



Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes im Kartoffelanbau



Impressum:

Herausgeber:

© 2020 UNIKA e.V.
Union der Deutschen Kartoffelwirtschaft e.V.
Schumannstraße 5
10117 Berlin

E-Mail: info@unika-ev.de
www.unika-ev.de

Stand:

November 2019

Redaktionsteam:

UNIKA-Fachkommission Phytosanitäre Fragen, Arbeitsgruppe Leitlinien Integrierter
Pflanzenschutz Kartoffeln

Bildnachweis:

Titelbild: [gluuker/Shutterstock.com](https://www.shutterstock.com)
Seite 11: Dr. Karsten Buhr

Danksagung:

Für die aktive Mitwirkung bei der Erarbeitung der Leitlinien für den integrierten
Pflanzenschutz im Kartoffelanbau bedanken wir uns bei folgenden Personen:
Dr. C. Augsburg, Dr. K. Börgermann, Dr. K. Buhr, S. Dachbrodt-Saaydeh, P. Hiltrop,
Dr. C. von Kröcher, M. Mitschke, M. Rave, D. Riske, R. Wieduwilt.

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
1. Einleitung	4
2. Allgemeine Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes in Kartoffeln	6
2.1 Vorbeugende Maßnahmen	6
2.2 Ermittlung des Schaderregerbefalls und Nutzung von Entscheidungshilfen	8
2.3 Anwendung chemischer und nichtchemischer Verfahren	9
2.4 Resistenzstrategien durchführen	10
2.5 Erfolgskontrolle und Dokumentation	10
3. Schaderregerspezifische Leitlinien	12
3.1 Tierische Schaderreger	12
3.1.1 Kartoffelkäfer <i>Leptinotarsa decemlineata</i>	12
3.1.2 Blattläuse	13
3.1.2.1 Blattläuse als Saugschädlinge	13
3.1.2.2 Blattläuse als Virusvektoren	15
3.1.3 Drahtwürmer	17
3.1.4 Kartoffelzystennematoden <i>Globodera rostochiensis</i> , <i>Globodera pallida</i>	19
3.2. Pilzkrankheiten	22
3.2.1 Kraut- und Knollenfäule <i>Phytophthora infestans</i>	22
3.2.2 Dürrfleckenkrankheit <i>Alternaria</i> spp	24
3.2.3 Wurzeltöterkrankheit <i>Rhizoctonia solani</i>	25
3.2.4 Kartoffelkrebs <i>Synchytrium endobioticum</i>	26
3.3 Bakterielle Schaderreger	27
3.3.1 Bakterielle Ringfäule <i>Clavibacter michiganensis</i> ssp. <i>sepedonicus</i>	27
3.3.2 Schleimkrankheit <i>Ralstonia solanacearum</i>	29
3.3.3 Schwarzbeinigkeit und bakterielle Welke <i>Pectobacterium</i> spp, <i>Dickeya</i> spp	30
3.4 Unkräuter und Ungräser	32
3.5 Viruskrankheiten (Pflanzgutproduktion)	34
3.5.1 Stängelbunt- und Pfpfropfenkrankheit <i>Tabak-Rattle-Virus</i>	36
3.5.2 Y _{NTN} – Virus	37
3.6 Lagerkrankheiten	39
3.6.1 Fusarium-Welke <i>Fusarium oxysporum</i>	39
3.6.2 Silberschorf <i>Helminthosporium solani</i>	41
3.7 Krautminderung (Sikkation)	42
4. Anhang - Linksammlung	45

1. Einleitung

Die Kartoffel ist aufgrund ihrer günstigen Inhaltsstoffzusammensetzung ein wichtiges und ernährungsphysiologisch hochwertiges Element der hiesigen Ernährung. Als eine der wichtigen Ackerkulturen trägt sie wesentlich zum Einkommen der landwirtschaftlichen Betriebe bei. Allerdings werden Ertrag und Qualität der Kartoffelproduktion durch diverse abiotische Einflüsse sowie durch den Befall von Krankheiten und Schädlingen mitunter stark beeinträchtigt. Zudem ist bereits heute erkennbar, dass sich insbesondere infolge des Klimawandels der Schädlingsdruck weiter erhöhen und auch die Zahl der Krankheitserreger zunehmen wird. Die große Vielfalt sowie das große Schadenspotenzial einzelner Schaderreger, wie z. B. der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*), sind Ursache für die im Vergleich zu anderen Ackerkulturen hohe Intensität der Anwendung vorbeugender, sowie indirekter und direkter Bekämpfungsmaßnahmen. Zu letztgenannten zählt u. a. die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, auf die unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen und auch mangels alternativer Bekämpfungsverfahren nicht verzichtet werden kann.

Der integrierte Pflanzenschutz (IPS) als Leitbild und nachhaltige Strategie ist bereits seit langer Zeit anerkannt und gesetzlich verankert. Mit Inkrafttreten des neuen Pflanzenschutzgesetzes im Jahr 2012 sind die acht allgemeinen IPS-Grundsätze – beschrieben im Anhang III der EU-Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie (Richtlinie 2009/128/EG) – in Deutschland verbindlich einzuhalten. Der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel ist durch sorgfältiges, verantwortungsvolles Handeln auf das notwendige Maß (ökonomisch und ökologisch) zu begrenzen. Ziel ist es dabei, die Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu minimieren. Vorrangig zu berücksichtigen sind biologische, biotechnische, pflanzenzüchterische sowie anbau- und kulturtechnische Maßnahmen. Resistenzzüchtung, hochwertiges Pflanzgut, computergestützte Prognoseverfahren sowie Entscheidungshilfen sind gute Beispiele für bereits etablierte, wichtige Elemente des IPS bei Kartoffeln.

Wegen der **komplexen Schaderregersituation** ist Pflanzenschutz im Kartoffelbau allerdings nur dann nachhaltig, wenn wirksame chemische Pflanzenschutzverfahren in hinreichendem Maße zur Verfügung stehen. Nur so ist ein entsprechendes Resistenzmanagement möglich. Die Umsetzung von Resistenzstrategien gehört bei Kartoffeln zu den entscheidenden Aspekten des IPS. Da wichtige insektizide Wirkstoffe nicht mehr zur Verfügung stehen (keine Erneuerung der Zulassung), kann dieser elementare IPS-Grundsatz im Bereich der Pflanzkartoffelproduktion derzeit (Stand November 2019) nicht erfüllt werden.

Durch die o.g. EU-Richtlinie (Artikel 4) wurde den EU-Mitgliedstaaten auferlegt, einen **Aktionsplan für die nachhaltige Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP)** zu erarbeiten, konsequent umzusetzen und bei Bedarf weiterzuentwickeln. Nutzen und Risiken von Pflanzenschutzmaßnahmen sollen dabei in den Bereichen Gesundheit, Soziales, Wirtschaft und Ökologie gleichermaßen berücksichtigt werden. Der aktuelle NAP wurde von der Bundesregierung 2013 beschlossen und enthält quantitative Vorgaben, Ziele, Maßnahmen und Zeitpläne zur Verringerung der Risiken und Auswirkungen bei der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln. Die Mitgliedstaaten sind zudem aufgefordert, die erforderlichen Voraussetzungen für die Anwendung des IPS zu schaffen bzw. die Schaffung dieser Voraussetzungen zu unterstützen. So soll sichergestellt werden, dass den Landwirten Informationen und Instrumente für die Überwachung von Krankheiten und Schädlingen, zur Entscheidungsfindung, sowie Beratungsdienste für den integrierten Pflanzenschutz zur Verfügung stehen. Eine weitere Maßnahme ist die Erstellung von kulturpflanzen- oder sektorspezifischen Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes. Die Mitgliedstaaten sollen darüber hinaus geeignete Anreize zur freiwilligen Umsetzung dieser IPS-Leitlinien schaffen.

