeinflusst werden. Mulch verhindert Evapotranspiration und Erosion, speichert die Bodenfeuchtigkeit, hemmt die Keimung von Unkrautsamen und puffert die Bodentemperatur. - Organischer Mulch kann aus Pflanzenresten oder anderen organischen Stoffen bestehen. Zu den organischen Mulcharten gehören Strohmulch, Maisstroh, Heu oder Laub. - Darüber hinaus trägt Mulch zu einem abwechslungsreichen Fruchtfolgeplan bei, was bei Zwiebeln, die nur in einem drei- bis vierjährigen Zyklus angebaut werden sollten, von entscheidender Bedeutung ist. - Neben Mulch werden organische Düngemittel wie Kompost, Vermicompost und andere Formen organischer Stoffe häufig zur Verbesserung der Pflanzenproduktivität eingesetzt. Vermicompost ist die Zersetzung von organischem Material durch Regenwürmer. Die Anwendung von Vermicompost verbessert die Bodenqualität, die verfügbaren Pflanzennährstoffe, die organische Substanz, das Pflanzenwachstum und den Ernteertrag.
	Düngung	<p>Ökologische Landwirte recyceln alle organischen Abfälle und Dünger, die in einem Betrieb anfallen. Bevor organischer Dünger verwendet wird, sollte man ihn auf verschiedene Weise überprüfen. Vermeiden Sie die Verwendung von frischem Tiermist, der verschiedene Krankheitserreger enthält, die für Zwiebeln schädlich sind. Töten Sie die im Kompost vorhandenen Krankheitserreger ab und bringen Sie den Dung zum besten Zeitpunkt aus, um übermäßiges Auswaschen und Abfließen zu vermeiden.</p> <p>Empfohlen werden 6 t/ha Geflügelstreu, die vor der Pflanzung ausgebracht und vor der endgültigen Beetvorbereitung eingearbeitet werden sollte.</p> <p>Organische Handelsdünger müssen ebenfalls vor der Pflanzung ausgebracht werden (z. B. organischer Dünger Big plant; Bio Plantella Nutrivit Univerzal, Plantella Organic ...). Wichtig zu wissen ist, dass der organische Dünger mindestens 50 % höher dosiert werden sollte, als es die N-P-K-Prozentsätze vorgeben.</p>
	Erhöhung der Artenvielfalt	<p>Es gibt viele landwirtschaftliche Praktiken, die Zwiebelbauern zur Förderung der biologischen Vielfalt einsetzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die konservierende Bodenbearbeitung minimiert die Störung des Bodens durch den Einsatz von Werkzeugen, die den Boden nur leicht oder in einigen Fällen kaum umwälzen. Bei dieser Praxis können einige Ernterückstände auf der Bodenoberfläche verbleiben, um die Möglichkeit der Bodenerosion zu verringern; - Deckfrüchte (Untersaaten von Gründüngungen) werden von den Landwirten zwischen der Ernte einer Hauptkultur und der Aussaat einer anderen angebaut. Diese Kulturen, wie Roggen, Radieschen, Grünkohl, Raps, Wicken und Stoppelrüben, können zur Bodenerhaltung beitragen, indem sie den Boden vor Erosion schützen und dem Boden Nährstoffe und Nährstoffe für künftige Kulturen zurückgeben. Neben ihrem direkten Nutzen für den Anbau saisonaler Ernten bieten Deckfrüchte auch Lebensraum für Vögel und Insekten, eine weitere wichtige Komponente der Artenvielfalt;

	<ul style="list-style-type: none"> - Pufferstreifen; breite Landstreifen, die zwischen landwirtschaftlichen Feldern belassen oder angelegt werden und dazu beitragen, die Bodenerosion zu verringern und den Wasserabfluss zu verhindern. Diese Streifen, die oft aus Gräsern, Blumen und anderen einheimischen Pflanzen bestehen, fördern ebenfalls die biologische Vielfalt, da sie Lebensraum für Vögel und andere Tiere bieten; - Einarbeitung von organischen Stoffen: Die Zunahme organischer Substanz bietet den Bodenmikroben Unterschlupf und verstärkt die biologische Aktivität des Bodens, was dazu beiträgt, das Risiko von Pflanzenkrankheiten zu verringern. Durch den Abbau organischer Substanz durch Bodenmikroben werden dem Boden Nährstoffe zurückgegeben, die bei der Pflanzenproduktion entzogen wurden. Tierische Dünger, Deckfrüchte, Ernterückstände und organische Ergänzungen können in den Boden eingearbeitet werden, um den Gehalt an organischer Substanz mit der Zeit zu erhöhen.
Bewässerung	<ul style="list-style-type: none"> - Zwiebeln sind extrem empfindlich gegenüber Wasserstress. Unabhängig von der Art des Bewässerungssystems können sowohl der Ertrag als auch die Qualität leiden, wenn die Bewässerung verzögert wird und die verfügbare Bodenfeuchtigkeit zu stark absinkt. - Die Pflanzen benötigen während des gesamten Wachstumszyklus 350 bis 550 mm Wasser. Es wird empfohlen, häufige, leichte Bewässerungen vorzunehmen, wenn etwa 25 % des verfügbaren Wassers in den oberen 30 cm des Bodens aufgebraucht sind. Bewässerungsintervalle von 2 bis 4 Tagen sind eine gängige Praxis. Übermäßige Bewässerung führt manchmal zum Auftreten von Krankheiten wie Mehltau und Weißfäule. Das Wurzelsystem ist in der Regel auf die oberen 3 cm beschränkt, und die Wurzeln dringen selten tiefer (15 cm). - Die erste Bewässerung ist unmittelbar nach dem Umpflanzen erforderlich. - Die Bewässerung sollte 15 bis 20 Tage vor dem Roden der Zwiebel oder vor Beginn der Reife eingestellt werden. - Die Bewässerung sollte bei kühlem Wetter in Abständen von 10 bis 15 Tagen und bei heißem Wetter in Abständen von einer Woche erfolgen. - Die Zwiebelbildung und die Vergrößerung der Zwiebeln (70 bis 100 Tage nach dem Einpflanzen) sind die kritischen Phasen für den Wasserbedarf. - Im Allgemeinen wird 10- bis 12-mal bewässert. - Die Bewässerung sollte eingestellt werden, wenn die Knollen reif sind und abfallen.
Unkrautregulierung	<p>Da mehrjährige Unkräuter in <i>Allium</i>-Kulturen sehr schwer zu bekämpfen sind, müssen sie in der Vorfrucht bekämpft werden. Die wichtigsten Methoden der Unkrautbekämpfung sind mechanisch und thermisch. Die mechanische Bekämpfung umfasst das Eggen und Hacken, während die thermische Bekämpfung die Flammenjätung umfasst, um kleine Unkrautkeimlinge zu bekämpfen. Der Erfolg dieser Methoden hängt vom Zeitpunkt, von den Wetter- und Bodenbedingungen sowie von der Zusammensetzung und Dichte der Unkrautpopulation ab. Die Fruchtfolge ist wichtig für die Krankheitsbekämpfung, aber Unkrautbefall kann zu einem Problem werden, wenn Zwiebeln auf Kulturen wie Kartoffeln, Getreide und Raps folgen.</p>

