

Lernmodule DIALOG-(Skript)

MODUL

GB04

Arbeitsübersetzung

Krankheiten von Gemüsekulturen



Rote Bete, Weißkohl, Karotten, Zwiebeln

Umsetzung:

GFA
CONSULTING GROUP
Generalbeauftragte des BMLEH
Büro Berlin

adit
ADT Project Consulting

Operativer Partner in der
Ukraine:



Einleitung

Die Vermittlung von praxis- und anwendungsorientiertem Wissen und Know-how steht im Mittelpunkt des bilateralen Kooperationsprojektes "Deutsch-Ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors von Winnyzja" (www.dualog-ukraine.de), das aus Mitteln des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat der Bundesrepublik Deutschland (BMLEH) gefördert wird.

Als ein wichtiger Baustein zur besseren Qualifizierung von Beratern und Erzeugern wurde dafür die Reihe "**Lehrmodule DIALOG**" in Form von 23 Modulen in deutscher und ukrainischer Sprache vom Projektdurchführer erstellt. Diese fachlichen Wegweiser sollen Beratern/innen, Spezialisten und Erzeugern im Obst- und Gemüsesektor in gedruckter Form sowie digital als Hilfsmittel und Nachschlagewerk bei der Beratungsarbeit und in der Praxis behilflich sein. Jedes Modul erklärt kompakt und verständlich wesentliche Zusammenhänge des jeweiligen Themas und vermittelt so praktische Tipps, handwerkliches Know-how und Erfahrungen.

Zur Erreichung des Projektziels – die Verbesserung der Erzeugung und Vermarktung von Obst und Gemüse in der Oblast Winnyzja – kommt insbesondere der Beratung von staatlichen Schlüsselinstitutionen und dem Ausbau der beruflichen Aus- und Weiterbildung eine Schlüsselrolle zu. Dem trägt diese Reihe, die von Spezialisten mit profundem und aktuellem Fachwissen und langjähriger Praxiserfahrung verfasst wurde, in vollem Umfang Rechnung.

Über das Modul „Krankheiten von Gemüsekulturen“

Das Handbuch widmet sich der systematischen Beschreibung der wichtigsten Krankheiten von Gemüsepflanzen, ihrer Erreger, der Entwicklungsbedingungen und der Schutzmaßnahmen. Es richtet sich an Agronomen, Landwirte, Studierende agrarwissenschaftlicher Fachrichtungen und alle, die sich mit dem Anbau von Gemüse im Freiland und im Gewächshaus beschäftigen.

Herausgeber: „Deutsch-ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors“ (DIALOG). E-Mail: info@adtproject.de Web: www.adtproject.de

Text / Autorin: Olga Sharapaniuk. **Bildquelle:** siehe Anhang

© 2026 „Deutsch-ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors“ (DIALOG). Alle Rechte vorbehalten.

Haftungsausschluss: Dieses Lehrskript wird unter der Verantwortung des „Deutsch-Ukrainischen Fachdialogs zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors“ (DIALOG-Projekt) veröffentlicht. Jegliche Meinungen und Ergebnisse, Schlussfolgerungen, Vorschläge und Empfehlungen beziehen sich auf den Autor/die Autorin und müssen nicht den Ansichten des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) entsprechen.

Inhalt

Kapitel 1 – Krankheiten der Tafelrüben	8
1.1. Rübenmehltau (<i>Erysiphe betae</i> (Vnha) Weltzien)	8
1.2. Rüben-Zerkospore (<i>Mycosphaerella</i> spp.)	9
1.3. Gewöhnliche Schorfkrankheit (<i>Streptomyces scabies</i> (ex Thaxter) Lambert et Loria)	11
Kapitel 2 – Krankheiten des Kohls.....	12
2.1. Bakterielle Nassfäule (<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i> (Jones) Hauben, syn. <i>Erwinia carotovora</i> (Jones) Holland)	12
2.2. Schwarzfäule der Kohlgewächse, vaskuläre Bakteriose (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Campestris</i> (Pammel)	14
2.3. Kohlhernie (<i>Plasmodiophora brassicae</i> Vor.)	15
2.4. Fusarium-Welke des Kohls (<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc, syn. <i>Gibberella avenacea</i> R.J.Cook)	17
2.5. Schwarzfleckigkeit (Alternaria-Blattflecken) bei Kohlgewächsen (<i>Alternaria brassicae</i> Lewia spp.).....	18
2.6. Mehltau der Kreuzblütler (<i>Erysiphe cruciferarum</i> Junell).....	20
2.7. Falscher Mehltau der Kohlgewächse (<i>Hyaloperonospora parasitica</i> (Person) Constantinescu)	21
2.8. Trockenfäule der Kohlgewächse, Phomose (<i>Plenodomus biglobosus</i> (Shoemaker & Brun), syn. <i>Leptosphaeria biglobosa</i> Shoemaker & Brun)	22
2.9. Grauschimmel (<i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel (Anamorph <i>Botrytis cinerea</i> Persoon)	24
2.10. Weißfäule, Sclerotinia-Fäule (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Libert) de Bary).....	26
Kapitel 3 – Krankheiten der Karotte.....	28
3.1. Nassfäule der Wurzelknollen (<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>Carotovorum</i> (Jones) Hauben, syn. <i>Erwinia carotovora</i> (Jones) Holland).....	28
3.2. Weißfäule, Sclerotiniose (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Libert) de Barry)	29
3.3. Karottenwurzelflecken, Pythium (<i>Pythium</i> spp.)	31
3.4. Alternaria-Fäule der Karotte (<i>Alternaria dauci</i> (Kuhn) Groves et Skolko)	33
3.5. Mehltau der Sellerengewächse (<i>Erysiphe heraclei</i> DC)	35
3.6. Grauschimmel (<i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel (Anamorph – <i>Botrytis cinerea</i> Persoon)	37
3.7. Rhizoctonia-Fäule der Karotte (<i>Rhizoctonia carotae</i> und <i>Helicobasidium purpureum</i> (Frank) Donk).....	39
3.8. Schwarze Fleckenkrankheit der Karotte (<i>Rhexocercosporidium carotae</i> , syn. <i>Acrothecium carotae</i>)	40
3.9. Schwarze Wurzelfäule (<i>Thielaviopsis basicola</i> (Berk. & Broome) Ferraris (1912).....	41

Kapitel 4 – Krankheiten der Zwiebel	44
4.1. KRANKHEITEN BAKTERIELLEN URSPRUNGS	44
4.1.1. Weichfäule der Zwiebel (<i>Burkholderia gladioli</i> pv. <i>Alliicola</i>).....	47
4.1.2. Saure Zwiebelhaut (<i>Burkholderia cepacia</i>)	47
4.1.3. Zentralfäule der Zwiebel (<i>Pantoea ananatis</i>)	48
4.1.4. Nassfäule bei Zwiebeln (<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>).....	48
4.2. PILZERKRANKUNGEN, DIE ZWIEBELN BEFALLEN	49
4.2.1. Zwiebelhalsfäule (<i>Botrytis allii</i> Munn)	49
4.2.2. Fusarium-Fäule bei Zwiebeln (<i>Fusarium oxysporum</i>)	50
4.2.3. Sclerotinia-Fäule (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary)	51
4.2.4. Weißfäule der Zwiebel (<i>Sclerotium cepivorum</i> Berk.).....	51
4.2.5. Schwarzbeinigkeit (<i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp., <i>Alternaria</i> spp. und <i>Fusarium</i> spp.)	53
4.2.6. Peronospora, Falscher Mehltau (<i>Peronospora destructor</i> (Berk.) Fr.)	53
Anhang: Literaturhinweise	55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung1 – Symptome von Mehltau auf einem Blatt der Zuckerrübe	8
Abbildung2 – Infektionsquelle für den Pilz <i>Cercospora beticola</i> sind unter anderem befallene Unkräuter (insbesondere der Löwenzahn).....	9
Abbildung3 – Konidien von <i>Cercospora beticola</i>	9
Abbildung4 – Symptome der Cercosporose auf einem Blatt der Tafelrübe	10
Abbildung5 – Konzentrische, schwärzliche Flecken mit hellem Zentrum und rotem Rand ...	10
Abbildung6 – Das abgestorbene Gewebe an den Stellen der Flecken bröckelt ab und es entstehen Löcher	10
Abbildung7 – Symptome der gewöhnlichen Schorfkrankheit an einer Rübenknolle	11
Abbildung8 – Symptome der bakteriellen Nassfäule an den Blättern von Chinakohl	12
Abbildung9 – Symptome der feuchten Bakterienfäule am Kopf des Weißkohls	13
Abbildung10 – Symptome der feuchten Bakterienfäule an Radieschen	13
Abbildung11 – Symptome der nassen Bakterienfäule an Brokkoliröschen	13
Abbildung12 – Charakteristisches Symptom – gelblicher Fleck in Form des Buchstabens V, der nekrotisch wird und sich zur Blattmitte hin verjüngt	14
Abbildung13 – Befallen werden alle Pflanzen der Familie der Kreuzblütler, insbesondere Brokkoli	15
Abbildung14 – Im Schnitt des Kopfes sind verfaulte Gewebe der Blätter und des Kohlkopfes zu erkennen	15
Abbildung15 – Von <i>Plasmodiophora brassicae</i> befallene Sämlinge	16
Abbildung16 – Durch übermäßige Zellteilung und -wachstum verformen sich die Wurzeln	16
Abbildung17 – Störungen bei der Wasseraufnahme und dem Wassertransport (infolge eines Befalls des Wurzelsystems) führen zum Welken der Pflanze	17

Abbildung18 – Makrokonidien von <i>Fusarium avenaceum</i>	18
Abbildung19 – Orangefarbener sporenbildender Belag des Myzels auf einem Kohlkopf	18
Abbildung20 – <i>Fusarium</i> kann zur vollständigen Zerstörung der Pflanze führen	18
Abbildung21 – Konidien des Pilzes der Gattung <i>Alternaria</i>	19
Abbildung22 – Der Erreger befällt in erster Linie geschwächte Pflanzenteile	19
Abbildung23 – Eine Infektion der Pflanzen kann bereits im Juni erfolgen	19
Abbildung24 – Charakteristisches Symptom: konzentrischer Fleck, meist umgeben von vergilbtem Gewebe	20
Abbildung25 – Ein starker Befall führt zum Absterben des Gewebes	20
Abbildung26 – Keimende Konidien von <i>Erysiphe cruciferarum</i>	21
Abbildung27 – Myzel von <i>Erysiphe cruciferarum</i> (Mehltau) auf einem Blatt	21
Abbildung28 – Falscher Mehltau – Symptome an den Keimblättern von Brokkoli	22
Abbildung29 – Gelbliche Flecken auf der Oberseite eines von <i>Hyaloperonospora parasitica</i> befallenen Kohlblatts (a), grauer Belag auf der Unterseite des Blatts (b).	22
Abbildung30 – Schwarze Pykniden von <i>Phoma lingam</i> innerhalb der krankheitsbefallenen Stelle auf einem Kohlblatt	23
Abbildung31 – Symptome der Trockenfäule an einem Brokkoliblatt	24
Abbildung32 – Konidien von <i>Botrytis cinerea</i>	24
Abbildung33 – Der Pilz befällt Kohl in verschiedenen Wachstumsstadien, auch in der Kopfbildungsphase	25
Abbildung34 – Das befallene Blattgewebe nimmt eine weißlich-gelbe, braune Färbung an und wird wässrig	25
Abbildung35 – Die im Lager herrschenden Bedingungen begünstigen die Entwicklung des Pilzes und eine reichliche Sporenbildung	25
Abbildung36 – Mit der Zeit verfault die infizierte Blattoberfläche des Blumenkohls vollständig	25
Abbildung37 – Anfällig für einen Befall sind alle Pflanzenteile, insbesondere die Blütenstände (Brokkoli-Köpfe)	25
Abbildung38 – Apothezien von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	26
Abbildung39 – Die größte Gefahr einer Infektion mit <i>Sclerotinia</i> -Sporen besteht im Mai und Juni – absterbende Pflanzen	26
Abbildung40 – Weißer, dichter, flaumiger Belag des Myzels von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> auf einem befallenen Kohlkopf	27
Abbildung41 – Innerhalb des befallenen Gewebes bilden sich schwarze Sklerotien des Pilzes	27
Abbildung42 – <i>Pectobacterium carotovorum</i> – befällt Wurzelgemüse während der Vegetationsperiode	28
Abbildung43 – <i>Pectobacterium carotovorum</i> – befällt Wurzelgemüse während der Lagerung	29
Abbildung44 – <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> – aus der Fruchtkapsel freigesetzte Ascosporen	30
Abbildung45 – Weißfäule – Myzel an der Blattbasis der Karotte.	30
Abbildung46 – Weißfäule – Myzel am Wurzelknollen	30
Abbildung47 – Innerhalb des Myzeliums bilden sich Sklerotien: an den Blattstielen (a), an den gefiederten Karottenwurzeln (b), an der Selleriewurzel (c)	31
Abbildung48 – Myzel von <i>Pythium</i> spp. mit Zoosporen	32