Eine, die Wertschöpfungskette Kartoffeln repräsentierende UNIKA-Arbeitsgruppe, die von Experten aus dem Julius Kühn-Institut (JKI) und der Officialberatung ergänzt wurde, hat **für Kartoffeln maßgebliche und geeignete Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes** erarbeitet. Diese, Ihnen vorliegenden Leitlinien, sollen Landwirte bei der Auswahl der notwendigen, an den Betrieb angepassten Pflanzenschutzmaßnahmen unterstützen und somit helfen, den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel zu minimieren bzw. zu optimieren. Vor allem im Falle von Zielkonflikten sind verschiedene Handlungsoptionen (je nach Standort und betrieblicher Situation) gegeneinander abzuwägen. Das für den Praktiker erstellte Nachschlagewerk ist als zusätzliche, über die bestehende Beratung hinausgehende Hilfestellung für die Entscheidungsfindung konzipiert. In übersichtlicher Form aufgeführt sind derzeit verfügbare praktikable (d.h. wirtschaftliche, wirksame und bewährte), vorbeugende und direkte Pflanzenschutzmaßnahmen. Die Leitlinien dokumentieren die gute fachliche Praxis, gelten für alle Belange des Pflanzenschutzes im Kartoffelanbau und sollen die notwendige Flexibilität betrieblicher Entscheidungen ermöglichen.

Aufbau der Leitlinien für den Kartoffelanbau:

Im ersten Teil werden die allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes für den Kartoffelanbau beschrieben. Die schaderregerspezifischen Erläuterungen im zweiten Teil beinhalten detaillierte Handlungsanweisungen für die Kontrolle der wichtigsten Schaderreger der Kartoffel. In kurzer, übersichtlicher Form werden dazu vorbeugende Maßnahmen, Überwachungsmethoden sowie Bekämpfungsmaßnahmen aufgeführt, jeweils mit Begründung und Erläuterung. Mit Links auf Fachliteratur liefert der Anhang weitere wichtige Hinweise auf Grundlagen und Entscheidungshilfen.

Die in den Leitlinien zusammengeführten praktischen Empfehlungen bilden den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse sowie der Zulassungssituation bei Pflanzenschutzprodukten ab. Derzeit befinden sich viele im Kartoffelbau bewährte Wirkstoffe/Produkte im Verfahren der Wiederzulassung. Aufgrund der strengen Bewertungskriterien bzw. neuer gesetzlicher Vorschriften ist es möglich, dass verschiedene Produkte (z.B. Neonicotinoide) künftig nicht mehr zur Verfügung stehen bzw. Anwendungsbestimmungen überarbeitet werden. Schwer voraussehbar sind zudem Entwicklungen aufgrund spezieller Kundenwünsche, sich verändernder klimatischer Bedingungen, gesellschaftspolitischer Entscheidungen oder der weiteren Öffnung der Märkte. Wirksame Pflanzenschutzstrategien müssen an sich verändernde Schadbilder angepasst bzw. wegen sich neu etablierender Erreger (z.B. Drahtwurm) erst entwickelt werden. Auch vor dem Hintergrund der Zulassungssituation bei Pflanzenschutzmitteln sind große gemeinsame Anstrengungen notwendig, um den Landwirten tragfähige Alternativen an die Hand zu geben.

Die Kartoffel ist nach Reis, Weizen und Mais das global viertwichtigste Grundnahrungsmittel und nimmt für die Welternährung eine Schlüsselrolle ein. Mit einer Anbaufläche von 270.000 Hektar und einer Ernte von 11 Millionen Tonnen ist Deutschland nicht nur großer Produktionsstandort von Kartoffeln in der EU. Unser Land ist auch beispielgebend für die meisten Staaten, in denen viele der in diesen Leitlinien aufgeführten Werkzeuge des IPS deutlich verbessert oder erst noch entwickelt und eingeführt werden müssen. Durch zusätzliche, über dem gesetzlichen Stand liegende Qualitätsanforderungen der Abnehmer ist im EU-Vergleich hier zu Lande bereits ein sehr hoher IPS-Standard etabliert. Davon zeugen von der gesamten Wertschöpfungskette Kartoffeln mitentwickelte und getragene Qualitätsprogramme wie „QS“ oder „QS-GAP“ (Link siehe Anhang). Deren Ziel ist es, eine, den Kundenwünschen entsprechende sichere, über dem Standard liegende Produktqualität zu erzeugen. Das gelingt nur mit einem hohen Maß an Beratung und steter Ausrichtung auf die sich verändernden Bedingungen.

2. Allgemeine Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes in Kartoffeln

Der integrierte Pflanzenschutz (IPS) umfasst alle pflanzenbaulichen Maßnahmen, inklusive der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, die darauf ausgerichtet sind, gesunde und leistungsfähige Kartoffelbestände zu etablieren und zu erhalten. Zudem soll einem Befall durch Schadorganismen durch geeignete vorbeugende und direkte Maßnahmen entgegengewirkt werden. Die durchzuführenden Maßnahmen müssen aufeinander abgestimmt sein. In der Regel sind mehrere Maßnahmen notwendig, um das gewünschte Ziel zu erreichen. Bewährte kulturtechnische und andere nichtchemische Maßnahmen zur Schadvermeidung bzw. –minimierung sind vorrangig auf ihre Praktikabilität hin zu prüfen. Die Gestaltung der Fruchtfolge, geeignete Methoden zur Bodenbearbeitung sowie der Einsatz von gesundem Pflanzgut, sind seit langem elementare Grundregeln im Kartoffelanbau.

Zu den allgemeinen Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes gehören nach Anhang III der Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie (Richtlinie 2009/128/EG):

- Vorbeugende Maßnahmen nutzen
- Bestände überwachen und Schaderregerbefall ermitteln
- Schwellenwerte u.a. Entscheidungshilfen anwenden
- Vorrang für nichtchemische Verfahren
- Wahl der Pflanzenschutzmittel
- Notwendiges Maß einhalten
- Resistenzmanagement durchführen
- Pflanzenschutzmittelanwendungen aufzeichnen, Erfolgskontrolle.

Nachfolgend sollen die einzelnen Grundsätze für den Kartoffelanbau konkretisiert werden.

2.1 Vorbeugende Maßnahmen

Grundsätzlich soll der **Standort** für den Kartoffelanbau so ausgewählt werden, dass er den Ansprüchen dieser Hackfrucht an Bodengüte und Klima genügt und dem Befall durch Schadorganismen entgegenwirkt.

Ausgewogene **Fruchtfolgen** beugen dem Befall durch Schaderreger vor bzw. halten diesen in Grenzen. Im Kartoffelanbau sollten daher Anbaupausen von mindestens zwei Jahren (3-gliedrige Fruchtfolge) oder mehr eingehalten werden. Bei Pflanzkartoffeln ist eine mindestens dreijährige Anbaupause Standard. Empfehlenswerte Vorfrüchte der Kartoffel sind Pflanzenarten, die einen gut gelockerten und tief durchwurzelbaren Boden hinterlassen sowie kartoffelspezifische Pathogene im Boden möglichst nicht anreichern. Für den Anbau von entsprechend geeigneten Zwischenfrüchten sprechen insbesondere die damit verbundene organische Konservierung von Pflanzennährstoffen und deren geringere Auswaschung in tiefere Bodenschichten. Dadurch sinkt der Bedarf an mineralischem Stickstoff, was in der Berechnung der Aufwandsmenge zu berücksichtigen ist. Zudem wirken Zwischenfrüchte der Bodenerosion durch Wind und Wasser entgegen.