4. Methoden und Werkzeuge der Schädlingsbekämpfung

Zwiebelfliege		Phänologische Wachstumsstadien und BBCH-Bestimmungsschlüssel von Zwiebelbewäcshen (nach Feller et al. 1995)												
		00	09	11	13	14	19	41	43	45	47	48	49	50-99
<i>Delia antiqua</i>	Schädigendes Stadium des Insekts	Die Zwiebelfliege ist ein wichtiger Schädling der Zwiebel. Zwiebelmaden sind die Larven einer kleinen Fliege, die der Stubenfliege ähnelt, aber kleiner ist. In nördlichen Temperaturregionen durchläuft die Zwiebelfliege jährlich drei Generationen während der Vegetationsperiode und überwintert als Puppe im Boden, aus der sie im Frühjahr, in der Regel Anfang bis Mitte Mai, schlüpft. Von den drei Generationen ist die erste in der Regel die schädlichste, da der Fraß an Zwiebelkeimlingen zu einer hohen Pflanzensterblichkeit führt. Die Schäden, die die Larven der ersten Generation an Zwiebelsetzlingen anrichten, treten in der Regel gehäuft auf dem Feld auf, was auf die gehäufte Eiablage und die Bewegung der Larven zu benachbarten, unbeschädigten Pflanzen zurückzuführen ist.												
	Symptome	Gesamte Pflanze	<p>Die Larven dringen durch die Basis der Blattriebe oder Wurzeln in die Wirtspflanze ein und ernähren sich von dem sich zersetzenden Gewebe. Frühe Symptome des Befalls mit <i>D. antiqua</i> zeigen sich in Form von Vergilbung und Verwelken der mittleren Blätter des Wirts. Grüne und scheinbar gesunde Blätter werden schlaff, und die ganze Pflanze kann in sich zusammenfallen. Spätere Larvengenerationen graben sich in die Zwiebeln ein. Die Zwiebeln werden deformiert und sind nach der Ernte anfällig für Lagerfäule.</p> <p>Die Larve des ersten Stadiums ist sehr schädlich, da sie hauptsächlich neue Wirtspflanzen befällt und eine Bedrohung für das Agrarökosystem darstellt. Aufgrund des intensiven Befalls durch die Larve des 1. Larvenstadiums stirbt die befallene Pflanze ab, bevor die Larve ihr Entwicklungsstadium abgeschlossen hat, und greift dann die nächste Pflanze an. Die Larven des 2. und 3. Larvenstadiums töten die Pflanzen nicht, aber die geschädigten Zwiebeln sind nicht vermarktbar.</p>											
	Bedingungen für das Auftreten des Schädlings	<p>Optimale Bedingungen für die Eiablage sind Temperaturen von 17-22 °C und eine Luftfeuchtigkeit von 75-80 %. Die Aktivität der erwachsenen Tiere nimmt mit steigenden Temperaturen ab, und die Eiablage wird bei Temperaturen von über 30 °C eingestellt. Niedrige Temperaturen regen einige Puppen der Frühjahrgeneration dazu an, in die Winterdiapause zu gehen. Zwiebelfelder, die von einem größeren Anteil an Wald oder bewaldeten Lebensräumen umgeben sind, können ein höheres Risiko für einen Befall mit <i>D. antiqua</i> aufweisen. Niedrigere Temperaturen und höhere Bodenfeuchtigkeit gehen mit einer Zunahme der Zwiebelfliegenschäden einher.</p> <p>Die Larven der Zwiebelfliege entwickeln sich besser in "leichteren" Böden, d. h. in Böden mit mehr organischer Substanz, als in lehmhaltigen Böden. Zwiebelfliegen zeigen einen Randeffect an den Rändern von Zwiebelfeldern, die an bewaldete Flächen grenzen, im Gegensatz zu denen, die an andere Gemüsekulturen grenzen.</p>												
	Verwendete Prognosemodelle	Der Flug der Imagines der Frühjahrgeneration findet im April - Mai während der Kirsch- und Löwenzahnblüte statt. Die Fliegen der zweiten Generation erscheinen Ende Juni und Anfang Juli. Die Weibchen benötigen für die Eiablage zusätzliche Nahrung aus dem Nektar der Blüten. Optimale Bedingungen für die Eiablage sind Temperaturen von 17-22 °C und eine Luftfeuchtigkeit von 75-80 %. Niedrigere												

		<p>Temperaturen veranlassen einige Puppen der Frühjahrgeneration dazu, in die Winterdiapause zu gehen. Die kumulativen Wachstumsgradtage (GDD) können zur Überwachung der Aktivität der Zwiebelfliege verwendet werden:</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Spitzenflug</th> <th>GDD (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Generation</td> <td>390</td> </tr> <tr> <td>2. Generation</td> <td>940</td> </tr> <tr> <td>3. Generation</td> <td>1635</td> </tr> </tbody> </table> <p>Erwachsene Fliegen können mit blauen und gelben Klebefallen überwacht werden.</p>	Spitzenflug	GDD (°C)	1. Generation	390	2. Generation	940	3. Generation	1635
Spitzenflug	GDD (°C)									
1. Generation	390									
2. Generation	940									
3. Generation	1635									
	<p>Bekämpfungsstrategien</p>	<p>Vorbeugung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Fruchtfolge kann die Schäden durch <i>D. antiqua</i> erheblich reduzieren. Befinden sich die in der Fruchtfolge befindlichen Felder jedoch in der Nähe (< 500 m) von Überwinterungsgebieten, kann der Madenbefall durch die Fruchtfolge im Vergleich zu den nicht in der Fruchtfolge befindlichen Feldern nicht auf ein wirtschaftlich schädliches Maß reduziert werden. - Ein wichtiger Aspekt der Bekämpfung von <i>D. antiqua</i> ist die Sanierung der Kulturen, einschließlich der Entfernung und der ordnungsgemäßen Entsorgung von Ausfallzwiebeln und Schadzwiebeln sowie der Vermeidung von Schäden an Zwiebeln auf dem Feld. - Eine verzögerte Aussaat führt zu einer Asynchronität zwischen der Ernte und der ersten Generation des Schädling, so dass die Nutzpflanzen dem Schädling rechtzeitig entwachsen können, da die Zwiebelfliegen bevorzugt auf größeren Zwiebeln ihre Eier ablegen. - Da es keine Zwiebelzuchtlinien mit Merkmalen gibt, die eine Resistenz gegen die Zwiebelfliege verleihen, sind keine resistenten Kultursorten im Handel erhältlich. - Da <i>D. antiqua</i> ihre Eier auf oder an der Basis von Zwiebelpflanzen ablegt, wurde der Einsatz von physischen Barrieren zum Ausschluss der Fliegen in Erwägung gezogen; Reihenabdeckungen reduzieren den Befall sowohl von <i>D. antiqua</i> als auch von <i>D. radicum</i> wirksam. Vliese, die auf der Bodenoberfläche aufgebracht werden und eine netzartige Barriere bilden, sind wirksam bei der Reduzierung der Eiablage von <i>D. antiqua</i>; die Installation einer physischen Barriere ist jedoch für den großflächigen Zwiebelanbau nicht praktikabel und sollte nur bei der Bewirtschaftung in kleinem Maßstab in Betracht gezogen werden. <p>Biologische Bekämpfung: Zu den Räubern von <i>Delia</i> spp. gehören viele (60-100) Arten von Staphyliniden und Laufkäfern, Generalisten, die sich von Eiern und frühen Larvenstadien ernähren. Einige Staphyliniden, darunter <i>Aleochara bilineata</i> und <i>A. bipustulata</i>, fressen nicht nur an den Eiern, sondern parasitieren auch die Puppen von <i>Delia</i>. Die Braconidenfliege <i>Aphaereta pallipes</i>, die ein breites Wirtsspektrum hat, parasitiert ebenfalls erfolgreich <i>D. antiqua</i>. Neben Räubern und Parasitoiden gibt es weitere biologische Bekämpfungsmittel für <i>Delia</i>, darunter entomopathogene Pilze (EPFs) und Nematoden (EPNs).</p> <p>Wirkstoffe mit nachgewiesener Wirksamkeit: Azadirachtin, <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>aizawa</i></p>								