Abbildung49 – Symptome der Fleckenkrankheit an Karotten.....	32
Abbildung50 – Konidien von <i>Alternaria dauci</i>	33
Abbildung51 – Schwarzbeinigkeit bei Karottenkeimlingen, verursacht durch <i>Alternaria dauci</i>	33
Abbildung52 – Kleine braune Flecken auf den Blattspreiten – Symptome von <i>Alternaria</i>	34
Abbildung53 – Bei <i>Alternaria</i> -Befall hellt sich das Gewebe um die Flecken herum auf	34
Abbildung54 – Braun-schwarze, trockene, eingedrückte Flecken im oberen Teil der Karottenwurzel – Folge eines Befalls durch <i>Alternaria dauci</i> und <i>A. radicina</i> . Sie treten meist nur während der Lagerung der Wurzelgemüse auf.....	35
Abbildung55 – Karottenblätter sind stark von <i>Erysiphe heraclei</i> befallen.....	36
Abbildung56 – Der mehlige Belag besteht aus Myzel mit Konidien	36
Abbildung57 – Infiziertes Blatt, das allmählich abstirbt	37
Abbildung58 – <i>Botrytis cinerea</i> – Konidien und ein Fragment eines Konidienträgers.....	38
Abbildung59 – Symptome von Grauschimmel, die meist an den Spitzen der Wurzeln zu erkennen sind	38
Abbildung60 – Myzel von <i>Rhizoctonia solani</i>	39
Abbildung61 – An den von <i>Rhizoctonia solani</i> befallenen Wurzeln bilden sich kleine, kraterförmige Vertiefungen, die mit weißem Myzel bedeckt sind	39
Abbildung62 – Bei einem Befall der Karottenwurzeln durch den Pilz <i>Rhexocercosporidium</i> <i>carotae</i> breiten sich linsenförmige Flecken quer über die Wurzel aus.....	40
Abbildung63 – <i>Thielaviopsis basicola</i> – Myzel und Endokonidien	41
Abbildung64 – Erste Symptome der Schwarzfäule an Wurzelgemüse	42
Abbildung65 – Sporenbildendes Myzel von <i>Thielaviopsis basicola</i> an Karottenwurzeln.....	42
Abbildung66 – Bakterienbefall an Zwiebeln.....	44
Abbildung67 – Erste Symptome der Bakteriose – die fleischigen Schuppen sind weich und sehen aus, als seien sie mit Wasser vollgesogen.....	45
Abbildung68 – Schleimige und hellbraune äußere Schalen – Symptome der Schalenfäule, verursacht durch <i>Burkholderia cepacia</i>	46
Abbildung69 – Eine ganze Zwiebel mit Symptomen starker Fäulnis	47
Abbildung70 – Charakteristische zitronengelbe Kolonien von <i>Burkholderia cepacia</i> auf mikrobiologischem Nährmedium.....	47
Abbildung71 – Halsfäule, verursacht durch <i>Botrytis aclada</i>	50
Abbildung72 – Durch <i>Fusarium</i> befallene, welkende Zwiebeln	51
Abbildung73 – Symptome der Fusariose bei Zwiebeln	51
Abbildung74 – Weißfäule an Zwiebeln.....	52
Abbildung75 – Zwiebeln, die zunächst von Bakterien befallen und anschließend von Pilzen besiedelt wurden – eine komplexe Krankheit, die durch mehrere pathogene Faktoren verursacht wird	52
Abbildung76 – Der Pilz <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> – Erreger der Weißfäule auf einem mikrobiologischen Nährmedium.....	52
Abbildung77 – Der Pilz <i>Botrytis cinerea</i> mit sichtbaren Sklerotien auf einem mikrobiologischen Nährmedium.....	52
Abbildung78 – Ruhende Formen (Sclerotien) von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , dem Erreger der Weißfäule.....	52

Abbildung79 – Typische Symptome der Peronospora – starker weiß-grauer Belag auf den Blättern	54
Abbildung80 – Quelle des Erregers können befallene Pflanzen im Zwiebelanbau sein	54

Kapitel 1 – Krankheiten der Tafelrüben

1.1. Rübenmehltau (*Erysiphe betae* (Vnha) Weltzien)

Systematik: Ordnung – *Erysiphales*, Familie – *Erysiphaceae*

Biologie. Der Pilz befällt in der Regel Pflanzen der Gattungen Rote Beete (*Beta spp.*) und Gänsefuß (*Chenopodium spp.*) in Trockenperioden und bei hohen Lufttemperaturen. Bei Rüben tritt die Krankheit in verschiedenen Wachstumsphasen auf, meist am Ende der Vegetationsperiode, ohne dann bereits erhebliche wirtschaftliche Verluste zu verursachen. Quelle der Primärinfektion sind Kleistothezien mit Ascosporen, die im Boden auf Pflanzenresten überwintern. Die Infektion erfolgt bei Temperaturen über 20 °C und trockenem Wetter bei einer optimalen Luftfeuchtigkeit von 60 %. Für den parasitären Kontakt ist jedoch eine kurze Befeuchtung der Blätter erforderlich, wie sie beispielsweise bei Nacht- und Morgennebel auftritt.

Symptome. Ein charakteristisches Symptom ist ein weißer, mehliger Belag des Myzels, der auf den Blättern (Abb. 1) und den Blattstielen sichtbar ist. Zunächst handelt es sich um kleine weiße Flecken, die sich allmählich vergrößern und auf der befallenen Oberfläche miteinander verschmelzen. Der Belag stellt das sporenbildende Myzel dar. Bei starkem Ausbruch der Krankheit kommt es zu Ertragsverlusten und einer Verschlechterung der Erntequalität, was auf die Zerstörung eines erheblichen Teils der Assimilationsfläche durch das Myzel sowie auf übermäßige Transpiration (Wasserverdunstung) durch das geschädigte Gewebe zurückzuführen ist.



Abbildung1 – Symptome von Mehltau auf einem Blatt der Zuckerrübe

Vorbeugung und Bekämpfung

- Die Grundlage der Vorbeugung ist die richtige Düngung der Pflanzen, damit sie in einem guten Zustand sind. Dann sind sie wenig anfällig für jegliche Arten von Befall und können sogar teilweise resistent gegen diesen Erreger werden.

- Züchten Sie resistente Sorten.
- Bei Auftreten einer großen Gefahr, die die Qualität beeinträchtigen und die Lagerfähigkeit der Knollen verschlechtern könnte, wird empfohlen, die Plantage mit Fungiziden aus der Gruppe der schwefelhaltigen Mittel, Strobilurine oder Benzimidazole, Triazole (gemäß Zulassung) zu besprühen.

1.2. Rüben-Zerkospore (*Mycosphaerella* spp.)

Systematik: Ordnung – *Capnodiales*, Familie – *Mycosphaerellaceae*

Biologie. Der Pilz befällt Pflanzen aus den Familien der Gänsefußgewächse (*Chenopodiaceae*) und der Amaranthgewächse (*Amaranthaceae*). Ein weit verbreiteter Wirtspflanze ist auch die Heil-Löwenzahn (Abb. 2), die zur Familie der Korbblütler gehört. Quelle der Primärinfektion kann das saprotrophe Myzel des Erregers (Abb. 3) sein, das auf Pflanzenresten überwintert; Gülle von Kühen, die mit befallenen Rübenblättern gefüttert wurden, sowie infiziertes Pflanzgut. Die intensive Entwicklung des Erregers erfolgt bei einer optimalen Temperatur von 22–30 °C und einer Luftfeuchtigkeit von 90–95 %. Bei einer maximalen Luftfeuchtigkeit von 99 % keimen die Konidien nach 24 Stunden, bei einem leichten Rückgang der Luftfeuchtigkeit verlängert sich die Keimung auf bis zu 2 Tage. Die Inkubationszeit ist recht lang (sie beträgt sogar 20 Tage), kann sich jedoch bei außergewöhnlich feuchtem Wetter auf nur 6 Tage verkürzen.



Abbildung2 – Infektionsquelle für den Pilz *Cercospora beticola* sind unter anderem befallene Unkräuter (insbesondere der Löwenzahn).



Abbildung3 – Konidien von *Cercospora beticola*

Symptome. Auf den Blättern befallener Sämlinge sind runde, graubraune Flecken (Abb. 4) mit rotbraunem Rand und silbrig-ashgrauer Mitte (Abb. 5) zu beobachten. Nach einiger Zeit trocknen die Flecken aus, das abgestorbene Gewebe bröckelt ab und es bilden sich Löcher in den Blättern (Abb. 6). Die Krankheit ist in der Keimlingsphase sowie auf Rübenplantagen, deren Ernte für den Verkauf in Bündeln (zusammen mit den Blättern) bestimmt ist, gefährlich. Nach dem Auftreten an älteren Pflanzen verursacht die Krankheit keine Verluste von nennenswerter wirtschaftlicher Bedeutung.



Abbildung4 – Symptome der Cercosporose auf einem Blatt der Tafelrübe



Abbildung5 – Konzentrische, schwärzliche Flecken mit hellem Zentrum und rotem Rand



Abbildung6 – Das abgestorbene Gewebe an den Stellen der Flecken bröckelt ab und es entstehen Löcher

Vorbeugung und Bekämpfung:

- Halten Sie eine korrekte Fruchtfolge ein und legen Sie eine 3–4-jährige Pause beim Anbau von Rüben auf demselben Feld ein.
- Pflanzen Sie Sorten an, die gegen diese Krankheit resistent sind.
- Gesunde, umfassend mit Fungiziden behandelte Samen aussäen.
- Schützen Sie die Pflanzen, insbesondere in der Keimphase (nach dem Erscheinen der Keimblätter), mit für diesen Zweck zugelassenen Fungiziden, die Mancozeb, Thiophanat-methyl allein oder in Mischung mit Tetraconazol enthalten.

1.3. Gewöhnliche Schorfkrankheit (*Streptomyces scabies* (ex *Thaxter*) *Lambert et Loria*)

Systematik: Ordnung – *Actinomycetales*, Familie – *Streptomycetaceae*

Biologie. Das krankheitserregende Bakterium hat in der Umwelt zahlreiche Wirtspflanzen, darunter Karotten, Futter- und Zuckerrüben, Kartoffeln, Steckrüben, Radieschen und Pastinaken. Die optimale Temperatur für seine Entwicklung liegt bei 25–28 °C. Der Erreger kann auf Kartoffel- oder Rübenresten ein bis zwei Jahre überdauern und dabei seine pathogene Aktivität beibehalten. Die Krankheit tritt in der Regel an Pflanzen auf, die auf leichten, trockenen und alkalischen oder frisch gekalkten Böden angebaut werden. Die Anfälligkeit der Rübensorten gegenüber *S. scabies* ist unterschiedlich.

Symptome. An verschiedenen Stellen der Wurzeln sind charakteristische, schorfartige, schwarze, erhabene Wucherungen (Abb. 6) zu erkennen, die durch ein übermäßiges Wachstum der Anzahl (Hyperplasie) und Größe (Hypertrophie) der mit dem Bakterium infizierten Zellen entstehen.



Abbildung 7 – Symptome der gewöhnlichen Schorfkrankheit an einer Rübenknolle

Vorbeugung und Bekämpfung

- Die Plantagen mäßig bewässern.
- Den Boden nicht unmittelbar vor dem Anbau von Rüben kalken und den Anbau nach anfälligen Pflanzen (z. B. Kartoffeln, Karotten) vermeiden.

Kühe nicht mit Pflanzen füttern, die von *S. scabies* befallen sind, da der Erreger im Verdauungstrakt der Tiere überlebt und der von diesen Tieren stammende Mist eine ernsthafte Infektionsquelle darstellen kann.

Kapitel 2 – Krankheiten des Kohls

2.1. Bakterielle Nassfäule (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones) Hauben, syn. *Erwinia carotovora* (Jones) Holland)

Systematik: Ordnung – *Enterobacteriales*, Familie – *Enterobacteriaceae*

Biologie. Der Erreger der Krankheit ist ein gramnegatives, bewegliches Stäbchenbakterium mit Geißeln auf der gesamten Oberfläche. Es handelt sich um einen typischen Polyphagen, weshalb die bakterielle Nassfäule eine weit verbreitete Krankheit bei allen Gemüsesorten, insbesondere bei Kohlgewächsen, ist. Der Erreger tritt meist in Phasen anhaltend feuchter Witterung bei Temperaturen von 25–30 °C auf. Das Eindringen der Bakterien erfolgt meist über mechanisch beschädigtes Gewebe (z. B. durch starken Wind oder Hagel oder durch andere Schädlinge). Bei Chinakohl, Weißkohl und Wirsing tritt die Krankheit sowohl während der Vegetationsperiode als auch bei längerer Lagerung auf. Während der Vegetationsperiode befallener Brokkoli oder Blumenkohl kann auch während der Lagerung und des Vertriebs Symptome zeigen, insbesondere wenn er in Schrumpffolie verpackt ist.

Symptome. Bei Chinakohl sind die ersten Symptome kleine wässrige Flecken an der Blattbasis, die sich schnell vergrößern und schließlich das gesamte infizierte Gewebe des betreffenden Organs bedecken (Abb. 8). Auch bei Weißkohl und Wirsing ist ein matschiges (aufweiches) Gewebe der befallenen Blätter zu beobachten (Abb. 9). An befallenen Brokkoli- und Blumenkohlköpfen oder Radieschenwurzeln (Abb. 10) sind lokale dunkle, verfaulende Stellen dieser Organe zu erkennen (Abb. 11). Eine Verschlimmerung der Krankheitssymptome ist häufig bei längerer Lagerung der Köpfe oder Blütenstände unter ungeeigneten Bedingungen zu beobachten. Verfaulende Pflanzen riechen unangenehm.



Abbildung8 – Symptome der bakteriellen Nassfäule an den Blättern von Chinakohl

Vorbeugung und Bekämpfung

- Vermeiden Sie den Anbau von Kohlgemüse auf Feldern, auf denen nach Regen Wasser stehen bleibt.
- Halten Sie eine korrekte Fruchtfolge bei Kohlpflanzen ein und vermeiden Sie den Anbau von Wurzelgemüse als Vorfrucht.

- Nach Regenfällen, die von starkem Wind und Hagel begleitet werden, die Pflanzen mit einem Mittel besprühen, das Thiophanat-Methyl enthält (gemäß Zulassung), um sie vor einer Infektion zu schützen.
- Für den Transport sollten trockene und mechanisch unbeschädigte Köpfe und Blütenstände ausgewählt werden.
- Für die Langzeitlagerung sollten keine übergroßen und überreifen Köpfe ausgewählt werden.
- Halten Sie während des Transports und der Lagerung der Köpfe und Blütenstände eine Temperatur von etwa 4 °C ein.



Abbildung9 – Symptome der feuchten Bakterienfäule am Kopf des Weißkohls



Abbildung10 – Symptome der feuchten Bakterienfäule an Radieschen



Abbildung11 – Symptome der nassen Bakterienfäule an Brokkoliröschen

2.2. Schwarzfäule der Kohlgewächse, vaskuläre Bakteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* (Pammel))

Systematik: Ordnung – *Xanthomonadales*, Familie – *Xanthomonadaceae*

Biologie. Die Bakterien dieser Gattung weisen einzelne, stäbchenförmige, einfache Zellen auf, die beweglich sind, ein polar angeordnetes Geißel besitzen und keine Sporen bilden. Der Erreger überwintert saprotroph auf Pflanzenresten im Boden und kann dort unter Beibehaltung seiner Aktivität bis zu zwei Jahre überleben. Eine weitere Infektionsquelle sind infizierte Samen (die Bakterien können im Inneren mehrere Jahre überleben, in der Samenschale und auf deren Oberfläche bis zu einem Jahr). Der Krankheitsprozess beginnt mit dem Keimen der Samen. Diese Bakterienart befällt viele Arten aus der Familie der Kreuzblütler, insbesondere den Acker-Senf. Hohe Temperaturen und der Anbau von Sämlingen in Monokultur auf demselben Substrat in der Gärtnerei begünstigen die Entwicklung des Erregers. Während der Vegetationsperiode erfolgt die Infektion der Pflanzen durch das Eindringen der Bakterien über Gewebeverletzungen an den Blatträndern. Die optimale Temperatur für die Entwicklung der Bakterien liegt bei 25–30 °C, die Inkubationszeit beträgt 10 Tage.