Durch die **Förderung von Nützlingen**, einem wichtigen Element des biologischen Pflanzenschutzes, werden natürliche Regelmechanismen ausgenutzt, um etwa Bestäuber zu schützen. Saumstrukturen, wie Blüh- oder Schutzstreifen, sowie andere Struktur- und Landschaftselemente an oder auf Ackerflächen dienen vielen Nützlingsarthropoden als Überwinterungsquartier. Durch

deren Förderung können Vermehrung und Anwachsen von Blattlauspopulationen bedingt eingeschränkt werden. Natürliche Gegenspieler der Blattläuse sind u.a. Marienkäfer, Florfliegen und Schwebfliegen. Zu weiteren, praktikablen Maßnahmen zur Schonung und Förderung von Nützlingen zählen die gezielte Anwendung nützlingsschonender Pflanzenschutzmittel, Teilflächenbehandlungen oder auch der Zwischenfruchtanbau.

Durchwuchskartoffeln untergraben die ordnungsgemäße Fruchtfolge und bringen eine Vielzahl von Problemen, vor allem phytosanitärer Art (Anreicherung von Krankheiten und Schädlingen) mit sich. Eine Bekämpfung ist grundsätzlich schwierig, noch am ehesten gelingt diese in der Folgekultur Mais. Durchwuchskartoffeln sind daher mit allen verfügbaren Maßnahmen zu vermeiden bzw. zu bekämpfen. Knollenverluste nach dem Roden sind die wichtigste Quelle von Durchwuchskartoffeln. Daher muss es Ziel sein, möglichst gleichmäßige Kartoffelbestände mit einem sehr geringen Anteil an Untergrößen zu etablieren. Die Einstellung der Erntemaschinen muss entsprechend optimiert werden. Zu den integrierten Bekämpfungsansätzen zählen ferner die regelmäßige Kontrolle auf Durchwuchskartoffeln, eine optimierte Grundbodenbearbeitung nach der Kartoffelernte (Ausfallkartoffeln nicht vergraben und Frostwirkung unterstützen) sowie insbesondere die Wahl der Folgefrucht. Wenn z.B. Mais in der Fruchtfolge steht, sollte dieser möglichst immer unmittelbar nach Kartoffeln angebaut werden. Weitere Informationen finden Sie im UNIKA-Merkblatt „Durchwuchskartoffeln vermeiden“ (siehe Anhang).

Eine schnelle **Erwärmung** ebenso wie eine gute **Durchlüftung des Bodens** fördern ein zügiges Auflaufen der Kartoffeln und wirken einer Infektion von bodenbürtigen Krankheitserregern entgegen. Eine optimale Durchwurzelbarkeit unterstützt die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen. Die Knollen sind dadurch weniger anfällig für Krankheiten und Schädlinge.

Gesundes **Pflanzgut** ist eine wesentliche Voraussetzung für einen rentablen Kartoffelanbau. Vitale, leistungsfähige Pflanzkartoffeln sind der beste Schutz gegen die Einschleppung und Verbreitung von Krankheiten und Schädlingen sowie zur Erzielung hoher Erträge. Pflanzkartoffeln sind Organismen mit hoher biologischer Aktivität und müssen daher schonend und produktgerecht behandelt werden.

Betriebshygiene zählt ebenfalls zu den vorbeugenden Maßnahmen im Kartoffelanbau. Um eine Verbreitung von Krankheiten zu vermeiden, sind alle Lagereinrichtungen (inkl. Kisten, Bänder etc.), Maschinen und Geräte nach ihrer Nutzung gründlich zu reinigen (siehe auch UNIKA-Merkblatt „Kartoffeltechnik reinigen“). Bei der Erzeugung von Pflanzkartoffeln gelten während des gesamten Produktionsprozesses besonders hohe Anforderungen an die Betriebshygiene (Reinigung und Desinfektion der Lager und aller Maschinen, insbesondere beim Wechsel von Konsum- zu Pflanzware sowie des bewirtschafteten Schlages), um einen hohen Gesundheitswert von zertifiziertem Pflanzgut sicherzustellen.

Die **Pflanzgutbehandlung** (Beizung) ist die zielgenaueste Möglichkeit, bestimmte Krankheiten und Schädlinge zu bekämpfen und damit zu einer Auflaufsicherung und –verbesserung beizutragen. Keimstimulierung bzw. Vorkeimen bringt eine höhere Ertragsleistung und –sicherheit. Aus phytosanitären Gründen sollten Pflanzkartoffeln nicht geschnitten werden, da das Schneiden das Risiko der Verbreitung bakterieller Schaderreger erhöht.

Die **Wahl der Sorte** hängt von den natürlichen Standortbedingungen sowie vom angestrebten Verwendungszweck ab. Besonders zu berücksichtigen sind daher Nematodenresistenz und -toleranz sowie Krebsresistenz. Je nach Verwertung kommen zum Beispiel folgende Auswahlkriterien hinzu:

- Speiseware: Ansprüche des Marktes, Anfälligkeit für Schorf und Eisenfleckigkeit
- Verarbeitungsware: Ansprüche der spezifischen Verarbeitungsrichtung
- Pflanzkartoffeln: Absatzchancen und Planungen der Züchter/VO-Firmen
- Stärkekartoffeln: Stärkeertrag und Rodeeignung zum gewünschten Liefertermin

Informationen zu Eigenschaften von Kartoffelsorten liefern das Bundesortenamt (Beschreibende Sortenliste), Prüfberichte von Landessortenversuchen und der Beratung sowie Sortenratgeber von Züchtern, Händlern und Verbänden. Weitere wichtige Hinweise für den Kauf von Pflanzkartoffeln enthält das UNIKA-Merkblatt „Zertifiziertes Pflanzgut“.

Die Pflanzgutvorbereitung und der **Pflanztermin** beeinflussen die Bestandsführung. Gepflanzt werden sollte in der Regel nur in trockene, über 8°C erwärmte Böden (Ausnahme Frühkartoffeln).

Die **Nährstoffversorgung** ist ausgewogen und bedarfsgerecht zu gestalten. Basis dafür sind die regelmäßig durchzuführenden Bodenuntersuchungen sowie die sorten- und verwertungsspezifischen Düngeempfehlungen. Die Vorgaben der Düngeverordnung sind einzuhalten.

Eine gezielte Wasserführung durch **Beregnung** trägt wesentlich zur kontinuierlichen Nährstoffversorgung sowie optimalen Bestandsentwicklung und –führung bei. Je nach Sorte, Reifezeit und Ertrag bewegt sich der Wasserbedarf vom Legen bis zur Ernte zwischen 380 und 500 Millimeter pro Hektar. In trockenen, heißen Jahren reichen die Bodenvorräte und natürlichen Niederschlagsmengen während der Hauptvegetationsperiode dafür in einigen Anbauregionen nicht aus. Wassermangel schwächt die Pflanzen und erhöht die Anfälligkeit für verschiedene Krankheiten und Schädlinge. Bei einer nutzbaren Feldkapazität unter 50% steigt die Gefahr von Überhitzung und Austrocknung, was zu Ertrags- und insbesondere Qualitätsminderung durch Reduzierungen, Knollenmissbildungen und Wiederaustrieb führen kann. Zu beachten ist, dass eine Beregnungsmaßnahme ggf. das Infektionsrisiko der Blattkrankheiten *Phytophthora infestans* und *Alternaria* spp. temporär erhöhen kann. Dies ist dann bei der Kontrolle der genannten Krankheiten zu berücksichtigen.