Zwiebelthrips		Phänologische Wachstumsstadien und BBCH-Bestimmungsschlüssel von Zwiebelbewäachsen (nach Feller et al. 1995)											
		00	09	11	13	14	19	41	43	45	47	48	49
<i>Thrips tabaci</i>	Schädigendes Stadium des Insekts	Sowohl die adulten Thripse als auch deren Larven ernähren sich von der Mesophyllschicht der Pflanze, wobei sie eine stechende und saugende Bewegung ausführen. Sie stechen Zwiebelblätter, Zwiebelknollen und Blüten an. Eine vollständige Generation benötigt 3-4 Wochen in den Sommermonaten. Pro Jahr können fünf bis acht Generationen auftreten.											
	Symptome					Thripse ernähren sich bevorzugt von den neu austreibenden Blättern in der Mitte der Zwiebelhäuse. Durch den Entzug des Chlorophylls erscheint die Fraßstelle weiß bis silbrig gefärbt. Der Thripsfraß kann das Pflanzenwachstum hemmen und dazu führen, dass geschädigte Blätter papierartig werden und sich verformen, winzige blasse Flecken entwickeln (Tüpfelung) und vorzeitig abfallen. Befallene Enden können sich verfärben und einrollen. Der Wasserverlust über die geschädigte Blattoberfläche kann zu Stress und vermindertem Pflanzenwachstum führen. Eine schnelle Pflanzenreife aufgrund von Thripsschäden kann die Wachstumsperiode der Zwiebel verkürzen. Nach der Ernte und während der Lagerung können sich Thripse weiterhin von Zwiebeln ernähren und Narben verursachen, die die Qualität und das Erscheinungsbild der Zwiebeln beeinträchtigen.							
	Gesamte Pflanze												
	Bedingungen für das Auftreten des Schädlings	Heißes und trockenes Wetter kann zu einem Anstieg der Zwiebelthripspopulationen und der Schwere der Thripsschäden an Zwiebeln führen. Es hat sich gezeigt, dass starke Regenfälle Zwiebelthripse von den Pflanzen abwaschen. Außerdem kann Wasserstress die Nährstoffqualität der Zwiebelpflanzen beeinträchtigen und die Attraktivität der Pflanzen für Thripse erhöhen.											
	Verwendete Prognosemodelle	Visuelle Inspektion: Probenahmen von Thripsen sind wichtig, um die Bekämpfungsstrategien zu optimieren und den Landwirt über den jahreszeitlichen Verlauf des Thripsbefalls zu informieren. Mit der Probenahme sollte begonnen werden, wenn die Pflanzen mindestens 4-5 Blätter haben oder bis Mitte Juni. Eine wirksame Probenahmemethode für Entscheidungen über die Schädlingsbekämpfung ist die In-situ-Zählung: Öffnen Sie den Hals der Zwiebelpflanzen und zählen Sie schnell die erwachsenen Thripse und Larven, bevor sie sich verteilen oder verstecken. Die meisten Thripse befinden sich an der Basis der jüngsten Blätter in der unteren Mitte des Halses. Rueda und Shelton (1995) empfehlen einen Schwellenwert von 5 Thripsen pro Pflanze.											
Bekämpfungsstrategien	Prävention: - Standort der Felder: Vermeiden Sie den Anbau von Zwiebeln in der Nähe von Getreide- und Luzernefeldern. Kleingetreide und Luzerne sind übliche Fruchtfolgekulturen für Zwiebeln, so dass es schwierig sein kann, diese Empfehlung umzusetzen. Pflanzen Sie												

neuere Felder in Bezug auf die vorherrschenden Winde gegen den Wind von älteren Feldern an. Dies gilt auch für Felder, die mit Setzlingen bepflanzt sind.

- Sämlingspflanzen: Untersuchen Sie Zwiebelpflanzen auf Thripsbefall und entsorgen Sie befallene Pflänzchen.
- Stickstoff-Management: Düngen Sie die Zwiebeln mit angemessenen, aber nicht übermäßigen Mengen an Stickstoff. Verteilen Sie den Stickstoff in mehreren Gaben über die gesamte Wachstumsperiode der Zwiebeln.
- Mulchen: Stroh oder eine andere Mulchschicht auf dem Pflanzbeet reduziert nachweislich die Thrips-Populationen und verbessert das Wachstum der Zwiebeln.
- Hygiene vor der Pflanzung und nach der Ernte: Entfernen oder vernichten Sie Zwiebeldurchwuchs und Rückstände.
- Reihenabdeckungen, Wärmehüllen und andere Arten von feinmaschigen Käfigen können Thripse von Zwiebeln fernhalten. Bringen Sie Reihenabdeckungen vor dem Auflaufen der Pflanzen oder auf Schadorganismus-freien Pflanzen während der Anpflanzung an. Die Pflanzen werden normalerweise nur abgedeckt oder in Käfigen eingeschlossen, solange sie noch jung sind und am anfälligsten für Schäden sind. Sobald die Pflanzen größer werden oder die Temperaturen wärmer werden, sollten die Abdeckungen entfernt werden, um genügend Platz zum Wachsen zu schaffen und eine Überhitzung zu vermeiden. Bei der Verwendung von Reihenabdeckungen ist in der Regel eine Tropf- oder Furchenbewässerung erforderlich.

Biotechnische Bekämpfung:

- Fallenpflanzen und Zwischenfruchtanbau: Zu weiteren Kulturen, die für Zwiebelthripse sehr attraktiv sind, gehören Karotten, Kreuzblütler, Kürbisgewächse und einige Blumen. Bei der Verwendung von Fallenkulturen werden kleine Streifen oder Beete mit der alternativen Kultur innerhalb eines Zwiebelfeldes angelegt, um Thripse anzulocken. Wenn die Thripspopulationen zunehmen, werden die Fallenpflanzen entfernt. Es hat sich gezeigt, dass der Mischanbau von Möhren und Zwiebeln die Thrips-Populationen auf Zwiebeln reduziert, indem er sie zu den Möhren lockt. Thripsschäden an Möhren sind wirtschaftlich nicht so schädlich wie Schäden an Zwiebeln. In diesem Fall können beide Feldfrüchte geerntet werden.
- Sprinklerbewässerung: Es hat sich gezeigt, dass eine Beregnung von oben die Thrips-Populationen auf Zwiebelpflanzen reduziert. Die physikalische Wirkung des Wassers, das die Thripse von den Pflanzen abwäscht, und die auf der Blattoberfläche stehenden Wassertropfen wirken hemmend auf die Thripse.
- Aufhängen von leuchtend gelben Klebefallen.