Symptome. Die ersten Krankheitssymptome sind während der Kopfbildung des Kohls zu beobachten. Dann sind an den Blatträndern gelbliche, V-förmige Flecken zu sehen (Abb. 12), die sich zur Blattmitte hin verjüngen (Abb. 13). Ein weiteres Symptom ist die Schwarzfärbung der Leitbündel, die sich ins Pflanzeninnere ausbreitet. Beim Aufschneiden des Kopfes ist eine schichtweise Schwarzfärbung der Blätter erkennbar (Abb. 14).



Abbildung 12 – Charakteristisches Symptom – gelblicher Fleck in Form des Buchstabens V, der nekrotisch wird und sich zur Blattmitte hin verjüngt

Vorbeugung und Bekämpfung

- Die Anzucht von Setzlingen sollte nicht in der Nähe von im Feld überwinternden Kohlpflanzen erfolgen.
- Bei Auftreten der Krankheit eine 3–4-jährige Pause beim Anbau von Kohlgewächsen auf derselben Fläche einhalten.
- Verwenden Sie für die Anzucht von Setzlingen gesundes Substrat, das bei Wiederverwendung thermisch desinfiziert wurde.

- Gesunde, pathogenfreie Samen aussäen, die chemisch mit Thiram behandelt wurden.
- Nach Stürmen, die von starkem Wind und Hagel begleitet sind, die Pflanzen mit einem Mittel besprühen, das Boscalid oder Thiophanat-Methyl enthält, um die Wunden zu schützen und deren „Heilung“ zu beschleunigen, oder mit alternativen Präparaten, die beispielsweise Silberionen enthalten.



Abbildung 13 – Befallen werden alle Pflanzen der Familie der Kreuzblütler, insbesondere Brokkoli



Abbildung 14 – Im Schnitt des Kopfes sind verfaulte Gewebe der Blätter und des Kohlkopfes zu erkennen

2.3. Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae* Vor.)

Systematik: Ordnung – *Plasmodiophorales*, Familie – *Plasmodiophoraceae*

Biologie. Die Sporen des Erregers können bis zu 8 Jahre im Substrat überdauern, ohne ihre Aktivität zu verlieren. Die Hauptinfektionsquelle ist infizierter Boden in der Gärtnerei sowie Torfsubstrat, auf dem Kohlsämlinge gezüchtet werden. Während der Vegetationsperiode bildet *P. brassicae* Zoosporen, die sich im feuchten Boden ausbreiten und in die Zellen der Wurzelhaare eindringen. Anschließend dringt der Erreger in die inneren Schichten der Wurzel vor. Die Entwicklung des Erregers wird durch sauren und zu feuchten Boden bei Temperaturen im Bereich von 22–25 °C begünstigt. Ein Absinken der Bodentemperatur unter 15 °C führt zu einer deutlichen Einschränkung der Wurzelinfektion.

Symptome. Infolge übermäßiger Zellteilung (Hyperplasie) und übermäßigen Zellwachstums (Hypertrophie) verformen sich die Wurzelgewebe (Abb. 15). An den Wurzeln bilden sich charakteristische Wucherungen (Abb. 16). Infolgedessen kommt es zu Störungen bei der Wasseraufnahme – die Pflanzen welken (Abb. 17) und sterben ab. Das erkrankte Wurzelsystem wird zur Hauptquelle der Bodeninfektion.

Vorbeugung und Bekämpfung. Die Grundlage für den Schutz von Kohl vor dieser Krankheit ist ein integriertes System, das aus agrartechnischen Maßnahmen und dem Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel besteht.

- Richtige Fruchtfolge einhalten. Auf demselben Feld sollten Kohlpflanzen nicht öfter als einmal alle 4–5 Jahre angebaut werden. Als Vorfrüchte kommen in Frage: Lauch, Tomaten, Bohnen, Gurken, Hafer, Buchweizen.
- Säurehaltige Böden kalken.
- Entfernen Sie befallene Pflanzenwurzeln vom Feld, wenn möglich vollständig, um ein Aufbrechen der Wurzeln zu verhindern. Verbrennen Sie diese anschließend an einer vertieften Stelle.
- Pflanzen Sie Sorten an, die gegen *P. brassicae* resistent sind.
- Die Setzlinge in einem pathogenfreien Substrat ziehen.
- Chemische Pflanzenschutzmittel vorbeugend anwenden, indem die Bodenoberfläche unter dem Kohlbeet besprüht oder die Setzlinge vor oder nach dem Auspflanzen an den endgültigen Standort gegossen werden.



Abbildung 15 – Von *Plasmodiophora brassicae* befallene Sämlinge



Abbildung 16 – Durch übermäßige Zellteilung und -wachstum verformen sich die Wurzeln

Vorbeugung und Bekämpfung. Die Grundlage für den Schutz von Kohl vor dieser Krankheit ist ein integriertes System, das aus agrartechnischen Faktoren und dem Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel besteht.

- Halten Sie eine korrekte Fruchtfolge ein. Bauen Sie auf demselben Feld nicht öfter als einmal alle 4–5 Jahre Kohlpflanzen an. Als Vorfrüchte kommen in Frage: Lauch, Tomaten, Bohnen, Gurken, Hafer, Buchweizen.
- Säurehaltige Böden kalken.
- Entfernen Sie die befallenen Pflanzenwurzeln vom Feld, wenn möglich vollständig, um ein Zerreißen zu vermeiden. Verbrennen Sie sie anschließend an einer vertieften Stelle.
- Pflanzen Sie Sorten an, die gegen *P. brassicae* resistent sind.
- Ziehen Sie die Setzlinge in einem pathogenfreien Substrat an.

- Chemische Pflanzenschutzmittel vorbeugend anwenden, indem die Bodenoberfläche unter dem Kohlbeet besprüht oder die Setzlinge vor oder nach dem Auspflanzen an den endgültigen Standort gegossen werden.



Abbildung 17 – Störungen bei der Wasseraufnahme und dem Wassertransport (infolge eines Befalls des Wurzelsystems) führen zum Welken der Pflanze

2.4. Fusarium-Welke des Kohls (*Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc, syn. *Gibberella avenacea* R.J.Cook)

Systematik: Ordnung – Hypocreales, Familie – Nectriaceae

Biologie. Die Fusarium-Kohlfäule ist eine Krankheit, die erst seit kurzem erhebliche wirtschaftliche Verluste in den Anbauflächen dieses Gemüses verursacht. In Kanada wurde *F. avenaceum* als neuer Erreger von Brokkoli identifiziert, der über einen längeren Zeitraum bei niedrigen Temperaturen und in einer kontrollierten Gasatmosphäre gelagert wurde. Wirtspflanzen des Erregers sind viele Arten von Gemüse-, Obst- und Industriepflanzen. Kürzlich wurde *F. avenaceum* auch als Erreger einer neuen Raps-Krankheit entdeckt. In Rapsbeständen ist der Pilz einer der Verursacher der Schwarzbeinigkeit (Blackleg) bei Sämlingen. Er überwintert in Form von Myzel in den Resten befallener Pflanzen. Er bildet Makro- (Abb. 18) und Mikrokonidien, die die Infektion bewirken. Der Erreger kann sich in einem breiten Temperaturbereich (3–32 °C) entwickeln.

Symptome. Auf den äußeren Blättern, die den Kopf bedecken, sind zunächst wässrige und später braune Flecken zu erkennen, die sich mit fortschreitender Krankheit mit einem orangefarbenen Belag überziehen (Abb. 19). Das Gewebe im Bereich der Verfärbung verfault. Die Entwicklung von *F. avenaceum* an den Pflanzen verläuft sehr schnell: Vom Auftreten der ersten Symptome bis zur vollständigen Zerstörung der Köpfe (Abb. 20) können nur 3–4 Tage vergehen.

Vorbeugung und Bekämpfung

- Pflanzen aus der Familie der Kreuzblütler nicht in Monokultur anbauen.
- Eine korrekte Fruchtfolge einhalten.

- Kohlsämlinge sollten in einem pathogenfreien, d. h. desinfizierten Substrat gezogen werden (auf diese Weise wird die Quelle der Primärinfektionen mit dem Pilz *F. avenaceum* beseitigt).
- Derzeit gibt es keine zugelassenen Mittel zum Schutz von Kohlgewächsen vor dieser Krankheit. Fungizide, die Difenconazol enthalten und zum Schutz von Kohl vor anderen -Erkrankungen zugelassen sind, können theoretisch die Population von *F. avenaceum* eindämmen und dessen Entwicklung hemmen.

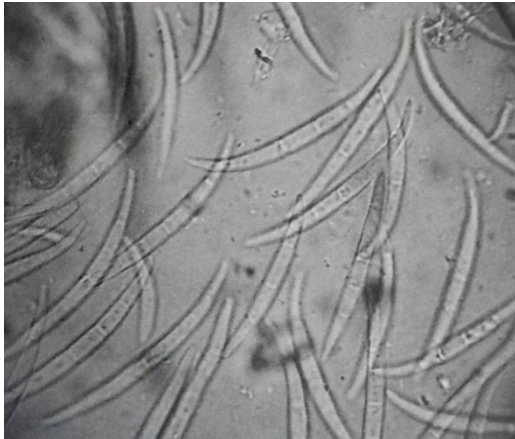


Abbildung18 – Makrokonidien von *Fusarium avenaceum*



Abbildung19 – Orangefarbener sporenbildender Belag des Myzels auf einem Kohlkopf



Abbildung20 – *Fusarium* kann zur vollständigen Zerstörung der Pflanze führen

2.5. Schwarzfleckigkeit (Alternaria-Blattflecken) bei Kohlgewächsen (*Alternaria brassicae* Lewia spp.)

Systematik: Ordnung – Pleosporales, Familie – Pleosporaceae

Biologie. Der Erreger überwintert auf dem Feld als Saprotroph in Ernterückständen sowie auf Winterraps und Unkräutern aus der Familie der Kreuzblütler. Eine wichtige Primärinfektionsquelle sind die Samen. Während der Vegetationsperiode werden die Konidien (Abb. 21) des Pilzes durch Luftströmungen (Wind) und Wasser übertragen. Eine intensive Entwicklung der Pilze findet bei Lufttemperaturen von 20– 27°C und einer mindestens fünfstündigen Befeuchtung der Blätter statt. Der Erreger befällt die Pflanzen während der Vegetationsperiode und ist zudem einer der Verursacher des Ausfallens von Sämlingen.



Abbildung21 – Konidien des Pilzes der Gattung *Alternaria*

Symptome. Die Krankheitssymptome treten in der Regel im August auf, zunächst an den unteren, älteren oder geschwächten Blättern von Weißkohl, Blumenkohl, Brokkoli oder Chinakohl (Abb. 22). Es kommt vor, dass die Infektion dieser Pflanzen bereits im Juni (Abb. 23) oder Juli erfolgt. Die Krankheit ist in der Regel leicht an konzentrischen Flecken zu erkennen, die meist von gelblichem Gewebe umgeben sind (das Gewebe um die Flecken herum wird heller – Abb. 24). Bei hoher Luftfeuchtigkeit ist innerhalb der Flecken ein samtiger, dunkelbrauner Belag aus Konidien zu beobachten, die in Kreisen angeordnet sind. Das befallene Gewebe stirbt ab (Abb. 25). Nach dessen Abblättern bilden sich Löcher im Blatt.



Abbildung22 – Der Erreger befällt in erster Linie geschwächte Pflanzenteile.



Abbildung23 – Eine Infektion der Pflanzen kann bereits im Juni erfolgen

Vorbeugung und Bekämpfung

- Gesunde, umfassend mit Fungiziden behandelte Samen aussäen
- Kohlgemüse nicht in Monokultur anbauen.
- In Zeiten, die die Entwicklung der Krankheit begünstigen, die Pflanzen 2–3 Mal alle 7–10 Tage mit Fungiziden aus der Gruppe der Strobilurine oder solchen, die beispielsweise Difenconazol, Iprodion oder Thiophanat-methyl enthalten, besprühen. Die letzte Behandlung sollte spätestens 7 Tage vor der Ernte des zur Lagerung bestimmten Kohls erfolgen.
- Nach Abschluss des Anbaus die Reste der Kohlpflanzen und Unkräuter tief unterpflügen.



Abbildung 24 – Charakteristisches Symptom: konzentrischer Fleck, meist umgeben von vergilbtem Gewebe



Abbildung 25 – Ein starker Befall führt zum Absterben des Gewebes

2.6. Mehltau der Kreuzblütler (*Erysiphe cruciferarum* Junell)

Systematik: Ordnung – *Erysiphales*, Familie – *Erysiphaceae*

Biologie. Der Erreger ist ein obligater Parasit (ein sogenannter absoluter Parasit, der ausschließlich auf den Oberflächengeweben lebender Pflanzen lebt und sich dort entwickelt). Die Apressorien des Pilzes sind schaufelförmig und verzweigt. Die Konidienträger bestehen aus 3 oder 4 Zellen. Konidien (Konidien-Sporen) sind länglich, zylindrisch oder oval, mit einer Größe von $32\text{--}52 \times 16\text{--}20 \mu\text{m}$ (Abb. 26). Sie enthalten keine Fibrosin-Körperchen. Die Sporen keimen in einer Hyphe, die nahe dem Ende der Konidien wächst. Diese Strukturen sind typisch für die anamorphen Formen (unvollkommene Stadien) von *Oidium* aus der Gattung *Erysiphe*. Das vollkommene Stadium wurde nicht beobachtet.

Symptome. Zunächst erscheinen auf den Blättern runde, unregelmäßige weiße Myzelbereiche, die sich später stark ausbreiten und sogar die gesamte Blattspreite bedecken (Abb. 27). Ein starker Befall führt zu Blattdeformationen, Welken und vorzeitiger Alterung der

Blätter. Das Gewebe unter dem Myzel färbt sich meist rötlich. Die Assimilationsfläche der Pflanze wird eingeschränkt.