Die **Kartoffelernte** muss so schonend und beschädigungsarm wie möglich und bei Bodentemperaturen, die möglichst nicht unter 10°C liegen, erfolgen (siehe auch Merkblatt „Kartoffelroder beschädigungsarm einstellen“). Je nach Verwertungsrichtung werden reifefördernde Maßnahmen durchgeführt. Sie dienen neben der Ernteerleichterung vor allem auch der Förderung der Schalenfestigkeit und damit der Sicherstellung der Qualität. Gleichzeitig ist darauf zu achten, dass so wenig wie möglich Kartoffeln auf dem Acker zurückbleiben, um das Durchwuchspotenzial zu reduzieren. Bodenbearbeitung und Folgefrucht sind so zu wählen, dass eine gezielte Durchwuchsbekämpfung möglich ist.

2.2 Ermittlung des Schaderregerbefalls und Nutzung von Entscheidungshilfen

Zum integrierten Pflanzenschutz gehört, dass Schadorganismen grundsätzlich nur dann abgewehrt oder bekämpft werden, wenn ein wirtschaftlicher Schaden droht. Die Kartoffelbestände müssen daher hinsichtlich ihrer Entwicklung und ihres Gesundheitszustandes überwacht werden (Feldkontrolle), um zeitnah entscheiden zu können, ob der Befall bekämpft werden muss oder nicht. In den

schaderregerspezifischen Leitlinien unter Kapitel 3 befinden sich für die Kartoffelproduktion relevante Schadorganismen, ihre Krankheitsbilder, vorbeugende Maßnahmen und Empfehlungen für die Bekämpfung.

Zur **Ermittlung des Schaderregerbefalls** und dessen Bewertung auf der Grundlage von anerkannten Bekämpfungsschwellen stehen darüber hinaus indirekte Methoden zur Verfügung, wie z.B. Prognosemodelle. Eine Übersicht der Prognosemodelle ist im Anhang zu finden. Dort sind auch Adressen von anerkannten Beratungsträgern aufgelistet, die regionsspezifische Hinweise liefern.

Eine Eliminierung von Schadorganismen ist nur unter bestimmten Bedingungen angezeigt, wie etwa bei der Produktion von Pflanzkartoffeln, bei der Pflanzenquarantäne, bei besonderen Anforderungen an die Qualität und Quantität oder zur Vermeidung von Virusübertragungen. Unterstützende Fachberatung hilft, die richtigen Entscheidungen zu treffen.

2.3 Anwendung chemischer und nichtchemischer Verfahren

Nichtchemische Abwehr- und Bekämpfungsverfahren berücksichtigen Mechanismen der natürlichen Regulation und gelten als besonders umweltfreundlich. Sie sind chemischen Pflanzenschutzmitteln vorzuziehen, sofern die nichtchemischen Verfahren praktikabel (d.h. wirtschaftlich, wirksam und bewährt) und umweltverträglich sind.

Im Kartoffelanbau gibt es aktuell sehr wenige praxistaugliche Ansätze bzw. (zugelassene) Produkte zur biologischen Kontrolle von Schaderregern (z.B. *Rhizoctonia solani*, Drahtwurm). Die Wirkungsgrade unterliegen starken Schwankungen und sind oftmals unzureichend. Hier ist noch viel Entwicklungsarbeit notwendig. Über aktuelle Entwicklungen informieren z.B. die Pflanzenschutzdienste der Länder, das Institut für Biologischen Pflanzenschutz des JKI oder die International Organization for Biological and Integrated Control, IOBC (Links siehe Anhang).

Im Vergleich zur Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel ist der Einsatz nichtchemischer Verfahren in höherem Maße von den standörtlichen Gegebenheiten sowie der jeweiligen aktuellen Situation abhängig. Nichtchemische Verfahren sind oftmals kostenaufwendiger und weniger effizient. Zudem können Zielkonflikte auftreten, wie etwa die Förderung der Erosion nach mechanischer Unkrautbekämpfung. Vor- und Nachteile beider Verfahren müssen, unterstützt durch besondere Beratung, daher sorgfältig gegeneinander abgewogen werden.

In vielen Bereichen der Kartoffelproduktion stehen keine bzw. keine geeigneten nichtchemischen Verfahren zur Abwehr von Schaderregern zur Verfügung. Daher ist die Anwendung von **chemischen Pflanzenschutzmitteln** vielfach ohne Alternative und ihr Einsatz zur Gesunderhaltung der Bestände notwendig. Die zum Einsatz gelangenden Pflanzenschutzmittel müssen für die entsprechende Indikation geeignet sowie für das jeweilige Anwendungsgebiet zugelassen und damit entsprechend gekennzeichnet sein. Der Anwender muss sachkundig sein.

Bei der **Mittelauswahl** ist das für die jeweilige Situation am besten geeignete Pflanzenschutzmittel zu bevorzugen und mit dem dafür geprüften Pflanzenschutzgerät mit abdriftmindernden Düsen (siehe JKI-Tabelle) auszubringen. Laut Pflanzenschutzgesetz darf Pflanzenschutz nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden. Die sachgerechte Anwendung schließt dabei ein, dass auch die für die einzelnen Produkte geltenden Auflagen und Anwendungsbestimmungen (einschließlich Wartezeiten und Mindestabstände) zum Schutz von Mensch, Tier und Umwelt eingehalten werden.

Bei gleicher Eignung für das jeweilige Anwendungsgebiet sind mindertoxische, relevante Nutzorganismen schonende und bienenungefährliche Pflanzenschutzmittel zu bevorzugen. Fachberatung sollte auch hier zur Entscheidungsfindung hinzugezogen werden.

Der Pflanzenschutzmittelaufwand ist auf das **notwendige Maß** zu begrenzen. Dabei beschreibt das notwendige Maß die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die unter Berücksichtigung von Umweltfaktoren, Populationsdynamik der Schaderreger und Anwendung anderer geeigneter Bekämpfungsverfahren in möglichst guter Abstimmung notwendig ist, die Schädlingspopulationen unter den wirtschaftlichen Schadschwellen zu halten.