Biologische Bekämpfung:

Raubtiere für Zwiebelthripse können zahlreich sein, sind aber in der Regel erst im Spätsommer in großer Zahl vorhanden, nachdem die meisten Thripsfraßschäden aufgetreten sind. In Zwiebelfeldern, in denen keine toxischen Insektizide eingesetzt werden und in denen die Anbaumethoden verbessert wurden (z. B. Mulchen, hoher Anteil an organischem Material, Fallenpflanzen, Zwischenfruchtanbau), kann eine ausreichende Dichte an Räubern vorhanden sein, um Thripse während des Sommers wirksam zu bekämpfen. Zu den wichtigsten Räubern, die sich von Thripsen in Zwiebeln ernähren, gehören die Larven des Schwarzen Raubthrips (*Aeolothrips* sp.) und der Florfliege (*Chrysoperla* spp.) sowie räuberische Wanzen der Gattungen *Geocoris* und *Orius*.

Wirkstoffe mit nachgewiesener Wirkung: Spinosad, natürliches Pyrethrum. Azadirachtin in Österreich nicht zugelassen. Zulassungen für andere Länder prüfen.

Lauchminierfliege		Phänologische Wachstumsstadien und BBCH-Bestimmungsschlüssel von Zwiebelbewäcshen (nach Feller et al. 1995)											
		00	09	11	13	14	19	41	43	45	47	48	49
<i>Phytomyza gymnostoma</i>	Schädigendes Stadium des Insekts	Die Lauchminierfliege ist eine echte Fliege aus der Familie der Agromyzidae. Das Schadstadium ist eine Larve, die sich in die Zwiebeln, Stängel und das Laub bohrt. In nördlichen Temperaturregionen durchläuft sie drei Generationen pro Jahr in der Vegetationsperiode und überwintert als Puppe im Boden, aus der sie im Frühjahr, normalerweise im April bis Mitte Mai, schlüpft.											
	Symptome					Die erwachsenen Weibchen stechen mit ihrem Ovipositor wiederholt in das Blattgewebe ein. Diese Einstiche können das erste Anzeichen eines Schadens sein. Die Larven bohren sich in die Blätter und bewegen sich in Richtung Zwiebeln und Blattscheiden. Die Schäden, die sie verursachen, zeigen sich in Form von Tunneln, die wie unregelmäßige Linien auf den Blättern aussehen, während sie sich auf Nahrungssuche begeben. Zusätzlich zu den direkten Schäden, die sie verursachen, können diese Fraßgänge von Pilzen oder Bakterien besiedelt werden, die beispielsweise die Weichfäule verursachen. Diese Sekundärinfektionen können zum Verfaulen und Absterben der Pflanzen führen.							
	Gesamte Pflanze												
	Bedingungen für das Auftreten des Schädlings	Der Frühjahrsflug wird am besten durch das Beobachten wild wachsender Alliumpflanzen und nicht durch das Beobachten in Käfigen festgestellt, wobei 350 Gradtage über einem unteren Schwellenwert von 1,0 °C zugrunde gelegt werden. Der Flug der erwachsenen Tiere im Frühjahr erfolgte über fünf Wochen. Die Larvenentwicklung dauert 22 bzw. 20 Tage bei 17,5 bzw. 25 °C.											
Verwendete Prognosemodelle	<p>Visuelle Inspektionen: Die erwachsenen Tiere lassen sich am einfachsten bei den kühlen Temperaturen des frühen Morgens und beim Betrachten der Blattoberseiten finden. Die Fraßnarben auf den Blättern sind oft leichter zu finden als die erwachsenen Tiere. Man sollte auch nach Blättern Ausschau halten, die gekräuselt, gewellt und verformt sind - obwohl dies in der Regel erst später in der Saison auftritt, nachdem die Larven die Möglichkeit hatten, großen Schaden anzurichten. Die anderen Minierfliegen, die Allium befallen, verursachen dieses Symptom nicht. Später in der Vegetationsperiode können wir die Pflanzen, die Symptome zeigen, aus dem Boden ziehen und die Blätter zurückschlagen, um nach Puppen zu suchen.</p> <p>Verwendung von Ködern: Gelbe Klebefallen werden häufig zum Nachweis von Miniermotten eingesetzt. Die Fallen sollten im Spätwinter oder im zeitigen Frühjahr aufgestellt und regelmäßig kontrolliert werden, um festzustellen, welche Schädlinge die Zwiebelkulturen besuchen. Sie können während der gesamten Vegetationsperiode aufgestellt bleiben oder im Spätsommer ausgetauscht werden, um das Auftreten der zweiten Generation zu überwachen.</p> <p>Prognose auf der Grundlage der meteorologischen Bedingungen: Die Bestimmung der Intensität des Befalls durch die Zwiebelminiermotte bezieht sich auf Herlinda et al. (2005). Die Bestimmung der Intensität des Miniermottenbefalls erfolgt anhand der folgenden Formel: $I = \frac{\sum(n_{xv})}{\dots} \times 100\%$</p>												

NxZ

Beschreibung: I = Intensität des Befalls (%); n= Anzahl der Pflanzen, die dieselbe Skalenwertkategorie der ausgebohrten Blätter aufweisen; v= Skalenwert jeder Befallskategorie; Z= Der höchste Skalenwert des Befalls; N= Anzahl der beobachteten Pflanzen oder Pflanzenteile

Skalenwerte zur Schätzung der Intensität der durch Miniermottenbefall verursachten Pflanzenschäden:

Skalenwerte	Anzahl der Larven/Blattkrümmung	Schadigungsgrad der Pflanzen (%)	Zustand der Pflanzen
0	Keine Befallssymptome	0	gesund
1	1-6	0-20	leicht geschädigt
2	7-12	20-40	mittel geschädigt
3	13-18	40-60	schwer geschädigt
4	19-24	60-80	Sehr schwer geschädigt
5	>24	80-100	Pflanze fast abgestorben

Bekämpfungsstrategien

Vorbeugung:

- Wählen Sie einen Standort, an dem seit mindestens einem Jahr kein Vertreter der Allium-Familie angebaut wurde; eine längere Fruchtfolge ist noch besser.
- Das Abdecken der Pflanzen im Februar vor dem Auftauchen der adulten Tiere und das Abdecken der Pflanzen während des Auftretens der adulten Tiere im Frühjahr können dazu dienen, den Schädling auszusperren.
- Vermeidung der Zeit der Eiablage der adulten Tiere durch verzögerte Pflanzung.
- Abdecken von Herbstpflanzungen während des Flugs der 2. Generation kann wirksam sein.
- Der Anbau einer Mischung aus Radieschen, Senf und Raps als Deckfrucht vor dem Anbau von gelben Zwiebeln führte zu einer deutlichen Verringerung der Zahl der erwachsenen Tiere.
- Felder, die zuvor mit anfälligen Kulturen bepflanzt waren, vor dem Anbau von Zwiebeln gründlich bearbeiten.
- Am Ende der Vegetationsperiode ist das gesamte befallene Material zu entfernen. Befallenes Material nicht kompostieren, sondern verpacken und entsorgen;
- Solarisation des Bodens. Die Solarisation tötet nicht nur die Puppen der Miniermotte ab, sondern verringert auch die Zahl der Krankheitserreger im Boden und erhöht die Zahl der nützlichen Mikroben, die später das Pflanzenwachstum fördern.