Vorbeugung und Bekämpfung

- Gemüse mit der empfohlenen Pflanzdichte anbauen.
- Bei Feststellung der Krankheit die Pflanzen mit einem zugelassenen biologischen Fungizid, Fluopyram und Tebuconazol besprühen.
- Bei der Verwendung von Mitteln aus der Gruppe der Strobilurine (gemäß Zulassung) gegen *Alternaria* wird auch die Population von *E. cruciferarum* eingedämmt.



Abbildung26 – Keimende Konidien von *Erysiphe cruciferarum*



Abbildung27 – Myzel von *Erysiphe cruciferarum* (Mehltau) auf einem Blatt

2.7. Falscher Mehltau der Kohlgewächse (*Hyaloperonospora parasitica* (Person) Constantinescu)

Systematik: Ordnung – *Peronosporales*, Familie – *Peronosporaceae*

Biologie. Die größte Gefahr stellt die Krankheit für Kohlpflanzen in der Keimlingsphase dar. Der Erreger befällt die Blätter oder Keimblätter (Abb. 27) über den Wachsbelaag. Übermäßige Bestandsdichte und begrenzte Lichtverfügbarkeit begünstigen einen starken Befall der Sämlinge. Während der Vegetationsperiode begünstigen kühles und feuchtes Wetter sowie Nachttemperaturen von 8 bis 16 °C und Tagestemperaturen unter 23 °C die Krankheit. Der Erreger überwintert in Form von Myzelhyphen und Oosporen im Saatgut, Myzel – in den Pflanzenbeständen und Oosporen – im Boden. In befallenen Pflanzen (unabhängig von ihrem Wachstumsstadium), vor allem im Blattgewebe, bildet das Myzel Sporenkörper mit Konidien. Die Sporen keimen auf einem Wassertropfen auf dem Blatt innerhalb von 18–24 Stunden, und die infektiöse Hyphe dringt meist über die Spaltöffnungen in die Pflanze ein. Die Krankheitssymptome können bereits 4 Tage nach der Infektion sichtbar sein.

Symptome. Befallene Sämlinge sterben schnell ab. Bei Pflanzen, die in einem späteren Wachstumsstadium infiziert wurden, sind die ersten Symptome auf der Oberseite der Blätter in Form von unregelmäßigen gelblichen Flecken (Abb. 29) mit kleinen braunen Punkten zu

beobachten. Auf der Blattunterseite kann innerhalb dieser Flecken ein reichlicher weiß-grauer Belag aus Konidien zu sehen sein. Befallene Blätter welken und fallen ab. Der Befall kann systemisch sein.



Abbildung28 – Falscher Mehltau – Symptome an den Keimblättern von Brokkoli

Vorbeugung und Bekämpfung

- Säen Sie mit Fungiziden behandelte Samen in thermisch desinfiziertes Substrat (bei Wiederverwendung) oder in neues, von Oosporen des Erregers freies Substrat.
- Die Pflanzen in kühleren Perioden mäßig gießen (beregnen).
- Bei Anzeichen einer Erkrankung während der Anzuchtphase der Sämlinge müssen die Pflanzen mit einem der Propamocarb-haltigen Fungizide besprüht werden.



Abbildung29 – Gelbliche Flecken auf der Oberseite eines von *Hyaloperonospora parasitica* befallenen Kohlblatts (a), grauer Belag auf der Unterseite des Blatts (b).

2.8. Trockenfäule der Kohlgewächse, Phomose (*Plenodomus biglobosus* (Shoemaker & Brun), syn. *Leptosphaeria biglobosa* Shoemaker & Brun)

Systematik: Ordnung – Pleosporales, Familie – Leptosphaeriaceae

Biologie. Wirtspflanzen des Pilzes sind die meisten Gemüsesorten aus der Familie der Kreuzblütler. Der Pilz überwintert (und bleibt dabei mindestens 3 Jahre lang aktiv) auf Pflanzenresten im Boden sowie auf Samen. Wenn die Primärinfektion vom Boden, der für die Anzucht von Setzlingen bestimmt ist, oder von infiziertem Saatgut ausgeht, können die ersten Krankheitssymptome bereits 2–3 Wochen nach der Aussaat sichtbar werden. Die Ausbreitung des Erregers auf benachbarte Sämlinge erfolgt beim Gießen oder beim Pikieren. Während der Vegetationsperiode verbreitet sich der Erreger mit dem Wasser bei Regenfällen und über landwirtschaftliche Geräte bei der Pflege. Während der Hülsenbildung auf Saatgutplantagen dringt der Pilz in die Samen ein, wo er in einem Ruhezustand verbleibt. Stark befallene Samen trocknen aus und keimen nicht. Befallene Samen bilden am Hypokotyl und an den Keimblättern Pykniden, die an die Oberfläche treten und dünnwandige Konidiensporen freisetzen, die die Hauptinfektionsquelle darstellen. Bereits wenige befallene Samen können eine Epidemie auslösen.

Symptome. Die Krankheit tritt in Anbaugebieten von Kohlgemüse und Raps auf. Bei Befall der Sämlinge bilden sich hellgraue Flecken auf den Keimblättern. Bei starker Infektion sterben die Pflanzen ab. An den Stängeln älterer Pflanzen sind längliche hellbraune Flecken in Bodennähe zu beobachten. Die krankheitsbedingten Veränderungen breiten sich allmählich auf die höheren Pflanzenteile aus, wodurch der Stängel schwarz wird. Auf den Blättern entstehen unauffällige Flecken, die zunächst rundlich, hellbraun und später grau sind. Auf ihrer Oberfläche ist eine große Anzahl schwarzer Pykniden zu erkennen (Abb. 30). Es folgt eine Nekrose des befallenen Gewebes (Abb. 31), das von der Pflanze abfällt. An den Kohlköpfen sind während der Lagerung zahlreiche Pykniden zu erkennen, wodurch sich die Trockenfäule des Kohls leicht von anderen Infektionskrankheiten unterscheiden lässt. Aus dem Wurzelhals der befallenen Pflanzen können zahlreiche Nebenwurzeln wachsen.



Abbildung30 – Schwarze Pykniden von Phoma lingam innerhalb der krankheitsbefallenen Stelle auf einem Kohlblatt

Vorbeugung und Bekämpfung

- Das Saatgut mit tiuramhaltigen Mitteln behandeln.
- Eine korrekte Fruchtfolge einhalten.
- Vermeiden Sie für die Anlage von Pflanzungen staunasse Standorte.



Abbildung 31 – Symptome der Trockenfäule an einem Brokkoliblatt

2.9. Grauschimmel (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (Anamorph *Botrytis cinerea* Persoon))

(*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (Anamorph *Botrytis cinerea* Persoon))

Systematik: Ordnung – *Helotiales*, Familie – *Sclerotiniaceae*

Biologie. Der Pilz ist ein typischer Polyphag, der alle Arten von Gemüsepflanzen befällt. Der Erreger überwintert in Form von Myzel, Sklerotien und Konidien (Abb. 32) im Boden auf Pflanzenresten sowie auf landwirtschaftlichen Geräten und Lagerkonstruktionen. Mit *B. cinerea* infiziertes Saatgut ist ebenfalls eine Infektionsquelle. Eine intensive Entwicklung des Erregers findet bei hoher Luftfeuchtigkeit (95–100 %) und einer Temperatur von 15–20 °C bei geringer Lichteinstrahlung statt. Der Erreger befällt insbesondere Pflanzen, die während der Vegetationsperiode durch biotische und abiotische Faktoren geschwächt wurden, in der Phase der Kopfbildung (Abb. 33) und vor der Ernte.

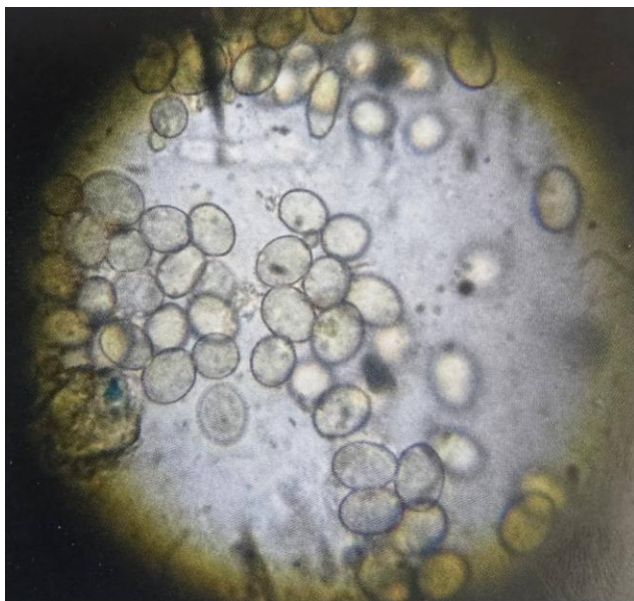


Abbildung 32 – Konidien von *Botrytis cinerea*

Symptome. Das befallene Blattgewebe nimmt eine weißlich-gelbe oder braune Färbung an (Abb. 34) und wird wässrig. Die Flecken sind unterschiedlich groß. Bei feuchtem Wetter

bedeckt ein dichter grau-violetter Belag aus Konidien des Pilzes die befallenen Stellen (Abb. 35, 36). Mit der Zeit verfault die infizierte Oberfläche vollständig (Abb. 37).



Abbildung 33 – Der Pilz befällt Kohl in verschiedenen Wachstumsstadien, auch in der Kopfbildungsphase



Abbildung 34 – Das befallene Blattgewebe nimmt eine weißlich-gelbe, braune Färbung an und wird wässrig



Abbildung 35 – Die im Lager herrschenden Bedingungen begünstigen die Entwicklung des Pilzes und eine reichliche Sporenbildung



Abbildung 36 – Mit der Zeit verfault die infizierte Blattoberfläche des Blumenkohls vollständig



Abbildung 37 – Anfällig für einen Befall sind alle Pflanzenteile, insbesondere die Blütenstände (Brokkoli-Köpfe)

Vorbeugung und Bekämpfung

- Keine Pflanzungen auf Flächen anlegen, auf denen nach Niederschlägen Staunässe festgestellt wurde.
- Halten Sie sich an den für die jeweilige Sorte vorgesehenen Pflanzabstand auf dem Feld.
- Bei Bewässerung der Anpflanzung sind starke Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit zu vermeiden, um ein Aufbrechen der Köpfe zu verhindern, das eine Infektion begünstigt.
- Während der Vegetationsperiode sollten die Pflanzen unter für die Entwicklung des Erregers günstigen Bedingungen ein- oder zweimal mit empfohlenen Mitteln besprüht werden, die beispielsweise Azoxystrobin, Pyraclostrobin oder Boscalid enthalten. Die letzte Behandlung von Kohl, der zur Lagerung bestimmt ist, sollte spätestens 7 Tage vor der Ernte erfolgen.
- In den Lagern müssen optimale Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufrechterhalten werden.

2.10. Weißfäule, Sclerotinia-Fäule (*Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary)

Systematik: Ordnung – *Helotiales*, Familie – *Sclerotiniaceae*

Biologie. Der aus dem Boden stammende Erreger ist ein typischer Polyphag, der viele Gemüsesorten befällt. Bei der Infektion spielen Sklerotien die größte Rolle, da sie die wichtigste Primärquelle des Erregers darstellen. Sie überleben im Boden mehrere bis zwölf Jahre und bleiben dabei aktiv. Sie können direkt zu Myzelien auskeimen und die mit dem Boden in Kontakt stehenden Blätter befallen. Aus den aus dem Boden austretenden Sklerotien wachsen auch Apothezien (Fruchtkörper des Reifestadiums – Abb. 38), an denen sich Asci mit Ascosporen bilden, die die Pflanzen befallen. Die größte Gefahr einer Infektion mit Ascosporen besteht im Mai und Juni (Abb. 39) bei einer günstigen Temperatur von 16–22 °C.



Abbildung 38 – Apothezien von Sclerotinia sclerotiorum



Abbildung 39 – Die größte Gefahr einer Infektion mit Sclerotinia-Sporen besteht im Mai und Juni – absterbende Pflanzen

Symptome. Erste krankheitsbedingte Veränderungen können an den Blattstielen oder an der Blattbasis in Form von dunkelbraunen, wässrigen Flecken auftreten. In der Regel sind deutliche Krankheitssymptome jedoch erst während der Lagerung oder bei längerer Aufbewahrung des Gemüses zu erkennen. Dann bildet sich ein weißer, dichter und flaumiger Belag aus Myzel auf den befallenen Kohlköpfen (Abb. 40). Selten findet sich um das weiße Myzel herum ein orangefarbener Rand aus dichtem Myzel. Im weißen Myzel bilden sich schwarze Sklerotien von der Größe eines Weizenkorns (Abb. 41). Der Erreger gelangt zusammen mit befallenen Kohlköpfen und infiziertem Boden vom Feld in das Lager oder den Haufen.



Abbildung 40 – Weißer, dichter, flaumiger Belag des Myzels von *Sclerotinia sclerotiorum* auf einem befallenen Kohlkopf



Abbildung 41 – Innerhalb des befallenen Gewebes bilden sich schwarze Sklerotien des Pilzes

Vorbeugung und Bekämpfung

- Die Bekämpfung von Unkräutern aus der Familie der Kreuzblütler begrenzt die Population des Erregers und verringert das Risiko eines Krankheitsausbruchs.
- Halten Sie eine korrekte Fruchtfolge ein.
- Auf Feldern, die mit *S. sclerotiorum* befallen sind, sollte eine biologische Bekämpfung unter Verwendung eines Mittels durchgeführt werden, das den antagonistischen Pilz *Coniothyrium minitans* enthält.
- Das Auftreten der Krankheit wird durch das Besprühen der Pflanzen mit Mitteln aus der Gruppe der Strobilurine oder solchen, die Fluopyram, Tebuconazol und Thiophanat-methyl enthalten, eingeschränkt.
- Nach der Ernte die Kohlköpfe unverzüglich kühlen.
- Während der Lagerung sind konstante Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufrechtzuerhalten.