2.4 Resistenzstrategien durchführen

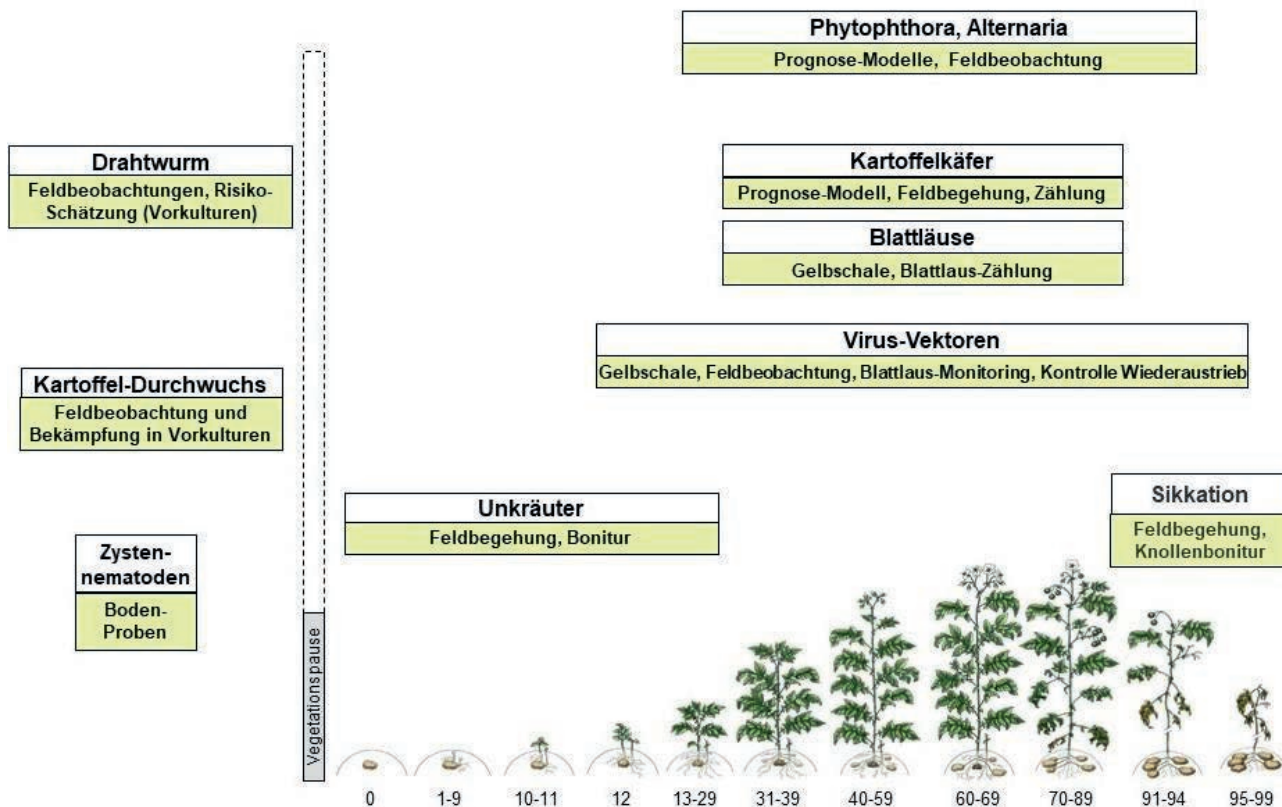
Resistente Populationen von Schadorganismen entstehen durch den Selektionsdruck, der durch die wiederholte Anwendung einer Pflanzenschutzmittelwirkstoffgruppe hervorgerufen wird. Um der **Entwicklung von Resistenzen** vorzubeugen, sind geeignete Strategien notwendig, wie z.B. der Wechsel von Wirkstoffen, die Kombination von Wirkstoffen mit der empfohlenen Aufwandmenge oder die Reduzierung der Behandlungshäufigkeit. Welche Maßnahmen im konkreten Fall anzuwenden sind, ist ggf. mit anerkannten Beratungsträgern zu klären. Die Empfehlungen des JKI zur Resistenzstrategie sind zu beachten (Link siehe Anhang).

2.5 Erfolgskontrolle und Dokumentation

Die **Dokumentation** der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen muss zeitnah und vollständig erfolgen, so dass ein Rückschluss auf die einzelnen Anwendungen möglich ist. Ihr **Erfolg** ist durch Befallskontrollen vor und nach der Behandlung zu überprüfen. Hinweise zum Befall sind zu vermerken.

Der nachfolgenden Übersicht sind Boniturzeitpunkte für Pflanzenschutzmaßnahmen im Kartoffelanbau zu entnehmen. Diese schematische Darstellung dient dem Praktiker als wichtige Entscheidungshilfe.

Boniturzeitpunkte und Entscheidungshilfen für Pflanzenschutzmaßnahmen im Kartoffelanbau



Code	EC-Standard	Beschreibung
0 Keimung	0 - 9	Keimung bis Auflaufen
1 Blattentwicklung	10	aus Knollen: erste Blätter spreizen sich ab
	11	1. Laubblatt (> 4 cm) am Hauptspross entfaltet
	12	2. Laubblatt (> 4 cm) am Hauptspross entfaltet
	13 - 19	3. Laubblatt (> 4 cm) am Hauptspross entfaltet, fortlaufend bis 9 Blätter und mehr
2 Ausbildung von Seitensprossen	21	1. basaler Seitentrieb (> 5 cm) gebildet
	22	2. basaler Seitentrieb (> 5cm) gebildet
	23 - 29	3. basaler Seitentrieb gebildet, fortlaufend bis 9 und mehr basale Seitentriebe
3 Längenwachstum Hauptspross	31	Beginn Bestandesschluss: 10% der Pflanze benachbarter Reihen berühren sich
	33	30% der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
	39	Bestandesschluss: über 90% der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
4 Knollenentwicklung	40	Beginn der Knollenanlage
	43	30% der max. art- bzw. sortenspezifischen Knollenmasse erreicht
	45	50% der max. art- bzw. sortenspezifischen Knollenmasse erreicht
	48	Max. Knollenmasse erreicht, Knollen noch nicht schalenfest
	49	Knollen schalenfest: von 95% der Knollen Schale nicht mehr abschiebbar
5 Blütenanlagen	51	Knospen der 1. Blütenanlage (Hauptspross) sichtbar (1 - 2 Millimeter)
	59	erste farbige Blütenblätter sichtbar und deutlich von Kelchblättern abgehoben
6 Blüte	61	Beginn der Blüte (10% der Blüten offen)
	69	Ende der Blüte des 1. Blütenstandes
7 Fruchtbildung	70	Erste Beeren sichtbar
	79	90% der Beeren haben die endgültige Größe erreicht (oder bereits abgefallen)
8 Reife	81 - 89	Frucht- und Samenreife
9 Absterben	91	Beginn der Blattvergilbung bzw. Blattaufhellung
	95 - 97	50% der Blätter braun verfärbt bis Blätter und Stängel abgestorben
	99	Erntegut

3. Schaderregerspezifische Leitlinien

3.1 Tierische Schaderreger

3.1.1 Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*)

Zur Zeit des Auflaufens der Kartoffel tritt der Kartoffelkäfer aus dem Boden. Innerhalb von ca. zwei Wochen erfolgt dann der Reifungsfraß der Weibchen. Diese legen im Anschluss orange/rot gefärbte Eier an der Blattunterseite der Kartoffelpflanzen ab. Larvenstadium eins und zwei verursachen kaum Schäden, allerdings können die Larven des Stadiums drei und vier nahezu Totalschäden durch den Fraß der Blätter (bis hin zu Kahlfraß) verursachen. **Besonders in warmen und trockenen Jahren ist mit einem verstärkten Befall zu rechnen.**