Biologische Bekämpfung:

Die Schlupfwespe *Diglyphus isaea* legt ihre Eier auf die Larven aller Minierfliegen aus der Familie der Agromyziden und tötet sie. Technisch gesehen werden diese Wespenarten als Parasitoide bezeichnet. Diese Art der Behandlung funktioniert am besten, wenn die Wespen früh in der Saison freigesetzt werden, bevor sich die Populationen der erwachsenen Zwiebelminiermotten bilden. Diese Parasitoide können die Miniermottenpopulationen drastisch reduzieren, eine vollständige Bekämpfung ist jedoch nicht möglich.

Wirkstoffe mit nachgewiesener Wirkung: Azadirachtin (Notfallzulassung in Österreich für Zwiebeln) – Zulassung für andere Länder bitte prüfen.



Abbildung 4.1. Larven der Zweibelfliege
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 4.2. Adultus und Larve von *Thrips tabaci* (© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 4.3. Larve der Lauchminierfliege
(© <https://www.shutterstock.com>)

5. Methoden und Werkzeuge der Krankheitsbekämpfung

Falscher Zwiebelmehltau			Phänologische Wachstumsstadien und BBCH-Bestimmungsschlüssel von Zwiebelgewächsen (nach Feller et al. 1995)											
			00	09	11	13	14	19	41	43	45	47	49	50-99
<i>Peronospora destructor</i>	Symptome	Zwiebel							Der Erreger überdauert als Myzel, das systemisch Zwiebeln infiziert, aber es ist nicht bekannt, dass er in Zwiebelsamen übertragen wird. Das Zwiebelgewebe wird typischerweise weich und wässrig, ohne die feste Qualität, die typische gesunde Zwiebeln haben. Der äußere Teil der Zwiebel erscheint außerdem faltig und kann einen bernsteinfarbenen Farbton annehmen.					
		Blatt					Nekrotische Flecken beginnen als vergilbende Flecken, die sich schließlich braun oder schwarz verfärben, wenn das Blattgewebe abstirbt. Ältere und äußere Blätter zeigen oft früher Symptome als jüngere Blätter. Die Blattspitzen verkümmern, wenn der Erreger nach innen in den Stängel der Pflanze wandert. Die Symptome beginnen als längliche, blassgelbe Läsionen, die sich zu kleinen, grauen Flecken mit Pilzkolonien entwickeln. Wenn die Krankheit weiter fortschreitet, kann es zu einer Sekundärinfektion durch andere Erreger kommen, die zu violett oder braun gefärbten Sporen in den Läsionen auf den Blättern führen, was die Mehltaukrankheit kennzeichnet. Systemisch infizierte Pflanzen sind zwergwüchsig und blassgrün.							
		Stamm					Auch die Stängel der Zwiebelpflanzen können von <i>P. destructor</i> befallen werden, wobei die Symptome als gelbe oder braune nekrotische Stellen entlang des Stängels selbst auftreten. Obwohl <i>P. destructor</i> in der Regel nicht die gesamte Zwiebelpflanze abtötet, reduziert der Erreger das Wachstum der Zwiebel.							
	Bedingungen für das Auftreten der Krankheit	Der Erreger überwintert in Blattresten als Myzel und im Boden als Oosporen für mehrere Jahre. Unter feuchten Bedingungen sporuliert der Erreger auf den befallenen Geweben und breitet sich auf andere Pflanzen aus. Die optimale Temperatur für die Sporenauskeimung von <i>P. destructor</i> liegt bei 10 °C, und die Sporenbildung nimmt mit steigender Temperatur ab. Oosporen können bei bis zu 27 °C gebildet werden, die meisten Sporen wachsen jedoch bei kühleren Temperaturen. Die Krankheit des												

		<p>Falschen Mehltaus als Ganzes entsteht am ehesten auf Pflanzen, die sich in einer kühlen und feuchten Umgebung befinden, jedoch nutzt der Erreger die Umweltfaktoren je nach Bedingung auf unterschiedliche Weise.</p>
	<p>Verwendete Prognosemodelle</p>	<p>Der Falsche Mehltau hat komplexe Umwelanforderungen, da er sowohl kühle Temperaturen als auch eine hohe Luftfeuchtigkeit benötigt. Die Sporenproduktion erfolgt bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95 % oder mehr im Bestand. Die Sporenproduktion nimmt bei Temperaturen über 24 °C ab und kann vollständig unterdrückt werden, wenn die Temperaturen länger als vier Stunden über 28 °C oder länger als zwei Stunden über 30 °C liegen. Nächtliche Niederschläge können die Sporenproduktion ebenfalls unterdrücken.</p> <p>Die Sporen werden durch die Luft übertragen. Nachdem sie auf gesunden Pflanzen gelandet sind, benötigen sie Blattnässe, um eine Infektion auszulösen. Die Dauer der erforderlichen Blattbefeuchtung ist direkt proportional zur Lufttemperatur. Die oben erwähnten Untersuchungen gehen davon aus, dass bei Lufttemperaturen von 2 bis 16 °C nur 2 bis 3 Stunden Blattnässe für die Infektion erforderlich sind, während bei 16 bis 20 °C 5 Stunden Blattnässe für die Infektion erforderlich sind.</p> <p>Die Zeit zwischen Infektion und Sporenbildung kann zwischen 8 und 16 Tagen betragen, aber die in einer einzigen Nacht produzierten Sporen können am nächsten Morgen und bis zu 3 Tage danach neue Pflanzen infizieren. Daher kann sich der Falsche Mehltau unter günstigen Bedingungen sehr schnell zu einer schädlichen Epidemie entwickeln.</p>
	<p>Bekämpfungsstrategien</p>	<p>Vorbeugung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fruchtwechsel von <i>Allium</i>-Arten mit anderen Pflanzen, die keine Wirte von <i>P. destructor</i> sind. Abstand zwischen den Pflanzen beim Einpflanzen und ausreichende Drainage des Bodens, um eine Überwässerung zu vermeiden. - Entfernung von Pflanzenresten während der Wachstumsperiode und nach der Ernte. - Vermeiden Sie es, das Feld zu betreten, wenn es nass ist, und verletzen Sie die Pflanzen nicht, während sie wachsen. - Ein weiterer Bekämpfungsmechanismus ist die selektive Züchtung von Pflanzen, die gegen den Erreger resistent sind. Zu den Merkmalen resistenter Pflanzen gehören kleine Zellen mit dicken Zellwänden, flache Blätter mit ausgeprägten Schichten und ein hoher Gehalt an Kutikula-Wachs. - Vermeidung von Beregnung, Verwendung von Zwiebeln und Saatgut, das frei von Krankheiten ist, Ausrichtung der Reihen nach normalen Windmustern und Pflanzung von <i>Allium</i>-Arten zu Zeiten, in denen <i>P. destructor</i> die Pflanzen am wenigsten befallen kann. <p>Biologische Bekämpfung: Biologische Bekämpfungsstrategien wurden für den Falschen Mehltau noch nicht entwickelt.</p> <p>Wirkstoffe mit nachgewiesener Wirksamkeit: Kupferfungizide</p>