Kapitel 3 – Krankheiten der Karotte

3.1. Nassfäule der Wurzelknollen (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* (Jones) Hauben, syn. *Ervinia carotovora* (Jones) Holland)

Systematik: Ordnung – *Enterobacteriales*, Familie – *Enterobacteriaceae*

Biologie. Das Bakterium überwintert im Boden auf Pflanzenresten. Im Verlauf der Pathogenese erfolgt die Infektion durch Eindringen des Erregers in die Wurzeln, meist über mechanische Verletzungen, die durch Schädlinge oder andere Krankheitserreger verursacht wurden. Die Infektion tritt insbesondere bei anhaltender Bodenüberfeuchtung auf. Warmes (t 20–24 °C) und feuchtes Wetter begünstigt die Entwicklung der Bakteriose. Eine Infektion kann auch bei der Lagerung von feuchten und mechanisch beschädigten Karottenwurzeln auftreten.

Symptome. *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* kann bereits am Ende der Vegetationsperiode (Abb. 42) oder während der Lagerung (Abb. 43) zu massivem Nassfäulebefall der Karottenwurzeln führen. Der Erreger führt zu einer Mazeration (Aufweichung) des Gewebes zu einer glasartigen, halbflüssigen Masse, die von einer dünnen Schale überzogen ist. Die Wurzelfäule geht mit einem typischen unangenehmen Geruch einher.



Abbildung42 – *Pectobacterium carotovorum* – befällt Wurzelgemüse während der Vegetationsperiode

Vorbeugung und Bekämpfung

- Vermeiden Sie den Anbau von Karotten auf schweren, wassersättigten und undurchlässigen Böden.
- Die Bekämpfung von Wurzelparasiten verhindert den parasitären Kontakt von *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* mit dem Pflanzengewebe.

- Mechanische Beschädigungen der Karotten während der Ernte und des Transports vermeiden.
- Beim industriellen Waschen der Wurzeln schützt ein häufiger Wasserwechsel nachfolgende Karottenpartien vor einer Infektion.
- Desinfizieren Sie die Lagerräume und die Ausrüstung, die mit den Wurzeln in Kontakt kommt (Entladeanlagen, Sortiermaschinen, Waagen, Verpackungsmaschinen usw.).



Abbildung43 – *Pectobacterium carotovorum* – befällt Wurzelgemüse während der Lagerung

3.2. Weißfäule, Sclerotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Barry)

Systematik: Ordnung – *Helotiales*, Familie – *Sclerotiniaceae*

Biologie. Der Erreger hat eine große Anzahl von Wirtspflanzen, insbesondere unter den Wurzel- und Stängelgemüsearten. Bei der Infektion spielen die Sklerotien die größte Rolle, da sie nach der Überwinterung im Boden die primäre Quelle des Erregers darstellen (sie bleiben mehrere bis zwölf Jahre lang lebensfähig). Nach dem Austritt an die Bodenoberfläche können sie direkt zu Myzelien des Pilzes auskeimen und die Wurzelverdickungen junger Pflanzen oder die Wurzeln in einem fortgeschrittenen Wachstumsstadium befallen. Der Kontakt der oberirdischen Organe mit infiziertem Boden begünstigt die Infektion der Pflanzen. Außerdem wachsen aus den aus dem Boden austretenden Sklerotien Apothezien, an denen sich Fruchtkörper (Abb. 44) mit Ascomyceten bilden, die das Gemüse befallen. Die Krankheit gelangt zusammen mit infizierten Wurzeln oder Blattresten in Lagerräume oder auf Beete.



Abbildung44 – Sclerotinia sclerotiorum – aus der Fruchtkapsel freigesetzte Ascosporen

Symptome. Erste Anzeichen der Infektion zeigen sich in Form von dunkelbraunen, wässrigen Flecken an den Blattstielen oder an der Blattbasis. Krankheitsveränderungen sind an einer Gruppe benachbarter Pflanzen zu beobachten, deren Blätter welken, zu Boden fallen und verfaulen (Abb. 45). Typische Krankheitssymptome sind ein reichlicher, flaumiger, weißer Myzelbelag auf den befallenen Geweben, insbesondere auf den Wurzelknollen (Abb. 46). Innerhalb des Myzels bilden sich schwarze Sklerotien von der Größe eines Weizenkorns (Abb. 47). Diese Symptome sind meist am Ende der Vegetationsperiode sowie während der Lagerung oder bei längerer Lagerung der Wurzeln zu beobachten.



Abbildung45 – Weißfäule – Myzel an der Blattbasis der Karotte.



Abbildung46 – Weißfäule – Myzel am Wurzelknollen

Vorbeugung und Bekämpfung

- Die Unkrautbekämpfung begrenzt die Intensität oder das Risiko des Auftretens der Krankheit.
- Vermeiden Sie den Anbau von Gemüse in Monokultur oder im Anschluss an Hackfrüchte.
- Vor der Aussaat oder dem Auspflanzen der Setzlinge auf die Feldoberfläche ein Mittel ausbringen, das den Pilz *Coniothyrium minitans* enthält, der ein Antagonist von *Sclerotinia sclerotiorum* ist.
- In der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode, bei drohendem Krankheitsbefall, Schutzmaßnahmen unter Verwendung (gemäß Zulassung) von Mitteln durchführen, die Fludioxonil und Cyprodinil, Thiophanat-methyl, Tebuconazol und Trifloxystrobin, Pyraclostrobin und Boscalid enthalten.
- Die Wurzeln unmittelbar nach der Ernte vom Feld kühlen.
- Während der Lagerung der Wurzeln sind konstante Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufrechtzuerhalten.



Abbildung 47 – Innerhalb des Myzeliums bilden sich Sklerotien: an den Blattstielen (a), an den gefiederten Karottenwurzeln (b), an der Selleriewurzel (c)

3.3. Karottenwurzelflecken, Pythium (*Pythium spp.*)

Systematik: Ordnung – Pythiales, Familie – Pythiaceae

Biologie. Der Erreger der Krankheit ist ein weit verbreiteter pilzartiger Bodenorganismus, der viele Wirtspflanzen hat (Polyphag). Er verursacht eine typische, über den Boden übertragene Krankheit. Sein Thallus ist ungeteilt und körnig. Eine gewisse Rolle im Pathogeneseprozess spielen die im Boden überwinternden Oosporen. Auch die Hyphen (Abb. 48) überwintern in Pflanzenresten im Boden. Der Erreger kann in Form einer Ruhephase viele Jahre lang im Boden überleben und dabei seine Aktivität bewahren. Die optimale Temperatur für die Entwicklung der meisten Arten der Gattung *Pythium* liegt bei 18–25 °C; begünstigt wird sie zudem durch hohe Bodenfeuchtigkeit und mäßige Bodentemperaturen. Ein hoher pH-Wert des Bodens hemmt die Entwicklung dieser Mikroorganismen.

Symptome. An den Wurzelknollen von Karotten oder Petersilie sind graubraune Flecken zu erkennen (Abb. 49). Nach einiger Zeit entstehen an den Stellen der Verfärbung kraterartige Löcher mit schwarz werdenden Rändern. Das angrenzende Gewebe verhornt (es wird korkartig). In vielen Fällen kommt es zu Sekundärinfektionen durch andere Pflanzenschädlinge, insbesondere Bakterien. Optimale Bedingungen für die Entwicklung des Erregers sind feuchter, durchnässter Boden und eine Temperatur von 18–25 °C.

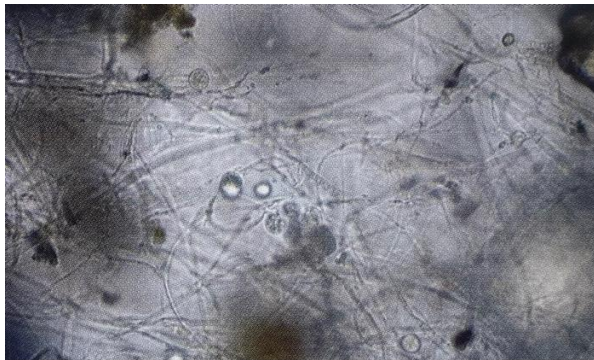


Abbildung48 – Myzel von *Pythium* spp. mit Zoosporen



Abbildung49 – Symptome der Fleckenkrankheit an Karotten

Vorbeugung und Bekämpfung

- Vermeiden Sie Parzellen, auf denen diese Krankheit in den Vorjahren festgestellt wurde.
- Karotten nicht im Anschluss an Brokkoli, Blumenkohl, Sellerie oder Rote Bete anbauen. Eine gute Vorfrucht ist Zwiebel.
- Den Anbau auf erhöhten Beeten auf wasserdurchlässigen Böden durchführen. Ebenfalls sinnvoll ist der Einsatz eines Tiefenlockerers bis zu einer Tiefe von 40 cm vor der Beetbildung.

3.4. Alternaria-Fäule der Karotte (*Alternaria dauci* (Kuhn) Groves et Skolko)

Systematik: Ordnung – *Pleosporales*, Familie – *Pleosporaceae*

Biologie. Der Pilz befällt Karotten, Petersilie und Sellerie. Der Erreger ist ein Saprotroph, der auf Pflanzenresten überwintern kann. Manchmal besiedelt er auch das Saatgut und entwickelt sich auf befallenen Beständen der Wirtspflanzen. Die optimale Temperatur für die Entwicklung des Pilzes liegt bei 25–27 °C bei mäßiger Luftfeuchtigkeit. Die Sporenbildung und die Infektion der Pflanzen können bereits bei Temperaturen unter 8 °C stattfinden. Ein massiver Befall der Pflanzen tritt bei mehrtägigem warmem und regnerischem Wetter auf. Eine intensive Bewässerung der Plantagen begünstigt ebenfalls die schnelle Entwicklung des Erregers. Konidien (Abb. 50) werden durch Wind und Wasser verbreitet und können auch über Gartengeräte übertragen werden.



Abbildung50 – Konidien von *Alternaria dauci*



Abbildung51 – Schwarzbeinigkeit bei Karottenkeimlingen, verursacht durch *Alternaria dauci*



Abbildung52 – Kleine braune Flecken auf den Blattspreiten – Symptome von Alternaria

Symptome. Der Pilz ist während der Keimphase einer der Verursacher der Schwarzfäule (Verfaulung) der Sämlinge (Abb. 51). Später befällt er die Blätter und Wurzeln der im Feld angebauten Pflanzen. Auf den Blättern und Blattstielen erscheinen kleine, zunächst braune, später schwarze Flecken (Abb. 52), um die herum das Gewebe vergilbt (Abb. 53). Mit fortschreitender Entwicklung des Erregers verbinden sich die Flecken miteinander. Bei intensivem Krankheitsverlauf ist auf der Oberfläche des erkrankten Gewebes ein weißer Myzelbefall zu erkennen. Stark befallene Blätter vertrocknen vorzeitig, was die Assimulationsfläche der Pflanze erheblich einschränkt. Das Fehlen gesunder, fester Blätter erschwert und macht die maschinelle Ernte von Wurzelgemüse manchmal unmöglich.

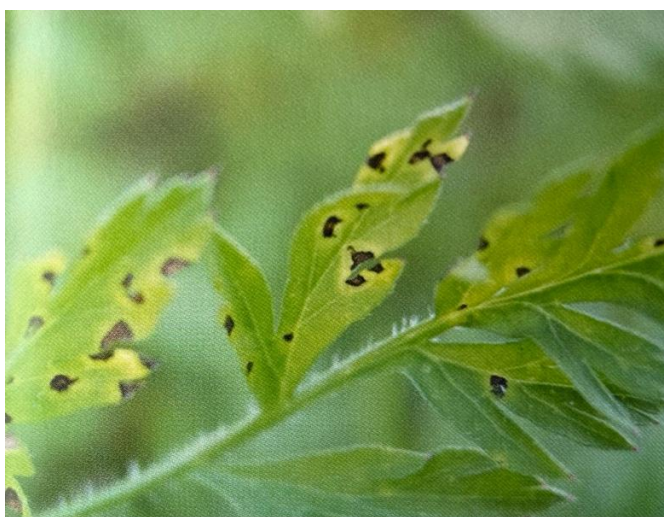


Abbildung53 – Bei Alternaria-Befall hellt sich das Gewebe um die Flecken herum auf

Der Pilz befällt auch die Wurzelgemüse, oft gemeinsam mit *A. radicina*, und verursacht das Auftreten von braun-schwarzen, trockenen, eingedrückten Flecken im oberen Teil – im

Bereich des Wurzelkopfes (Abb. 54). Solche Symptome treten meist nur während der Lagerung von Karotten auf.



Abbildung 54 – Braun-schwarze, trockene, eingedrückte Flecken im oberen Teil der Karottenwurzel – Folge eines Befalls durch Alternaria dauci und A. radicina. Sie treten meist nur während der Lagerung der Wurzelgemüse auf

Vorbeugung und Bekämpfung

- Halten Sie eine korrekte Fruchtfolge ein und legen Sie eine 3–4-jährige Pause beim Anbau von Wurzelgemüse auf demselben Feld ein.
- Pflanzenreste nach der Ernte gründlich entfernen, um ein Überwintern des Erregers zu verhindern.
- Gesunde, mit Thiuram behandelte Samen aussäen.
- Die empfohlenen Aussaatmengen für die jeweiligen Gemüsesorten und -arten einhalten.
- Von Juli bis August die Pflanzenbestände inspizieren und dabei besonders auf die ältesten und schwächsten Blätter achten.
- Bei Feststellung der Krankheit die Pflanzen besprühen: zunächst mit Kontaktmitteln, bei zunehmender Gefahr alle 7–14 Tage mit Mitteln mit Tiefen- und Systemwirkung. Die Empfehlungen sind besonders wichtig für Gemüse, das mit einem Mähdrescher geerntet wird.

3.5. Mehltau der Sellerengewächse (*Erysiphe heraclei* DC)

Systematik: Ordnung – Erysiphales, Familie – Erysiphaceae

Biologie. Der Pilz überwintert im perfekten (beutelförmigen) Stadium in Form geschlossener Fruchtkörper (Kleistothezien) in Pflanzenresten der Familie der Apiaceae (früher Umbelliferae). Im frühen Frühjahr entwickelt er sich auf Unkräutern derselben Familie. Dort bilden sich auch Konidien, die vom Wind auf Karotten und Petersilie (besonders anfällig) übertragen werden. In der Endphase des Krankheitsverlaufs – im Herbst – bilden sich die Fruchtkörper des Pilzes (braun-schwarze Kleistothezien), in deren Inneren sich 3–8 Säcke befinden. In jeder davon befinden sich mehrere olivbraune Ascosporen.