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Fruchtfolge	Kartoffelkäfer überwintern im Boden. Ein Erstbefall im Frühjahr kommt vorwiegend auf Flächen vor, auf denen (oder in deren unmittelbarer Nähe) im Vorjahr Kartoffeln angebaut worden sind. Daher ist es empfehlenswert, Kartoffeln nicht in Nachbarschaft von letztjährigen Kartoffelflächen anzubauen.
Beseitigen von Durchwuchs aus vorjährigen Beständen (Feldhygiene)	Durchwuchskartoffeln erhöhen den Schaderregerdruck im Boden. Zu den anbautechnischen Maßnahmen gehören hier eine verlustarme Ernte ebenso wie eine Bodenbearbeitung, die die Kartoffeln möglichst in der oberen Bodenschicht belässt (leichteres Erfrieren).
Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
Zur Überwachung Pflanzenschutzwarndienste, ggf. Prognosesysteme sowie Feldkontrollen heranziehen	Bestandskontrollen sind ein sehr effizientes Mittel zur Überwachung der Populationsentwicklung. Diese sind regelmäßig und spezifisch für jeden Schlag (repräsentativ) an mehreren Stellen vorzunehmen, um daraus Notwendigkeit, Zeitpunkt und Umfang von direkten Bekämpfungsmaßnahmen abzuleiten (ggf. reicht die Behandlung eines Teilschlages oder Randstreifens aus). Begleitend müssen Pflanzenschutzwarndienste oder Prognosemodelle (z. B. ISIP, siehe Anhang) berücksichtigt werden.
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Insektizid-Anwendung	Zur Verhinderung wirtschaftlicher Schäden ist die direkte Bekämpfung mit Insektiziden angebracht. Eine Insektizid-Applikation kann erfolgen, wenn die Bekämpfungsschwelle von 15 Junglarven pro Pflanze erreicht bzw. überschritten ist. Der ertragsmindernde Fraßschaden wird zwar von den älteren Larvenstadien (L3, L4) verursacht. Da diese aber weniger sensitiv sind, sollte die Bekämpfung bereits beim Massenauftreten der Junglarven erfolgen. Insbesondere wenn mehrere Bekämpfungsmaßnahmen in einer Kultur erforderlich sind, ist bei der Auswahl der Insektizide zwecks Resistenzvorbeuge konsequent auf einen Wechsel der Wirkstoffgruppe zu achten. Um optimale Wirkungsgrade zu erzielen, muss die Applikation bei günstigen

	<p>Bedingungen erfolgen. Dies gilt insbesondere für Pyrethroide, deren ausreichende Wirksamkeit bei höheren Temperaturen nicht mehr gegeben ist. Pyrethroide sollten daher nicht angewendet werden, wenn die Temperaturen dauerhaft oberhalb von 25°C liegen.</p> <p>Grundsätzlich sind bevorzugt bienenungefährliche und nützlingsschonende Produkte anzuwenden.</p> <p>Der Bekämpfungserfolg sollte ca. 2 – 4 Tage (je nach Wirkungsgeschwindigkeit des verwendeten Produktes) durch Bonitur bzw. Zählung ggf. überlebender Käfer bzw. Larven an mehreren, zufällig im Feld gewählten Stellen kontrolliert werden.</p>
<p>Beschränkung auf das notwendige Maß</p>	<p>Bei Frühkartoffeln gilt die zuvor genannte Bekämpfungsschwelle nicht zwangsläufig. In Abhängigkeit von der Bestandsentwicklung kann wegen ggf. fehlender Wirtschaftlichkeit auf die Insektizidanwendung verzichtet werden.</p>

3.1.2 Blattläuse

3.1.2.1 Blattläuse als Saugschädlinge

An Kartoffelpflanzen können diverse Blattlausarten als Saugschädlinge auftreten. Sie saugen an der Blattunterseite und scheiden Honigtau aus, welcher von Schwärzepilzen besiedelt werden kann. Vorrangige Schäden durch die Saugtätigkeit sind der zusätzliche Stress bzw. die Stichverletzungen an der Pflanze. Ein vermehrter Befall mit anderen Pathogenen (z.B. *Alternaria*, *Verticillium*) sowie anderen Schwächeparasiten wird dadurch begünstigt. Bei massenhafter Vermehrung und Saugtätigkeit sind direkte Ertragsschäden zu erwarten.

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Maßnahmen zur Förderung der Pflanzenentwicklung (Stressvorbeuge, zügige und gleichmäßige Bestandsentwicklung)</p>	<p>Ungleichmäßige Bestände mit einzeln stehenden Pflanzen werden bevorzugt von Blattläusen angefliegen. Alle Maßnahmen, die eine zügige Pflanzenentwicklung und Gleichmäßigkeit der Bestände fördern, können daher einen Beitrag zur Vorbeugung leisten. Dazu zählen ein gesundes und gut vorbereitetes Pflanzgut, die Vorkeimung, eine Beizung gegen Auflaufkrankheiten sowie die Pflanzung in einen ausreichend erwärmten Boden. Eine möglichst weite Fruchtfolge (weniger Druck von bodenbürtigen Pathogenen) und eine angepasste Nährstoffversorgung unterstützen ebenfalls einen schnellen Auflauf sowie eine zügige Jugendentwicklung.</p>
Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
<p>Für die Überwachung: Feldkontrollen, Gelbschalen, Pflanzenschutzwarndienste</p>	<p>Der amtliche Blattlauswarndienst liefert eine sehr gute Orientierung, wann die Blattläuse auftreten und wie die Entwicklung der Blattlauspopulation voranschreitet.</p> <p>Mit eigenen Gelbschalen kann die Flugaktivität der Blattläuse zusätzlich auf den betrieblichen Flächen beobachtet werden.</p>

	<p>Darüber hinaus liefern Bestandskontrollen mit Blattlauszählungen Daten über die lokale Entwicklung der Blattlauspopulationen in einzelnen Beständen. Die Blattlauszählungen sollten in regelmäßigen Abständen an mehreren Stellen der Schläge repräsentativ vorgenommen werden, um daraus die Notwendigkeit und den richtigen Zeitpunkt der Bekämpfungsmaßnahme abzuleiten.</p>
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Insektizid-Anwendung	<p>Bei Erreichen und/oder Überschreiten der Bekämpfungsschwelle (500 Blattläuse je 100 Fiederblätter) ist eine direkte Bekämpfung mit Insektiziden angezeigt.</p> <p>Zur Erzielung optimaler Wirkungsgrade sollen die Applikationen bei günstigen Bedingungen erfolgen. Dies gilt insbesondere für Pyrethroide, deren Wirksamkeit bei höheren Temperaturen nicht mehr gegeben ist. Pyrethroide sollten daher nicht angewendet werden, wenn die Temperaturen dauerhaft oberhalb von 25°C liegen.</p> <p>Der Bekämpfungserfolg sollte ca. 2 – 4 Tage (je nach Wirkungsgeschwindigkeit des verwendeten Produktes) durch Bonitur bzw. Zählung (ggf. Nymphen und geflügelte Läuse) an mehreren, zufällig im Feld gewählten Stellen überprüft werden.</p>
Schutz von Nutzarthropoden, insbesondere der Honigbiene, beachten	<p>Grundsätzlich sind bienenungefährliche, nützlingschonende Präparate bevorzugt einzusetzen. Der Schutz der Bienen sowie anderer Nutzarthropoden muss konsequent beachtet werden.</p> <p>Bei einer Überschreitung der Bekämpfungsschwelle von 500 Blattläusen je 100 Fiederblätter ist aber häufig eine Honigtaubildung zu erwarten, die für Bienen attraktiv ist. Keinesfalls dürfen bienengefährliche Produkte oder Tankmischungen der Kategorie „B1“ angewendet werden, wenn Bienenflug beobachtet worden ist.</p> <p>Um die Exposition der Bienen mit Insektiziden zu minimieren, sind Insektizide bevorzugt abends nach dem Bienenflug zu applizieren.</p>
Resistenzvorbeuge	<p>Insbesondere bei einem frühen Blattlausbefall (je nach Region, Witterung, Wintertemperaturen) können mehrere Bekämpfungsmaßnahmen erforderlich sein. In solch einem Fall muss bei der Auswahl der Insektizide konsequent auf einen Wechsel der Wirkstoffgruppen geachtet werden, um ein entsprechendes Resistenzmanagement zu realisieren.</p>
Beschränkung auf das notwendige Maß	<p>Je nach Bestandsentwicklung und Sorte kann ggf. auf eine Wiederholung der Insektizid-Anwendung verzichtet werden, wenn die Wirtschaftlichkeit (wie z.B. bei einem späten Läusebefall) nicht gegeben ist.</p>