Purpurflecken- krankheit			Phänologische Wachstumsstadien und BBCH-Bestimmungsschlüssel von Zwiebelgewächsen (nach Feller et al. 1995)										
			00	09	11	13	14	19	41	43	45	47	49
<i>Alternaria porri</i>	Symptome	Blatt			<p>Die Pilzsporen keimen auf Zwiebelblättern und bilden einen kleinen, wassergetränkten Fleck, der sich braun verfärbt. Die elliptische Läsion vergrößert sich, wird zoniert (Zielfleck) und violett. Der Rand kann rötlich bis violett sein und von einer gelben Zone umgeben sein. Bei feuchtem Wetter kann die Oberfläche der Läsion mit braunen bis schwarzen Massen von Pilzsporen bedeckt sein.</p> <p>Die Läsionen können ineinander übergehen oder so zahlreich werden, dass sie das Blatt abtöten. Die Blätter werden gelb und braun und welken 2 bis 4 Wochen nach der Erstinfektion. Die Ränder der Läsionen sind rötlich und von einem gelben "Hof" umgeben.</p>								

Annex 5

	Stamm													Läsionen können sich an den Samenstängeln und den Blütenteilen der Samenzwiebeln bilden und die Samenentwicklung beeinträchtigen. Befallenes Gewebe verfärbt sich braun bis schwarz und trocknet auf dem Feld oder häufiger im Lager aus. Befallene Stängel können sich gelb verfärben, absterben, umknicken und innerhalb einiger Wochen nach Auftreten der ersten Läsionen absterben.
		Zwiebel			Zwiebelkollen werden bei der Ernte oder später im Lager durch den Hals oder durch Wunden in den fleischigen Zwiebelschuppen infiziert. Die Fäulnis ist zunächst halbwässrig und tiefgelb, verfärbt sich aber allmählich weinrot und wird schließlich dunkelbraun bis schwarz.									
	Bedingungen für das Auftreten der Krankheit	Infektion, Vermehrung und Ausbreitung der Krankheit können in rascher Folge auftreten, solange die günstigen Bedingungen anhalten. Freie Nässe in Form von Regen, anhaltendem Nebel oder Tau ist für die Infektion und Sporenbildung erforderlich. Das Myzelwachstum des Pilzes erfolgt in einem Temperaturbereich von 6 bis 34 °C (optimal 25 bis 27 °C) bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90 %.												
	Bekämpfungsstrategien	Vorbeugung: - Achten Sie darauf, dass Sie Saatgut aus zertifizierten Quellen verwenden;												

- wenn möglich, Aussaat und Auspflanzung zu einem frühen Zeitpunkt in der Saison;
- Inspektion von Jungpflanzen: Kontrollieren Sie die Pflanzen in der Anzucht und entfernen Sie alle Setzlinge, die Blattflecken aufweisen, bevor Sie sie ins Freiland bringen.
- falls verfügbar, resistente Sorten wählen;
- das Feld zwischen den Vegetationsperioden 2-3 Mal pflügen, um den Pilz der Sonneneinstrahlung auszusetzen;
- Vergrößern Sie den Abstand zwischen den Pflanzen beim Auspflanzen;
- großzügig mit Stickstoff und Phosphor düngen, um starke und gesunde Pflanzen zu erhalten;
- Unkrautbekämpfung in und um die Felder;
- nach der Ernte Rückstände und Durchwuchs entfernen;
- darauf achten, die Pflanzen bei der Feldarbeit nicht zu verletzen;
- Fruchtfolgen von 2-3 Jahren verhindern, dass sich die Erregerpopulationen zu stark ausbreiten;
- Zwiebeln bei 1 - 3 °C und einer Luftfeuchtigkeit von 65-70 % in einem gut belüfteten Kühlraum lagern;
- Bekämpfung von Zwiebelthripsen, da die durch sie geschwächten Pflanzen anfälliger für Krankheiten sind.
- Verwenden Sie ein Tropfbewässerungssystem anstelle einer Überkopfbewässerung, um lange Perioden von Blattnässe zu vermeiden, die die Infektion durch Sporen begünstigt.

Biologische Bekämpfung: Bisher gibt es keine wirksame biologische Bekämpfung dieser Krankheit. Der antagonistische Pilz *Cladosporium herbarum* wurde verwendet, um den Erreger *Alternaria porri* bei Kontakt in vivo zu hemmen und die Infektion um 66 % zu reduzieren. Andere Pilze waren weit weniger wirksam, zum Beispiel *Penicillium* sp. (ca. 50 %). Eine Mischung aus mehreren Antagonisten kann eine Reduktion von bis zu 79 % bewirken. Allerdings wurden auf der Grundlage dieser Erkenntnisse bisher keine kommerziellen Produkte entwickelt. Wässrige Extrakte aus *Azadirachta indica* (Neem) und *Datura stramonium* (Stechapfel) können zur biologischen Bekämpfung der Purpurfleckenkrankheit verwendet werden.

Wirkstoffe mit nachgewiesener Wirksamkeit: Da diese Krankheiten häufig nach Schäden durch den Falschen Mehltau der Zwiebel auftreten, ist die Bekämpfung des Falschen Mehltaus eine wichtige Strategie zur Verhinderung von Problemen mit der Purpurfleckenkrankheit.

Zwiebel-Basalfäule		Phänologische Wachstumsstadien und BBCH-Bestimmungsschlüssel von Zwiebelgewächsen (nach Feller et al. 1995)											
		00	09	11	13	14	19	41	43	45	47	49	50-99
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cepae	Keimling	Absterben oder verzögerter Aufgang. Die Basalfäule tritt bei verpflanzten Zwiebeln häufiger auf als bei direkt gesäten Zwiebeln.											
	Pflanze			Diese Krankheit beginnt mit der Fäulnis der Basalplatte, die den Transport von Wasser und Nährstoffen zum Laub verhindert. Zu den durch diese Fäulnis verursachten Symptomen gehören die Vergilbung der Blätter und das Absterben der Blattspitzen in frühen oder mittleren Entwicklungsstadien der Pflanze. Die verfaulten Bereiche der Zwiebel schreiten von der Basalplatte zum Zwiebelhals hin fort. Befallene Wurzeln werden dunkelbraun bis dunkelrosa, und an der Basis der infizierten Zwiebeln ist manchmal weißer Pilzbefall zu sehen.									
	Zwiebel								Befallene Zwiebeln entwickeln eine Trockenfäule der Basalplatte und des umliegenden Bereichs, die sich manchmal aufgrund von bakteriellen Sekundärinfektionen zu einer Weichfäule entwickelt. Die Stammplatte und die trockenen äußeren Schuppen brechen unter trockenen Bedingungen auf.				
	Bedingungen für das Auftreten der Krankheit	Eine moderate Temperatur von 22 bis 28 °C begünstigt die Krankheitsentwicklung. Die Krankheit tritt auch während der Lagerung auf, wenn die Temperatur (35 bis 40 °C) und die relative Luftfeuchtigkeit (70 %) in den Monaten Juli bis August hoch sind. Die Krankheit kann sehr schädlich für anfällige Sorten auf Feldern sein, auf denen bereits Fusarium-Basalfäule aufgetreten ist.											
	Bekämpfungsstrategien	Vorbeugung: Pflanzen Sie resistente Zwiebelsorten. Vermeiden Sie Felder, auf denen bereits Probleme mit der Fusarium-Basalfäule aufgetreten sind, und lassen Sie Zwiebeln, Knoblauch, Lauch und andere Kulturen, die das Wachstum des Pilzes begünstigen, wie Mais, Tomaten und Sonnenblumen, 3 bis 4 Jahre lang aus der Fruchtfolge.											