Abbildung55 – Karottenblätter sind stark von *Erysiphe heraclei* befallen

Vorbeugung und Bekämpfung (Mehltau):

- Die Pflanzen nicht zu dicht anpflanzen und eine übermäßige Stickstoffzufuhr vermeiden.
- Eine chemische Bekämpfung ist in Zeiträumen gerechtfertigt, die die Entwicklung der Krankheit begünstigen, d. h. bei sonnigem, regenlosem Wetter. Eine Reihe von mehreren Spritzungen sollte unmittelbar nach dem Auftreten selbst einzelner Flecken auf Blättern und Blattstielen begonnen werden. Die Häufigkeit der Behandlungen sollte 7–10 Tage betragen. Empfohlen werden Fungizide (gemäß Zulassung) aus der Gruppe der Strobilurine, einzeln oder in Kombination mit Boscalid, sowie solche, die folgende Wirkstoffe enthalten: Difenoconazol, Bupirimat, Schwefel, Mancozeb, Tebuconazol, Thiophanat-methyl, Strobilurine, und bei geringem Infektionsdruck auch den antagonistischen Organismus *Bacillus subtilis*.



Abbildung56 – Der mehlige Belag besteht aus Myzel mit Konidien

Symptome. Auf der Ober- und Unterseite der Blattspreite (Abb. 55), an den Blattstielen und an den Samenstielen bildet sich ein mehliger Belag aus weißem Myzel (Abb. 56) mit zahlreichen zylindrischen Konidien. Zunächst handelt es sich um lokale Flecken, die im Laufe der Entwicklung des Pilzes zusammenfließen und fast die gesamte Assimilationsfläche

bedecken. Die befallenen Blätter sterben allmählich ab (Abb. 57), was zu einem vorzeitigen Ende der Vegetationsperiode führt. Tritt die Krankheit in den Plantagen in der Endphase der Vegetationsperiode auf, hat sie keine große wirtschaftliche Bedeutung. In Jahren mit vielen sonnigen und warmen Tagen kann das Auftreten von *E. heraclei* bereits im Juli/August beobachtet werden. In diesem Fall muss mit Ernteaussfällen gerechnet werden.



Abbildung 57 – Infiziertes Blatt, das allmählich abstirbt

Ein Ausbruch der Krankheit auf Saatgutplantagen führt zu einer Verringerung des Saatgutwertes.

3.6. Grauschimmel (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (Anamorph – *Botrytis cinerea* Persoon))

Systematik: Ordnung – *Helotiales*, Familie – *Sclerotiniaceae*

Biologie. Der Pilz ist ein Polyphag, der alle Arten von Gemüsepflanzen befällt. Als Saprotroph kann er im Boden auf abgestorbenen Pflanzenresten in Form von Myzel, Sklerotien und Konidien überwintern (Abb. 58). Er kann auch auf Samen, Bodenbearbeitungsgeräten, Verpackungen und Lagerkonstruktionen überleben. Er entwickelt sich intensiv bei hoher Luftfeuchtigkeit (95–100 %) und einer Temperatur von 18–20 °C. Eine Infektion kann sogar bei einer Temperatur von 1 °C erfolgen. Begünstigt wird die Krankheit durch: Schwächung der Pflanzen durch andere Schädlinge, geringe Lichtmenge sowie einen Mangel an Kalzium und Kalium im Boden. In der Phase der Wurzelknollenbildung und vor der Ernte befällt *B. cinerea* abgestorbene oder mechanisch beschädigte Pflanzenteile. Eine Infektion der Wurzeln tritt insbesondere bei starken Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit und bei Kälteeinbrüchen auf. Der Erreger ist einer der Schädlinge, die die Schwarzbeinigkeit bei Sämlingen verursachen.



Abbildung58 – Botrytis cinerea – Konidien und ein Fragment eines Konidienträgers



Abbildung59 – Symptome von Grauschimmel, die meist an den Spitzen der Wurzeln zu erkennen sind

Symptome. Zunächst sind die unteren, älteren Blätter befallen, die normalerweise mit dem Substrat in Kontakt stehen. Die auf dem befallenen Gewebe wachsenden Konidien wandern in den unterirdischen Teil der Karottenwurzeln. Am häufigsten sind die Symptome an der Wurzelspitze zu erkennen (Abb. 59). Braune, wässrige Flecken sind an den Wurzeln in der Anfangsphase ihrer Lagerung zu beobachten.

Vorbeugung und Bekämpfung:

- Die Wurzelgemüse nicht bei zu hoher Pflanzdichte anbauen.
- Die Wurzeln bei sonnigem Wetter ernten, wenn die Bodenfeuchtigkeit gering ist.
- Für die Lagerung gesunde, unbeschädigte und nicht mit Erde verschmutzte Wurzelgemüse auswählen.
- Halten Sie in den Lagerräumen eine optimale Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufrecht.
- Der chemische Schutz sollte in kalten und feuchten Perioden unter Verwendung zugelassener Fungizide erfolgen, die Tebuconazol und Verbindungen aus der Gruppe der Strobilurine oder Fluopyram, Thiophanat-methyl, Fludioxonil und Cyprodinil enthalten.

3.7. Rhizoctonia-Fäule der Karotte (*Rhizoctonia carotae* und *Helicobasidium purpureum* (Frank) Donk)

Systematik: Ordnung – *Cantharellales*, Familie – *Ceratobasidiaceae*

Biologie. Die Erreger der Krankheit gehören zu den polyphagen Pilzen, die über 300 Wirtspflanzenarten befallen. Die Ruheformen dieser Pilze können mehrere Jahre im Boden verbleiben und behalten dabei ihre Infektionsfähigkeit. Die Sklerotien des Pilzes, die als Überlebensformen dienen, bilden sich in der Regel während der Ernte oder Lagerung der Wurzeln. Der Pilz (Abb. 60) entwickelt sich schnell bei hoher Luftfeuchtigkeit oder auf feuchten Wurzeln, selbst bei einer Temperatur von 0 °C.



Abbildung60 – Myzel von *Rhizoctonia solani*

Symptome. Die Krankheit tritt am häufigsten in der Vorerntezeit und während der Lagerung von Karotten auf. An den Wurzeln bilden sich kleine, kraterförmige Vertiefungen (Abb. 61), die mit weißem Myzel bedeckt sind. Mit der Zeit vergrößern sich die Krater, das Myzel verfärbt sich gelb, und auf seiner Oberfläche erscheinen braun-schwarze Sklerotien mit einem Durchmesser von 1–3 mm. Diese Krankheit geht in der Regel mit Wurzelfäule einher.



Abbildung61 – An den von *Rhizoctonia solani* befallenen Wurzeln bilden sich kleine, kraterförmige Vertiefungen, die mit weißem Myzel bedeckt sind

Vorbeugung und Bekämpfung:

- Beachten Sie die Regeln der richtigen Fruchtfolge mit dem Anbau von Getreide.
- Lagerräume, Kühlkammern und Lagerorte für Karotten mit einem benzoesäurehaltigen Mittel desinfizieren.
- Verwenden Sie zur Lagerung von Karotten palettenfähige Kisten (Behälter), die frei von Krankheitserregern sind und mit einem Mittel, das Benzoesäure enthält, desinfiziert wurden.
- Während der Lagerung der Wurzelgemüse eine konstante Temperatur aufrechterhalten.

3.8. Schwarze Fleckenkrankheit der Karotte (*Rhexocercosporidium carotae*, syn. *Acrothecium carotae*)

Biologie. Der Erreger der Krankheit ist ein im Boden lebender Organismus, von wo aus er in erster Linie die Wurzeln befällt. Die Ausbreitung erfolgt überwiegend über Konidien. Eine Ansteckung kann auch beim Putzen und Waschen der Wurzeln vor dem Versand erfolgen. Leider werden die Krankheitssymptome manchmal an Karotten festgestellt, die auf einer Fläche angebaut wurden, auf der dieser Erreger zuvor noch nie nachgewiesen wurde (es wird vermutet, dass infiziertes Saatgut die Quelle sein könnte).



*Abbildung 62 – Bei einem Befall der Karottenwurzeln durch den Pilz *Rhexocercosporidium carotae* breiten sich linsenförmige Flecken quer über die Wurzel aus*

Symptome. Sie treten ausschließlich an den Wurzeln auf, manchmal erst während der Lagerung. An den Stellen der Linsen (Atemlöcher an der Wurzel) bildet sich zunächst ein linsenförmiger Fleck (Abb. 62), dessen spitze Enden sich quer über die Wurzel (kreisförmig) ausbreiten. Der Fleck vergrößert sich auch geringfügig nach oben und unten, jedoch nimmt

ein einzelner Fleck in der Regel keine runde Form an. Die linsenförmigen braunen Flecken sind im mittleren Teil etwas heller, der allmählich absinkt, was schließlich dazu führt, dass der Erreger tiefere Schichten des Fruchtfleisches (der Rinde) zerstört. Es bildet sich eine kraterartige Vertiefung. Die erkrankten Wurzeln verlieren ihren Handels- und Verarbeitungswert.

- Halten Sie eine mehrjährige Pause beim Anbau von Karotten auf derselben Fläche ein.
- Das Krankheitsrisiko steigt, wenn die Ernte bei Temperaturen über 7 °C erfolgt und wenn Wurzeln ausgegraben werden, die zumindest kurzzeitig Temperaturen unter 0 °C ausgesetzt waren.

3.9. Schwarze Wurzelfäule (*Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris (1912))

Systematik: Ordnung – *Microascales*, Familie – *Ceratocystidaceae*

Biologie. Der Erreger verursacht erhebliche wirtschaftliche Verluste. Der Pilz bildet Endokonidien (Sporen, die im Inneren der konidienbildenden Zelle entstehen – Abb. 62) und Chlamydosporen (Ruhesporen), die die Wirtspflanze befallen. Die Sporen werden leicht durch das Bodenwasser übertragen und können mehrere Monate lang auf Pflanzenresten überdauern. Die Hauptquelle des Erregers ist der Boden. Das Eindringen in das Gewebe des Wirts erfolgt überwiegend über natürliche Öffnungen oder Wunden. Bei der Anwendung moderner Technologien zur Erzeugung, Entladung, Reinigung der Wurzeln oder deren Vorbereitung für den Verkauf besteht ein hohes Risiko einer Infektion der Karotten während des Waschens. Die Krankheit bricht dann relativ schnell aus, nachdem die Ware in eine luftdichte Folienverpackung gebracht wurde – hohe Luftfeuchtigkeit und mäßige Temperaturen begünstigen die Entwicklung des Pilzes.



Abbildung 63 – *Thielaviopsis basicola* – Myzel und Endokonidien



Abbildung 64 – Erste Symptome der Schwarzfäule an Wurzelgemüse



Abbildung 65 – Sporenbildendes Myzel von *Thielaviopsis basicola* an Karottenwurzeln

Symptome. Während des Anbaus von Karotten oder sogar bei der Ernte der Wurzelgemüse sind die Krankheitssymptome meist nicht erkennbar. Bei einer Infektion der Karotten zeigt sich die Krankheit erst während der Lagerung, insbesondere bei zu hohen Temperaturen und zu hoher Luftfeuchtigkeit. Dann ist auf der Oberfläche der Wurzel ein Myzel in Form eines zunächst grauen Belags zu erkennen (Abb. 64), der mit der Zeit schwarz wird und einen Großteil der Wurzeloberfläche bedeckt (Abb. 65).

Vorbeugung und Bekämpfung

- Der Verzicht auf den Anbau von Karotten in Monokultur begrenzt die Ausbreitung der Krankheit an diesem Standort.
- Halten Sie sich an die Regeln der richtigen Fruchtfolge und wechseln Sie den Anbau von Karotten mit Kartoffeln und Getreide ab. Vermeiden Sie Kartoffeln und Gurken als Vorfrüchte.
- Es wurde ein starker Befall der Karottenwurzeln bei Anbau auf sandigen Böden mit einem pH-Wert über 5,6 festgestellt, daher sollte dieser Wert nicht überschritten werden.
- Stickstoff in Form von NO_3^- (Nitrat) kann das Wachstum des Pilzes begünstigen, während er in Form von NH_4^+ (Ammonium) toxisch auf ihn wirkt.
- Beim Waschen der Karottenwurzeln sind die Hygienevorschriften einzuhalten.

- In einigen Ländern wird der Flüssigkeit, in der die Karotten vor dem Vertrieb gewaschen werden, Benzoesäure zugesetzt. In der Ukraine wird dies bislang nicht empfohlen.

Kapitel 4 – Krankheiten der Zwiebel

4.1. KRANKHEITEN BAKTERIELLEN URSPRUNGS

Bakterielle Erkrankungen von Zwiebeln stellen im Gemüseanbau ein Problem dar, das in den letzten Jahren immer gravierender geworden ist. Eine der Ursachen hierfür sind die klimatischen Veränderungen, die sich in den letzten Jahren verstärkt haben. Witterungsbedingungen wie hohe Temperaturen während der Vegetationsperiode des Gemüses, starke Niederschläge, Hagel, starke Winde und periodische Überschwemmungen der Felder begünstigen die Entwicklung von Bakteriosen bei Zwiebeln. Ein weiterer Grund für die hohen Verluste durch Bakteriosen ist das Fehlen ausreichend wirksamer Schutzmaßnahmen.

Bakteriosen entwickeln sich sehr schnell, das Anfangsstadium des Krankheitsprozesses ist schwer zu erkennen. Durch Bakteriosen verursachte Verluste treten während der Vegetationsperiode der Pflanzen, beim Transport der Zwiebeln und insbesondere während ihrer Lagerung auf.



Abbildung66 – Bakterienbefall an Zwiebeln

Die Entwicklung einer bakteriellen Erkrankung ist das Ergebnis einer Wechselwirkung zwischen dem Erreger und der Pflanze. Sie hängt von den in der befallenen Pflanze induzierten Stoffwechselprozessen, der Aktivität der die Pathogenese bestimmenden bakteriellen Faktoren sowie von den Umweltbedingungen ab. Daher bedeutet das Vorhandensein von Bakterien auf der Oberfläche oder im Inneren des Pflanzengewebes nicht immer die Entwicklung eines Krankheitsprozesses. Symptome der Krankheit treten nur unter bestimmten, für die Entwicklung der Krankheit günstigen Bedingungen auf.