3.1.2.2 Blattläuse als Virusvektoren

Viruskrankheiten können nicht direkt bekämpft werden. Die beste Möglichkeit, Ertrags- und Qualitätseinbußen durch Viruskrankheiten zu vermeiden, ist daher die Verwendung von gesundem, zertifiziertem Kartoffelpflanzgut. In der Pflanzkartoffelproduktion gilt es, die Erstinfektion und die Ausbreitung von Viruskrankheiten mit allen zur Verfügung stehenden Maßnahmen zu verhindern. Ein wichtiges Instrument in der Produktion von zertifiziertem Pflanzgut ist die durchgehende direkte Bekämpfung der virusübertragenden Blattläuse (Vektoren), die insbesondere gegenüber den persistent übertragbaren Virose hoch wirksam ist.

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Auswahl des einzusetzenden Pflanzgutes	In der Kartoffelvermehrung ist gesundes Ausgangspflanzgut zu nutzen (i.d.R. Vorstufen- oder Basispflanzgut). Die Blattläuse als Vektoren müssen sich immer erst durch das Anstechen einer viruskranken Staude mit dem Virus aufladen, bevor sie die Infektion weiterverbreiten können. Besonders vorteilhaft ist daher ein gesunder Vermehrungsbestand möglichst ohne kranke Stauden, da letztere als erste Infektionsquelle für die Vektoren dienen können.
Maßnahmen zur Förderung eines frühen Auflaufs	<p>Alle Maßnahmen, die ein frühes Auflaufen der Bestände fördern, sind in der Pflanzgutproduktion von Vorteil. So ist zum einen eine frühzeitige Bereinigung der kranken Stauden in den Beständen möglich, bevor der Zuflug der Blattläuse aufgrund steigender Temperaturen zunimmt. Zum anderen setzt mit fortschreitender Reife der Stauden die sogenannte Altersresistenz ein, die aufgrund nachlassender Attraktivität der Stauden sowie langsamerer Abwanderung der Viruspartikel vom Blatt in die Knolle die Infektionsgefahr reduziert. Außerdem gelangt der Bestand früher in die Abreife, so dass eine effektive Krautregulierung zeitiger vorgenommen werden kann, was die Gefahr von Spätinfektionen deutlich verringert.</p> <p>Die Vorkeimung ist die effektivste Maßnahme, mit der ein früher Auflauftermin ebenso wie eine zügige und gleichmäßige Pflanzenentwicklung realisiert werden kann. Sollte dies z.B. aufgrund von fehlender Pflanztechnik nicht möglich sein, muss das Pflanzgut möglichst gut keimgestimmt sein. Die Pflanzung sollte in einen ausreichend erwärmten Boden erfolgen.</p>
Maßnahmen zur Förderung einer schnellen Pflanzenentwicklung (Stressvorbeuge, zügige und gleichmäßige Bestandsentwicklung)	Eine Beizung gegen Auflaufkrankheiten sowie eine vierjährige Fruchtfolge (weniger Druck von bodenbürtigen Pathogenen) und eine angepasste Nährstoffversorgung unterstützen einen schnellen Auflauf und eine zügige Jugendentwicklung.
Standortwahl: möglichst Flächen mit gesunder Umgebung (ggf. Gesundlagen) nutzen	Für die Pflanzkartoffelproduktion sollen möglichst Regionen oder Lagen mit geringem Risiko des Zufluges von (virusbeladenen) Blattläusen ausgewählt werden (isoliert

	liegende Flächen, ggf. Gesundlagen). Die Pflanzkartoffelproduktion sollte nicht in unmittelbarer Nähe von Flächen mit Konsumkartoffelanbau erfolgen.
Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
Überwachung , Feldkontrollen, Gelbschalen, Blattlauswarndienste	Der amtliche Blattlauswarndienst (Adressen siehe Anhang) bietet eine sehr gute Orientierung, wann die Blattläuse auftreten und wie die Entwicklung der Blattlauspopulation voranschreitet. Mit eigenen Gelbschalen wird die Flugaktivität der Blattläuse auf möglichst vielen Betriebsflächen beobachtet. Die Hinweise und Empfehlungen der regionalen Warndienste (Behandlungstermine, Bekämpfungsstrategie) sind dabei zu beachten.
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Insektizid-Anwendung	Um die Pflanzkartoffelvermehrungen bestmöglich zu schützen, sind zum einen die Insektizide je nach Wirkungsschwerpunkt einzusetzen. Zum anderen muss die Applikation der verschiedenen Wirkstoffe zu den jeweils günstigsten Bedingungen, bzw. in den optimalen Temperaturbereichen und mit angepasster Wassermenge, erfolgen. Dies gilt z.B. besonders für Pyrethroide, deren Wirksamkeit bei höheren Temperaturen nicht mehr gegeben ist. Der Bekämpfungserfolg ist regelmäßig durch Bonitur bzw. Zählung der Blattläuse an mehreren, zufällig im Feld gewählten Stellen zu kontrollieren.
Schutz von Nutzarthropoden, insbesondere der Bienen, ist zu beachten	Vorrangig sind nützlingsschonende Produkte anzuwenden. Der Bienenschutz ist konsequent zu beachten. Um eine mögliche Exposition zu minimieren, sollen Insektizide bevorzugt abends nach dem Bienenflug appliziert werden. Bei sehr starkem Läuseflug und nicht ausreichendem Insektizidschutz kann auch in einem Pflanzkartoffelbestand eine Honigtaubildung auftreten. Falls dann ein Bienenflug festgestellt wird, dürfen keinesfalls bienengefährliche Produkte oder Tankmischungen angewendet werden. Gleiches gilt beim Auftreten von blühenden Unkräutern im Pflanzkartoffelbestand.
Resistenzvorbeuge	Da in der Regel mehrere Bekämpfungsmaßnahmen in einer Kultur erforderlich sind, muss bei der Auswahl der Insektizide zwecks Resistenzvorbeuge konsequent auf einen Wirkstoffgruppenwechsel (IRAC-Wirkungsmechanismus, JKI-Empfehlung zur Insektizidresistenz) geachtet werden.
Beschränkung auf das notwendige Maß	Um eine Virusübertragung zu vermeiden, ist es in der Regel unumgänglich, die Pflanzkartoffelbestände mit einem lückenlosen, permanenten Insektizidschutz zu versehen. Dennoch erlauben es die Resistenzeigenschaften vieler Kartoffelsorten, bei der Produktion von zertifiziertem Pflanz-