		<p>Da der Erreger im Boden vorkommt, ist es schwierig, die Krankheit zu bekämpfen. Mischkulturen und Fruchtfolgen verringern das Auftreten der Krankheit.</p> <p>Um günstige Bedingungen für eine Infektion zu vermeiden, sollten die Zwiebeln bei einer Temperatur von nicht mehr als 4 °C und einer niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit (etwa 70 %) gelagert werden.</p> <p>Biologische Bekämpfung: Biologische Bekämpfungsmethoden wurden für die Fusarium-Basalfäule noch nicht entwickelt.</p> <p>Direkte Bekämpfungsmaßnahmen: Entkeimung der befallenen Erde mit Dampf. Die Solarisierung des Bodens durch Ausbreiten einer 250er Polyethylenfolie in der Sommersaison für 30 Tage reduziert die infektiösen Keime, was wiederum die Krankheit reduziert.</p>
--	--	---

Mehlkrankheit		Phänologische Wachstumsstadien und BBCH-Bestimmungsschlüssel von Zwiebelgewächsen (nach Feller et al. 1995)											
		00	09	11	13	14	19	41	43	45	47	49	50-99
<i>Sclerotium cepivorum</i>	Symptome	Blatt			Die Pflanzen haben ein verkümmertes Wachstum mit gelbem und welkem Laub. Die Blätter sterben schließlich ab und fallen ab, wobei zuerst die älteren und dann die jungen Blätter absterben.								
		Stamm			Das Myzelwachstum ist an der Basis des Stängels zu sehen, wenn das Laub vergilbt und die ersten Blattsymptome auftreten. Auf dem Myzel können auch schwarze, kugelförmige Sklerotien erscheinen, die Mohnsamen ähneln. Die Pflanze wird gelb und verwelkt, wenn sie voll entwickelt ist, wegen der verfaulenden Wurzeln.								
		Wurzel und Zwiebel			Die Wurzeln verfaulen. Myzelwachstum tritt auch an den Wurzeln auf, breitet sich auf die Zwiebel aus und lässt sie verrotten.								
	Bedingungen für das Auftreten der Krankheit	Der Erreger ist von der Temperatur abhängig. Die Umweltbedingungen beeinflussen die Keimung, wobei kühleres Wetter (10 °C) bevorzugt wird. Bei hoher Bodenfeuchtigkeit werden Keimung und Infektion begünstigt. Die Sklerotien und das Pilzwachstum werden über 20 °C gehemmt. Auch die Bewässerung kann ein Problem bei der Ausbreitung der Krankheit von einem infizierten Feld auf ein sauberes Feld darstellen.											
Verwendete Prognosemodelle	Probenahme und Isolierung von Sklerotien: Dieser Pilz kann schwarze, fast kugelförmige Sklerotien mit einem Durchmesser von 200-500 µm bilden. Er kann auch große Sklerotienkörper von unregelmäßiger Form mit Längen zwischen 0,5 und 1,5 cm bilden. Die Sklerotien können auf dem Mycel oder im Boden gefunden werden. Um das Vorhandensein im Boden festzustellen, wird eine												

	<p>trockene Bodenprobe mit bekanntem Volumen entnommen und gewaschen, indem der Boden auf einem 80-Maschen-Sieb unter fließendem Leitungswasser ausgespült wird.</p> <p>Visuelle Inspektionen: Die Identifizierung des Pilzes ist anhand der Kombination von Symptomen und Anzeichen möglich, die auf dem Feld beobachtet werden. Wenn sich in der kühlen Jahreszeit oder direkt danach an der Basis einer Allium-Pflanze auf dem Feld weißes, flauschiges Myzel bildet, ist das ein Hinweis darauf, dass es sich um <i>S. cepivorum</i> handelt.</p>
Bekämpfungsstrategien	<p>Vorbeugung: Wählen Sie krankheitsfreie Felder aus, verwenden Sie krankheitsfreies Pflanzmaterial und vermeiden Sie die Kontamination durch infizierte Felder. Die Verwendung sauberer Maschinen, Stiefel und Geräte trägt dazu bei, die Ausbreitung der Krankheit von einem infizierten Feld zu verhindern. Da die Infektion bei kühlerem Wetter (10 - 21 °C) auftritt, ist es auch wichtig, die Pflanzen zum richtigen Zeitpunkt zu pflanzen, um die Krankheit nicht auszulösen.</p> <p>Direkte Bekämpfungsmaßnahmen: Eine weitere Methode zur Verringerung der Inokulumdichte ist die Solarisation des Bodens. Die übliche Methode der Solarisation besteht darin, durchsichtige Plastikfolien über den Boden zu legen, um die Bodentemperatur in der oberen Bodenschicht so weit anzuheben, dass die Sklerotien abgetötet werden.</p>



Abbildung 5.1. Falscher Zwiebelmehltau
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 5.2. Basalfäule
(© <https://www.shutterstock.com>)

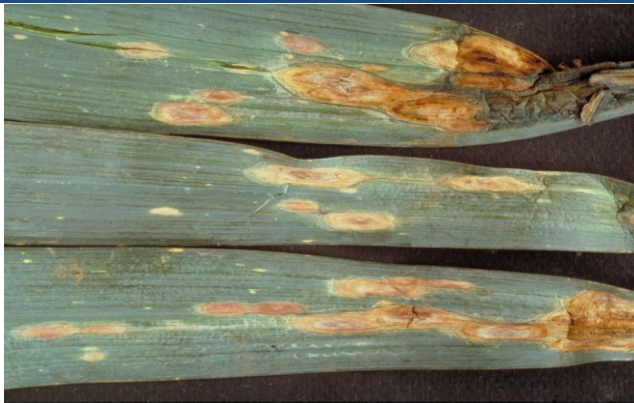


Abbildung 5.3. Purpurfleckenkrankheit
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 5.4. Mehlkrankheit
(© <https://www.shutterstock.com>)

6. Methoden und Werkzeuge der Unkrautbekämpfung

	Scientific name	Common name
Annual weeds	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Zurückgebogener Amaranth, zurückgekrümmter Fuchsschwanz, Rauhaariger Amaranth
	<i>Avena fatua</i>	Flug-Hafer, Wind-Hafer
	<i>Bassia scoparia</i>	Besen-Radmelde, Besenkraut, Sommerzypresse
	<i>Capsella bursa – pastoris</i>	Gewöhnliches Hirtentäschel, Hirtentäschelkraut
	<i>Chenopodium album</i>	Weißer Gänsefuß, Weiß-Gänsefuß, Melde, Ackermelde
	<i>Cuscuta</i> sp.	Nessel-Seide, Europäische Seide, Hopfen-Seide
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Hühnerhirse, Gewöhnliche Hühnerhirse
	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulak, Gemüse-Portulak, Sommerportulak
	<i>Senecio vulgaris</i>	Gewöhnliches Greiskraut, Gemeines Greiskraut, Gemeines Kreuzkraut, Kreuzkraut
	<i>Stellaria media</i>	Gewöhnliche Vogelmiere, Vogel-Sternmiere, Hühnerdarm, Hühnerscherme, Mäusegedärme, Hustdarm
	<i>Tribulus terrestris</i>	Erd-Burzeldorn, Gemeiner oder Gewöhnlicher Burzeldorn, Erdsternchen, Erdstachelnuss
	<i>Xanthium strumarium</i>	Gewöhnliche Spitzklette
Perennial weeds	<i>Agropyron repens</i>	Gemeine Quecke, Gewöhnliche Quecke, Kriech-Quecke
	<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel, Ackerdistel
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Acker-Winde, Windling
	<i>Lepidium latifolium</i>	Pfefferkraut, Breitblättrige Kresse, Senfkresse, Strand-Karse
	<i>Taraxacum officinale</i>	Gewöhnlicher Löwenzahn, Löwenzahn, Kuhblume, Butterblume, Pusteblume, Wiesenlattich, ...