Die Infektion von Zwiebelpflanzen mit Bakterien erfolgt auf passive Weise. Es handelt sich um einen zufälligen Prozess. In der Regel dringen die Bakterien durch mechanische Verletzungen, die während des Anbaus, der Ernte oder des Transports der Zwiebeln entstanden sind, sowie durch natürliche Öffnungen (Stomata, Linsen, Hydatoden) in die Pflanze ein. Die Hauptquelle der Primärinfektion sind meist erkrankte Pflanzen und infizierte Pflanzenreste, die auf dem Feld zurückbleiben. Eine große Gefahr stellen auch mit Erde verschmutzte Maschinen, Werkzeuge und Schuhe dar. Darüber hinaus können die Bakterien in Bächen und Teichen überleben, von wo aus sie zusammen mit dem Bewässerungswasser auf die Plantagen gelangen.



Abbildung67 – Erste Symptome der Bakteriose – die fleischigen Schuppen sind weich und sehen aus, als seien sie mit Wasser vollgesogen

Verbreitung der Bakterien

Die wirksamste Ausbreitung der Bakterien, die die oberirdischen Pflanzenteile befallen, erfolgt bei Regen- und Windwetter oder während der Bewässerung der Bestände. Dies geschieht, weil von Bakterien befallene Pflanzen häufig schleimige Exsudate absondern. In dem Schleim, der vom Regen ausgewaschen oder durch auftreffende Tropfen verspritzt wird, können die Bakterienzellen über große Entfernungen transportiert werden.

Insekten und Vögel, die Pflanzen besuchen, auf denen sich bakterielle Ausscheidungen befinden, können eine große Rolle bei der Verbreitung krankheitserregender Bakterien spielen. Insekten, die als Schädlinge des Zwiebelanbaus gelten, begünstigen die Infektion und die anschließende Ausbreitung der Bakterien auf dem Feld und in den Lagern erheblich. Bakterien können alle Entwicklungsstadien der Insekten begleiten, doch die größte

Bedeutung für ihre Übertragung haben die Larven. Der Körper der Larve kann mit Bakterienzellen bedeckt sein, nachdem sie sich in der Nähe befallener Zwiebeln bewegt hat. Anschließend übertragen die Larven die Bakterien auf gesunde Pflanzen, an die Stellen, an denen sie sich ernähren, und dort beginnt die Entwicklung der Krankheit.

Ein wichtiger Aspekt für die Erhaltung einer gesunden Zwiebelplantage ist die Verwendung von qualitativ hochwertigem Saatgut oder Pflanzzwiebeln (Setzzwiebeln). Dieses Material muss gesund und frei von Krankheitserregern sein. Bakterien können zusammen mit diesem Material auf die Plantage eingeschleppt werden. -Saatgut spielt eine sehr wichtige Rolle bei der Übertragung von Bakterien über große Entfernungen hinweg, sowohl innerhalb eines Landes als auch auf andere Kontinente. Samen dienen zudem als Überwinterungsort für bakterielle Krankheitserreger, was insbesondere für Bakterien von Bedeutung ist, die keine Sporen bilden. Von infiziertem Saatgut aus verbreiten sich die Bakterien auf die Keimlinge und lösen dort Krankheitsprozesse aus.

Durch Bakterien verursachte Krankheiten

In Mitteleuropa befallen insbesondere folgende Bakterienarten die Zwiebelkulturen: *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola*, *Burkholderia cepacia*, *Pantoea ananatis*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*.

Zudem treten neue Erreger auf, die bisher nicht als Verursacher von Zwiebelbakteriosen registriert waren. Dabei handelt es sich um die Arten *Serratia* sp., *Enterobacter* sp. und *Pseudomonas* sp. Das Auftreten neuer Erreger hängt mit der Entwicklung von Methoden zusammen, die eine genauere Diagnose bakterieller Krankheiten und die Identifizierung ihrer Erreger ermöglichen. Vor allem aber hängt das Auftreten neuer Krankheitserreger mit der intensiven Zunahme des Imports sowohl von Handelszwiebeln als auch von Pflanzgut, insbesondere von Saatzwiebeln, zusammen.



Abbildung68 – Schleimige und hellbraune äußere Schalen – Symptome der Schalenfäule, verursacht durch *Burkholderia cepacia*

4.1.1. Weichfäule der Zwiebel (*Burkholderia gladioli* pv. *Alliicola*)

Diese Krankheit (Weichfäule) beginnt am Hals und ist oft die Folge von Schäden, die durch andere Erreger verursacht wurden, beispielsweise durch Falschen Mehltau, Schädlinge oder Witterungseinflüsse. Im Frühstadium der Krankheit sind an der Oberfläche der Zwiebel keine sichtbaren Veränderungen zu beobachten, mit Ausnahme eines gelegentlich weichen Halses, der nur beim Drücken spürbar ist. Manchmal kann die Krankheit mit dem Welken von 1–2 inneren Blättern beginnen, die dann vergilben und an der Spitze absterben. Die übrigen Blätter bleiben grün. Beim Aufschneiden der Zwiebel sind jedoch befallene innere, fleischige Schalen zu erkennen, die weich sind und wie mit Wasser getränkt aussehen. Mit der Zeit bilden sich auf den verfaulenden Schalen dunkle Flecken, und es kommt zur Erweichung und zum Verfaulen der gesamten Zwiebel.

4.1.2. Saure Zwiebelhaut (*Burkholderia cepacia*)

Ein weiteres gefährliches Bakterium ist *Burkholderia cepacia*, das eine Krankheit namens „saure Schale“ verursacht. Diese Krankheit stellt ein ernstes Problem im Gemüseanbau dar, da sie zu hohen Ernteverlusten bei Zwiebeln führt, die manchmal sogar 100 % erreichen. Die durch dieses Bakterium verursachten Schäden sind oft erst im Lager sichtbar, obwohl die Infektion der Zwiebeln bereits auf dem Feld stattfindet. Der im Boden oder im Wasser vorhandene Erreger dringt durch Verletzungen im Halsbereich, die beispielsweise durch das Umknicken der Keimblätter oder durch mechanische Beschädigungen entstanden sind, in das Gewebe ein. Der Erreger wandert vom Blattgewebe in Richtung Zwiebel. Die äußeren Schalen werden schleimig und verfärben sich hellgelb bis hellbraun. Die inneren Schalen und das Zwiebelherz bleiben unbefallen. Trockene äußere Schuppen können sich beim manuellen Ausgraben der Zwiebel leicht ablösen und weisen auf den befallenen Teil der Zwiebel hin. Die für die Entwicklung der Krankheit förderliche Temperatur liegt bei über 30 °C. Oft, insbesondere bei jungen Pflanzen, bleibt die Infektion verborgen, und die Symptome treten erst auf, wenn sich die Zwiebel zu bilden beginnt.



Abbildung 69 – Eine ganze Zwiebel mit Symptomen starker Fäulnis



Abbildung 70 – Charakteristische zitronengelbe Kolonien von *Burkholderia cepacia* auf mikrobiologischem Nährmedium

4.1.3. Zentralfäule der Zwiebel (*Pantoea ananatis*)

Besondere Aufmerksamkeit sollte dem Bakterium *Pantoea ananatis* gewidmet werden, das über das Saatgut übertragen wird. Die Symptome der durch diesen Erreger verursachten Krankheit treten zunächst an den jungen Blättern der Zwiebel auf. Es handelt sich um weiße Streifen mit Rändern, die wie mit Wasser getränkt aussehen und entlang der Blätter verlaufen. In einigen Fällen können die Blätter welken. Die Krankheit breitet sich allmählich in die unteren Teile der Pflanze aus, bis sie schließlich die Zwiebel erreicht. Infizierte Zwiebelschalen haben eine blassgelbe bis gelb-orange Farbe. Bakterien anderer -Arten, insbesondere Saprotrophe, dringen sekundär in die Zwiebel ein und verursachen deren Zerfall und Fäulnis.

Pantoea ananatis verursacht keine größeren Schäden an den Zwiebelschalen, da es keine pektolytischen Enzyme besitzt. Allerdings werden von *P. ananatis* befallene Zwiebeln häufiger von anderen Mikroorganismen besiedelt, die das Gewebe der Schalen zersetzen. Die Fäulnis geht mit einem charakteristischen Geruch einher. Leider korreliert der Befallsgrad der Zwiebeln nicht mit dem Ausmaß der Krankheitssymptome an den Blättern. Oft beginnt die Entwicklung der Krankheit bereits auf dem Feld, zeigt sich jedoch erst im Lager. Somit ist die Fäulnis der inneren Schalen nicht nur eine Krankheit, die auf dem Feld von Bedeutung ist, sondern kann auch zu erheblichen Verlusten während der Lagerung der Zwiebeln führen.

4.1.4. Nassfäule bei Zwiebeln (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*)

Das Bakterium *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* verursacht bei Zwiebeln **Nassfäule**. Die ersten Symptome sind kleine Flecken auf den Schalen, die wie mit Wasser getränkt aussehen, sich rasch vergrößern und sowohl an der Oberfläche auftreten als auch in das betroffene Gewebe eindringen. Das Gewebe im Bereich des befallenen Abschnitts verfärbt sich cremefarben, wird schleimig und verwandelt sich in eine leicht körnige Masse. Die Oberfläche der befallenen Zwiebeln kann unbeschädigt bleiben, während sich das innere Gewebe in einen trüben, halbflüssigen Brei verwandelt. Mit der Zeit kann sich die gesamte Zwiebel in eine weiche, wässrige, verfaule Masse verwandeln. Aus dem verfaulenden Gewebe tritt ein unangenehmer Geruch aus. Oft ist dies das Ergebnis der Zersetzung des Gewebes durch sekundäre saprotrophe Bakterien.

Andere der genannten Bakterienarten (*Serratia* sp., *Pseudomonas* sp., *Enterobacter* sp.) verursachen verschiedene Arten von Fäulnis. Sehr oft werden die Krankheitssymptome erst im Lager sichtbar. Die Krankheit entwickelt sich sehr schnell. Neue Zwiebeln werden befallen. Der durch diese Krankheiten verursachte Schaden ist enorm.

Vorbeugung

Angesichts der Besonderheiten von Bakteriosen ist eine wirksame Vorbeugung gegen diese Krankheiten sehr wichtig. Es sollte ausschließlich gesundes Vermehrungsmaterial verwendet werden. Das Saatgut muss vollständig frei von Krankheitserregern sein. Partien von Saatzwiebeln, in denen auch nur vereinzelte, mit Bakterien befallene Exemplare festgestellt werden, müssen vollständig aussortiert werden. Beim Schutz der Zwiebeln vor Bakteriosen

spielen agrartechnische Maßnahmen eine wichtige Rolle. Zunächst ist auf eine sorgfältige Vorbereitung des Feldes vor der Aussaat zu achten. Der Anbau sollte nicht in Monokultur und auf feuchten Flächen erfolgen. Der Boden muss richtig gedüngt werden. Es ist zu beachten, dass mit Bakterien befallene Pflanzen durch Verbrennen vernichtet werden müssen. Befallenes Material darf nicht untergepflügt werden.

Die Vegetationsperiode ab dem Zeitpunkt der Knollenbildung ist sehr wichtig. Dann sollte für eine angemessene Bewässerung gesorgt werden. Das Wasser sollte aus einer geprüften Quelle stammen. Während des Anbaus sollten Unkräuter entfernt und die Pflanzen vor Schädlingen sowie pathogenen Pilzen und Viren geschützt werden. Schäden, die durch diese Organismen verursacht werden, erhöhen das Risiko einer Infektion der Zwiebeln mit Bakterien.

Die zur Ernte bestimmten Zwiebeln müssen reif sein und einen gut ausgetrockneten Hals aufweisen. Unmittelbar nach der Ernte sollten sie schnell und gründlich getrocknet werden, und für die Lagerung sollten nur gesunde und mechanisch unbeschädigte Exemplare ausgewählt werden. Es ist wichtig, eine optimale Temperatur und eine angemessene Belüftung sicherzustellen, um die Ansammlung von CO₂ sowie von Feuchtigkeit zu verhindern, die die Entwicklung und Ausbreitung von Krankheiten begünstigt.

Bei bakteriellen Krankheiten ist die Einhaltung hygienischer Produktionsbedingungen besonders wichtig. Die entsprechenden Hygienevorschriften müssen in jeder Produktionsphase eingehalten werden, d. h. beim Anbau, bei der Lagerung und beim Transport.

4.2. PILZERKRANKUNGEN, DIE ZWIEBELN BEFALLEN

Im professionellen Zwiebelanbau lässt sich der Einsatz von Fungiziden kaum vermeiden, da diese Art anfällig für Befall durch viele pilzliche und pilzähnliche Erreger ist. Es ist wichtig zu wissen, mit welchen Gefahren man in der Saison konfrontiert sein wird.

4.2.1. Zwiebelhalsfäule (*Botrytis allii* Munn)

Dies ist eine der häufigsten und schädlichsten Krankheiten bei Zwiebeln. In Jahren mit hohen Niederschlagsmengen können die Ernteaufträge bei dieser Kultur mehrere Dutzend Prozent betragen. Die Krankheit zeigt sich in der Regel erst im Lager, doch die Ansteckung erfolgt bereits auf dem Feld. Die Symptome sind am deutlichsten am Hals der Zwiebel zu erkennen. Die fleischigen Schalen der Zwiebel verfaulen, werden weich und nehmen eine bräunliche Färbung an. Auf der Oberfläche der verfaulten Schalen bildet sich ein grauer, staubiger Belag sowie schwarze Ruhestadien – Sklerotien. Die Hauptverursacher der Krankheit sind drei Pilzarten: *Botrytis aclada*, *B. allii* und *B. byssoidea*. Alle diese Arten bilden einen charakteristischen grauen Belag. Die Erreger überwintern in Form von Myzel und Sklerotien auf den Resten befallener Pflanzen, die nach der Zwiebelernte auf dem Feld zurückbleiben. Sie können mehrere Jahre im Boden überdauern, ohne ihre Fähigkeit zur Infektion von Pflanzen zu verlieren. Häufige Niederschläge sowie eine übermäßige Stickstoffdüngung begünstigen die Entwicklung der Krankheit. Regen verzögert die Reifung der Zwiebeln und erschwert deren Trocknung. Befall wird durch Insektenschäden an den Pflanzen sowie durch

Verletzungen begünstigt, die bei der Ernte und beim Transport entstehen. Während der Lagerung breitet sich die Krankheit schnell aus, was zu massivem Verfaulen der Zwiebeln führt.