Die Zwiebel ist von Natur aus ein schlechter Konkurrent. Um Ertragsminderungen zu vermeiden, ist die Unkrautbekämpfung bereits bei der Aussaat von entscheidender Bedeutung. Die durch Unkräuter verursachten Ertragseinbußen hängen von der Dauer der Konkurrenz, den Unkrautarten und der Unkrautdichte, den Anbaumethoden, dem Wachstumsstadium der Pflanzen, den klimatischen Bedingungen und möglicherweise anderen Faktoren ab. Unkrautkonkurrenz verringert den Ertrag und den Durchmesser von Zwiebeln und beeinträchtigt die Qualität der Zwiebeln erheblich.

Daher muss das Unkraut in der frühen Wachstumsphase der Zwiebel unter Kontrolle gehalten werden, da die Pflanze anfangs nur langsam wächst und von Unkraut leicht verletzt werden kann.

Die früher übliche manuelle Kultivierung mit Rollhacken wurde weitgehend durch die Kultivierung mit speziellen Modellen von Ackerschleppern ersetzt, die für den Anbau in engen Abständen konzipiert sind.

Für die Unkrautvernichtung sind Grubberaufsätze, die etwa 8 cm tief kultivieren, anderen Typen von Grubberaufsätzen vorzuziehen.

Das Unkrautjäten von Hand war lange Zeit der mühsamste und teuerste Arbeitsgang beim Zwiebelanbau, ist aber durch den Einsatz chemischer Unkrautbekämpfungsmethoden weitgehend abgeschafft worden.

In Südeuropa hat sich die Flammjätung als Unkrautbekämpfungsmethode durchgesetzt, insbesondere im ökologischen Landbau.

Flammjäten ist eine "thermische" Technik, bei der das Unkraut durch Hitze (nicht durch Feuer) abgetötet wird. Flammjäten eignet sich für die Unkrautbekämpfung entlang der Pflanzenreihen in Zwiebeln, wo die mechanische Bodenbearbeitung unwirksam ist oder inakzeptable Ernteschäden verursacht, und kann die Kosten für die manuelle Unkrautbekämpfung reduzieren oder eliminieren, während Unkraut zwischen den Reihen durch mechanische Bodenbearbeitung wirksam bekämpft werden kann. Die Beflammung ist bei breitblättrigen Unkräutern wirksamer als bei Gräsern, aber ihr Erfolg hängt auch von der Propandadosis und der Pflanzenentwicklung ab. Die Störung des Bodens kann die Keimung von Unkraut fördern, da die Samen näher an die Bodenoberfläche gebracht werden. Das Abflammen kann auch als Alternative zur Bodenbearbeitung eingesetzt werden, wenn der Boden zu nass ist, um ihn zu bearbeiten.



Abbildung 6.1. Hühnerhirse
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 6.2. Vogelmiere
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 6.3. Gänsefuß
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 6.4. Greiskraut
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 6.5. Amaranth
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 6.6. Flug-Hafer
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 6.7. Quecke
(© <https://www.shutterstock.com>)



Abbildung 6.8. Pfefferkraut
(© <https://www.shutterstock.com>)

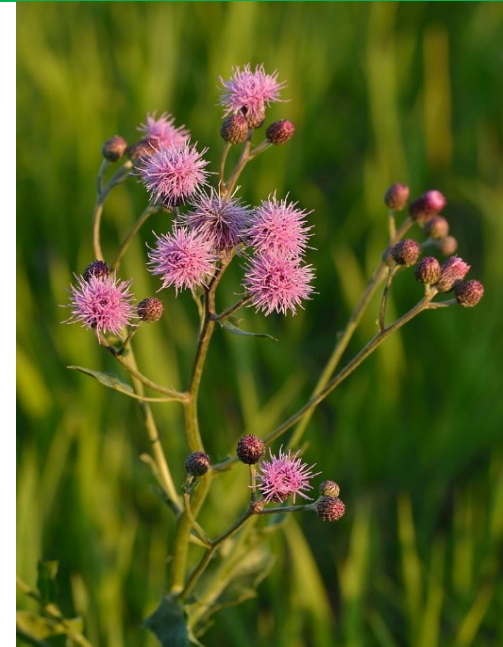


Abbildung 6.9. Acker-Kratzdistel
(© <https://www.shutterstock.com>)

7. Referenzliste

- BAES, Bundesamt für Ernährungssicherheit. Fachbereich Pflanzenschutzmittel. Online verfügbar, URL: <https://psmregister.baes.gv.at/psmregister/> (Zugriff am 3.11.2022)
- Block, E. 2010. Garlic and Other Alliums: The Lore and The Science, 1st Edition, 445 p.
- Brewster, J. 2008. Onions and Other Vegetable Alliums, 2nd Edition. Horticulture Research International, Wellesbourne, UK, 448 p.
- Černe, M. 1992. Čebulnice: čebula, česen, por, zimski luk, drobnjak, šalotka. Pridelovanje in varstvo. Ljubljana, Kmečki glas, 61 p.
- Černe, M., Jakić, O., Urek, G. 1990. Pridelovanje čebule. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, 23 p.
- El-Tantawy, E.MM.; El-Beik, A.K. 2009. Relationship between growth, yield and storability of onion (*Allium cepa* L.) with fertilization of nitrogen, sulfur and copper under calcareous conditions, Res. J. Agric. Biol. Sci. 5 (4): 361-171.
- Feller, C.; H. Bleiholder; L. Buhr, H.; Hack, M.; Hess, R.; Klose, U.; Meier, R.; Stauss, T.; van den Boom E. 1995. Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen: I. Zwiebel-, Wurzel-, Knollen- und Blattgemüse. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd, 47: 193-206.
- Herlinda, S.; Era, M. S.; Yulia, P.; Suwandi.; Elisa, N.; dan Anung, R. 2005. Variasi Virulensi Strain-strain *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Terhadap Larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:Plutelliade). Agritrop 2:52-57.
- Kacjan-Maršič, N.; Ugrinović K. 2001. Čebula. Sodobno kmetijstvo, 34 (5): 211-214.
- Khokhar, K.M. 2019. Mineral nutrient management for onion bulb crops – a review. J. Hortic. Sci. Biotechnol. p. 2380–4084.
- Kumar, K.P.S.; Bhowmik, D.; Tiwari, P. 2010. *Allium cepa*: A traditional medicinal herb and its health benefits. J. Chem. Pharm. Res., 2(1): 283-291.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd Edition. Academic press, London, UK, p. 196.
- Lawande, K.E. 2012. Handbook of Herbs and Spices, 2nd Edition. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, p. 417-429.
- Rabinowitch, H. D.; Currah, L. 2002. Allium crop science: recent advances. Institute of Plant Science and Genetics in Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences, PO Box 12, Rehovot 76100, Israel. 486 p.
- Rueda, A., Shelton, A.M. 1995. Onion thrips, Global crop pest. International Institute for Food, Agriculture and Development. Cornell University. Ithaca, NY.
- Schwartz, H.F.; Mohan, S.K. 2016. Compendium of Onion and Garlic Diseases and Pests, 2nd Edition. The American Phytopathological Society, 127 p.