Abbildung71 – Halsfäule, verursacht durch *Botrytis aclada*

Beim Schutz der Zwiebeln vor Halsfäule ist die Beseitigung der primären Infektionsquellen sehr wichtig. Auf dem befallenen Feld sollte eine mehrjährige Pause beim Anbau von Zwiebeln und anderen Zwiebelgemüsen eingehalten werden. Für die Aussaat sollten nur Samen mit hohem Keimwert verwendet werden. Vermeiden Sie eine übermäßige Stickstoffdüngung. Nach dem Ausgraben der Zwiebeln wird ein längeres Trocknen auf dem Feld nicht empfohlen. Zur Lagerung sollten nur gesunde, unbeschädigte Zwiebeln verwendet werden.

4.2.2. Fusarium-Fäule bei Zwiebeln (*Fusarium oxysporum*)

Sie wird durch den Pilz *Fusarium oxysporum f.sp. cepa* verursacht, der als Erreger im Boden überwintert und auf dem Saatgut überdauert. Dies ist eine besonders gefährliche Krankheit der letzten Jahre, insbesondere im Monokulturanbau. Diese Krankheit tritt häufig zusammen mit der **rosa** Zwiebelwurzelfäule auf, die durch den Pilz *Pyrenochaeta terrestris* verursacht wird. Am häufigsten tritt sie beim Anbau von Zwiebeln auf begrenzten Flächen auf, wo die Regeln der Fruchtfolge nicht eingehalten werden oder Monokulturen betrieben werden, was erhebliche Risiken mit sich bringt. Der Erreger kann Zwiebeln bereits während der Keimung und im frühen Wachstumsstadium befallen und führt zu einer Gelbfärbung der Blätter sowie zum abschnittweisen Absterben der Pflanzen. Werden ältere Pflanzen befallen, kann sich die Krankheit erst während der Lagerung zeigen – dann kommt es zu einer Fäulnis der Zwiebeln an der Unterseite. Die optimale Temperatur für die Infektion und die Entwicklung der Krankheit liegt bei 22–23 °C. Der Pilz kann sich über Wasser, Boden und Saatgut ausbreiten und auch auf Setzzwiebeln und Sämlinge übertragen werden.



Abbildung72 – Durch *Fusarium* befallene, welkende Zwiebeln



Abbildung73 – Symptome der Fusariose bei Zwiebeln

4.2.3. Sclerotinia-Fäule (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary)

Es handelt sich um eine Krankheit, die durch den Pilz ***Sclerotinia sclerotiorum*** verursacht wird – einen sehr gefährlichen Erreger, der in Kulturen auftritt, in denen keine sinnvolle Fruchtfolge praktiziert wird. Die Quelle der Primärinfektion sind Sporen (Sclerotien), die im Boden überwintern. Der Pilz befällt die sich bildenden Zwiebeln. An den Zwiebeln bildet sich im Bereich des Wurzelansatzes ein watteartiges weißes Myzel mit sichtbaren schwarzen Sklerotien. Das befallene Gewebe wird wässrig und weich. Die Krankheit tritt in der Regel während der Lagerung auf.

4.2.4. Weißfäule der Zwiebel (*Sclerotium cepivorum* Berk.)

Erreger dieser Krankheit ist der Pilz *Sclerotium cepivorum*. Der Erreger verbreitet sich in der Umwelt mithilfe von Überlebensformen – Sklerotien und Myzelfragmenten. Er bildet Makrokonidien, die auf Zwiebelpflanzen keimen und Myzelfäden (Hyphae) bilden können, die in die Zellen des Wirts eindringen. Dieser Pilz entwickelt sich besonders gut in kühlen und feuchten Vegetationsperioden, insbesondere bei Temperaturen von 16–18 °C. Von *S. cepivorum* befallene Pflanzen sterben in Herden (Flecken) ab. Typische Befallsymptome sind das Absterben und Verwelken der Blätter, das an den Spitzen beginnt, während bei älteren Pflanzen ein weißer, flaumiger Myzelbefall vor allem an der Basis der Zwiebel und an den Wurzeln zu erkennen ist. Schwarze, kugelförmige Sklerotien von *S. cepivorum* bilden sich auf dem Myzel, das sich auf den Pflanzen entwickelt. Sie sind sehr widerstandsfähig gegenüber ungünstigen Witterungsbedingungen, dem Einfluss von Bodenmikroorganismen und chemischen Pflanzenschutzmitteln. Daher kann der Erreger viele Jahre lang im Boden überdauern.



Abbildung74 – Weißfäule an Zwiebeln



Abbildung75 – Zwiebeln, die zunächst von Bakterien befallen und anschließend von Pilzen besiedelt wurden – eine komplexe Krankheit, die durch mehrere pathogene Faktoren verursacht wird

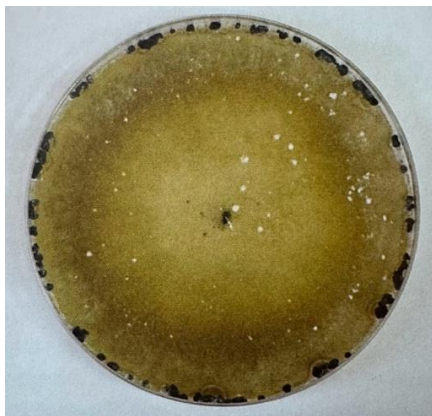


Abbildung76 – Der Pilz Sclerotinia sclerotiorum – Erreger der Weißfäule auf einem mikrobiologischen Nährmedium



Abbildung77 – Der Pilz Botrytis cinerea mit sichtbaren Sklerotien auf einem mikrobiologischen Nährmedium



Abbildung78 – Ruhende Formen (Sclerotien) von Sclerotinia sclerotiorum, dem Erreger der Weißfäule

4.2.5. Schwarzbeinigkeit (*Pythium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Alternaria spp.* und *Fusarium spp.*)

Es handelt sich um eine Krankheit, die durch mehrere Arten von Bodenmikroorganismen verursacht wird, unter denen die Oomyceten – *Pythium spp.* und *Phytophthora spp.* – sowie die Pilze *Rhizoctonia spp.*, *Alternaria spp.* und *Fusarium spp.* die größte Bedeutung haben. Schwarzbeinigkeit tritt 2–3 Wochen nach dem Auflaufen auf. Je nach Zeitpunkt und Ort des Befalls der jungen Keimlinge unterscheidet man zwischen vorauflaufender und nachauflaufender Schwarzbeinigkeit. Der Befall der Keimlinge kann bereits vor ihrem Auflaufen erfolgen. In diesem Fall verfärben sich die Keimlinge braun, verdorren und sterben ab. Die nach dem Auflaufen auftretende Schwarzbeinigkeit führt zu einer Gelbfärbung der Keimlinge, woraufhin die Sämlinge umfallen und vertrocknen. Die Mikroorganismen, die die Schwarzbeinigkeit verursachen, können im Boden lange überleben und sich auf Pflanzenresten und Unkrautwurzeln halten. Sie befallen junge Pflanzen, die gegenüber allen ungünstigen äußeren Einflüssen empfindlich sind.

4.2.6. Peronospora, Falscher Mehltau (*Peronospora destructor* (Berk.) Fr.)

Die Zwiebel ist gefährdet, insbesondere bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit, die die Entwicklung des Oomyceten *Peronospora destructor* (Berk.) Fr., des Erregers dieser Krankheit, begünstigt. Während einer feuchten Nacht bildet der Erreger reichlich Sporangiensporen. Ein auf eine solche Nacht folgender trockener Tag führt zu einer starken Schrumpfung der Sporangienträger, wodurch die Sporen effektiv „abgeschüttelt“ werden. Für eine Infektion ist eine weitere feuchte Nacht erforderlich. Die Symptome des Befalls sind große, runde Flecken, die auf den Blättern auftreten. Anschließend verfärbt sich die Feder hellgrün. Es bildet sich ein charakteristischer weißlich-grauer Belag aus Konidien. Die Pflanzen hören auf zu wachsen. Die Krankheit verursacht erhebliche wirtschaftliche Verluste, die zu Ernteeinbußen von bis zu 70 % führen können. In Extremfällen kann es zur vollständigen Vernichtung der Plantage kommen.

Chemischer Schutz

Mittel zum Schutz von Zwiebeln vor Krankheiten enthalten Wirkstoffe, die insbesondere zu folgenden chemischen Gruppen gehören: Strobilurine, Triazole, Anilinopyrimidine, Phenylpyrrole, Anilide, Anilinderivate und Cyanomonsäurederivate.

Regeln zur Vorbeugung von Pilzkrankheiten beim Anbau von Zwiebeln:

- Von großer Bedeutung für den Anbau und den Schutz ist die Auswahl eines Standorts, der frei von Krankheitserregern sein muss;
- Es sollte eine korrekte Fruchtfolge eingehalten werden, wobei der Anbau nach anderen Zwiebelgewächsen vermieden werden sollte;
- Es wird eine mindestens dreijährige Pause beim Anbau von Zwiebelgemüse auf diesem Feld empfohlen;

- Es empfiehlt sich, in der Zwischenzeit oder als Zwischenfrucht pflanzengesundheitsfördernde Pflanzen anzubauen, wie z. B. Senf, Hafer, Roggen, Phacelia oder Hülsenfrüchte;
- Das Saatgut muss eine hohe Keimfähigkeit aufweisen;
- Das Pflanzgut muss gesund sein und aus einer geprüften Quelle stammen;
- Während des Anbaus sind Schädlinge und Unkraut zu bekämpfen;
- Pflanzen mit ersten Krankheitssymptomen müssen aus der Plantage entfernt werden;
- Nach der Ernte der Zwiebeln sind alle Pflanzenreste zu entfernen;
- Pflanzenmaterial mit Krankheitssymptomen sollte verbrannt werden; solches Material darf weder vergraben noch kompostiert werden.

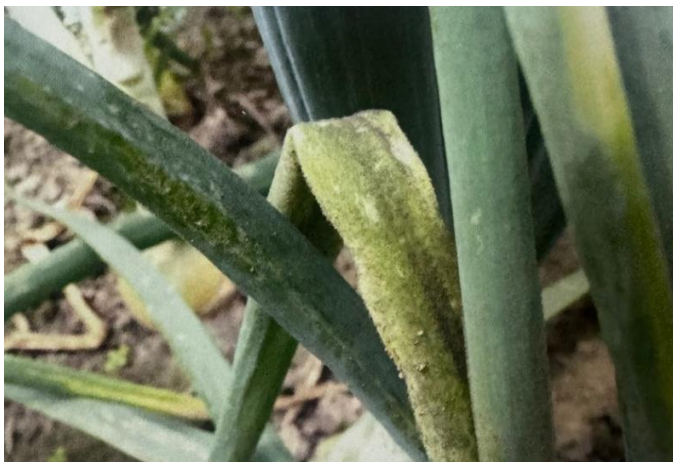


Abbildung79 – Typische Symptome der Peronospora – starker weiß-grauer Belag auf den Blättern



Abbildung80 – Quelle des Erregers können befallene Pflanzen im Zwiebelanbau sein

Anhang: Literaturhinweise

1-65, 75-79 – Krankheiten und Schädlinge von Gemüse. ROGOWSKA Maria, SOBOLEWSKI Jan. Krakau: Plantpress, 2023. – 280 S.

66-74 – Zwiebel – Heft zum Pflanzenschutz / Autor und Redaktion: Zespol. Krakau: Plantpress, 2023. – 96 S.

DUALOG-Lernmodule



- Die Reihe „DUALOG-Lernmodule“ umfasst 23 Module und richtet sich an Landwirte, Lehrkräfte und alle Interessierten
- Jedes Modul erklärt in kompakter und verständlicher Form die wesentlichen Zusammenhänge und vermittelt praktische Tipps sowie Fachwissen, das auf langjähriger Erfahrung basiert
- Die Module sind sowohl in gedruckter als auch in digitaler Form erhältlich.

Obstbau (OB)	Modul OB01: Planung und Organisation einer neuen Apfelbaumanlage
	Modul OB02: Bodenkunde im Obstbau: Bodenanalyse, Grundprinzipien der Düngung und Einstellung der Geräte für die Düngung
	Modul OB03: Pflanzenschutztechnik: Einstellung der Geräte zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln auf Obstkulturen. Berechnung der Dosierung
	Modul OB04: Bewässerung im Obstbau. Berechnung des Wasserbedarfs. Fertigation für Apfelbäume
	Modul OB05: Umfassende Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen bei Apfelbaumzucht
	Modul OB06: Zapfenschnitt in Apfelanlagen. Formung von Apfelbaumkrone auf M9 Unterlage
	Modul OB07: Schutz von Obstplantagen vor Frost
	Modul OB08: Organisation der Apfelernte
Gemüsebau (GB)	Modul GB01: Planung und Anbau von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben)
	Modul GB02: Aussaat von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben); Einstellung der Sämaschine
	Modul GB03: Bewässerung im Gemüsebau. Berechnung des Wasserbedarfs. Fertigation für den Anbau von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben)
	Modul GB04: Krankheiten der Gemüse (Zwiebeln, Möhren, Rüben, Weißkohl)
	Modul GB05: Schädlinge der Gemüse (Zwiebeln, Möhren, Rüben, Weißkohl)
	Modul GB06: Organisation der Ernte von „Borschtschgemüse“
Allgemeine / Komplexe Themen (UT)	Modul UT01: Vorbereitung der Lagerräume für die Apfelerntesaison. Lagerung von Äpfeln
	Modul UT02: Vorbereitung der Lagerräume für die Kohlerntesaison. Lagerung von Kohl
	Modul UT03: Wirtschaftlichkeit des Gemüseanbaus: Rentabilität, Planung und Analyse der Tätigkeit
	Modul UT04: Ökonomie im Obstbau: Wirtschaftlichkeitsaspekte, Betriebsplanung und -analyse
	Modul UT05: Qualitätssicherung von Obstrohstoffen während der Lagerung
	Modul UT06: Qualitätssicherung von Gemüserohstoffen während der Lagerung
	Modul UT07: Energieeffiziente Technologien für die Lagerung und Erstverarbeitung von Obst und Gemüse
Pflanzenschutz im ökologischen Obst- und Gemüsebau (OEK)	Modul OEK01: Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen bei Gemüse im ökologischen Anbau
	Modul OEK02: Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen bei Obst im ökologischen Anbau

<http://www.dualog-ukraine.de>