	<p>gut den Einsatz der Insektizide je nach Läuseflug und anderen Gegebenheiten einzuschränken. Die Kenntnis der Virusresistenzeigenschaften der anzubauenden Sorten ist dafür unabdingbar. Bei der Produktion von Basis- oder Vorstufengut ist ein reduzierter Insektizideinsatz nicht möglich.</p> <p>Eine fehlende Flugaktivität (Kälte, Regenwetter u.a.) kann auf jeden Fall dazu genutzt werden, Spritzabstände zu variieren.</p> <p>Unter Berücksichtigung von Sorteneigenschaften, Wetterprognosen sowie der Empfehlungen von Warndiensten etc. sollten die Produktwahl und die Behandlungsabstände an die Gegebenheiten angepasst werden. Wichtige Einflussgrößen sind diesbezüglich insbesondere die Bestandsentwicklung sowie spezielle Produkteigenschaften (Wirkungsdauer, Temperaturansprüche).</p>
--	--

3.1.3 Drahtwürmer

Drahtwürmer sind die Larvenstadien verschiedener Schnellkäferarten. Sie beeinflussen durch ihren Fraß an Kartoffelpflanzen gewöhnlich nicht nur den Flächenertrag. Mit zunehmender Intensität werden auch von Drahtwürmern verursachte Qualitätsmängel beobachtet, welche die Vermarktung betroffener Partien einschränken oder im Einzelfall sogar gänzlich verhindern.

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Flächenauswahl, Meidung von Risikoflächen, intensive Bodenbearbeitung</p>	<p>Nicht geeignet sind Flächen, die nach mehrjähriger Grünbrache oder Kleegrasanbau umgebrochen worden sind. Längere Phasen der Bodenruhe begünstigen die Populationsentwicklung bzw. den Anstieg der Drahtwurmpopulationen.</p> <p>Zur Vermeidung von Qualitätseinbußen sollten Kartoffeln daher erst mehrere Jahre nach dem Umbruch und erst nach mehrjährigen intensiven Bodenbearbeitungsmaßnahmen angebaut werden (siehe auch pflanzenbauliche (mechanische) Maßnahmen in diesem Kapitel).</p> <p>Sofern Maßnahmen zur gezielten Drahtwurmbekämpfung in den Vorkulturen durchgeführt werden können, sollte dies in der Rotation berücksichtigt werden.</p>
<p>Frühzeitige Ernte der Kartoffeln</p>	<p>Drahtwürmer suchen bei Trockenheit und/oder hohen Temperaturen im Sommer Kartoffelknollen mitunter nicht primär zur Nahrungsaufnahme, sondern zur Deckung des Feuchtigkeits- bzw. Wasserbedarfes sowie zur Kühlung auf. Gefährdet sind insbesondere abreifende und reife Bestände, wo infolge fehlender Beschattung ausgetrocknete Dämme und/oder höhere Temperaturen in den Dämmen vorgefunden werden. Eine rechtzeitige Ernte (sobald die Knollen schalenfest sind), und ggf. Beregnungsmaßnahmen, können zur Minderung von Fraßschäden an den reifen Knollen beitragen.</p>

Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
<p>Monitoring des Schädlings</p>	<p>Die Überwachung (Monitoring) des Schädlings wird grundsätzlich empfohlen. Die Kenntnisse über Biologie und Populationsdynamik sind gegenwärtig unzureichend.</p>
<p>Drahtwurm-Monitoring mittels Köderfallen oder Bodenuntersuchung</p>	<p>Mit Bodenproben und/oder Köderfallen (Kartoffelscheiben, gequollenes Getreide, etc.) können Daten zum Vorkommen von Drahtwürmern auf der Fläche erhoben werden. Rückschlüsse auf die Höhe des Schadensrisikos und der Bekämpfungsschwellen können jedoch nicht abgeleitet werden, da mittels dieser Methoden nur die gerade aktiven Tiere in den oberen Bodenschichten erfasst werden. Die Fangergebnisse variieren stark in Abhängigkeit von Umweltbedingungen, Nahrungsangebot und jeweiligem Entwicklungsstadium.</p>
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p><i>Direkte Maßnahmen:</i> Insektizid-Anwendung, Applikation biologischer Produkte (Hyperparasiten, etc.)</p> <p><i>Ergänzende Maßnahmen:</i> Pflanzgutbehandlung</p> <p>Ausbringung von Kalkstickstoff</p>	<p>Infolge der Lebensweise und des Entwicklungskreislaufs ist eine direkte Bekämpfung der Drahtwürmer zur Vermeidung der Qualitätsbeeinträchtigungen an den Kartoffeln schwierig. Höhere Wirkungsgrade sind meist nur mittels technisch anspruchsvoller Verfahren (Köderverfahren etc.) zu erzielen, bei denen die Wirkstoffe in der Regel beim Pflanzen mit ausgebracht werden. Sofern entsprechende Produkte und Verfahren zur Verfügung stehen und zugelassen sind, können diese bei der Produktion von Qualitätskartoffeln (Pflanzkartoffeln, Speise- und Veredelungskartoffeln) auf Flächen mit zu erwartendem Befallsdruck mit Drahtwurm angewendet werden (s.o. Schädlingsüberwachung).</p> <p>Einige insektizide Beizen schützen die Kartoffeln während ihres Jugendwachstums auch vor Drahtwurmbefall. Die Beizung wirkt jedoch nur auf die Drahtwürmer, die zu Beginn der Vegetation an Kartoffelpflanzen fressen. In Abhängigkeit von der Frühjahrsaktivität der Drahtwürmer schwanken die Wirkungsgrade insektizider Beizen somit relativ stark hinsichtlich der Unterbindung von Fraßschäden an den zu erntenden Kartoffelknollen. Auf Risikoflächen (s.o. Schädlingsüberwachung) sollte die Anwendung insektizider Beizen zur Reduzierung der Drahtwurmpopulation durchgeführt werden.</p> <p>Bestimmte Düngerformen, wie etwa Kalkstickstoff, können eine Teilwirkung gegen Drahtwürmer haben. So reduziert eine Ausbringung von Kalkstickstoff (vor oder nach dem Pflanzen, vor dem Häufeln) die Drahtwurmpopulation. Die Wirkungsgrade schwanken jedoch stark in Abhängigkeit von Umweltbedingungen (Temperatur, Feuchte) und der Aktivität der Drahtwürmer nach der Applikation. Zur nachhaltigen Bekämpfung ist die Anwendung von Kalkstickstoff nicht ausreichend.</p>

<p><i>Indirekte chemische Maßnahmen:</i></p>	<p>Verschiedene Wirkstoffe insektizider Beizen, die zur Behandlung von Saatgut in den Vorfrüchten angewendet werden, wirken gegen Drahtwürmer. Die Verwendung entsprechender Beizprodukte hat meist nur eine Teilwirkung auf die Drahtwurmpopulation (größere Larvenstadien sind weniger empfindlich). Zwecks nachhaltiger Verminderung des Schadensrisikos in Kartoffeln und anderen Kulturen (z.B. Mais) sollten auf Risikoflächen auch bei den anderen Kulturen in der Fruchtfolge Beizen mit Drahtwurmteilwirkung angewendet werden (sofern verfügbar bzw. zugelassen).</p>
<p><i>Pflanzenbauliche (mechanische) Maßnahmen</i></p>	<p>Längere Phasen der Bodenruhe fördern offensichtlich den Aufbau der Drahtwurmpopulation. Durch intensive Bodenbearbeitung, insbesondere bei kürzeren Abständen, kann die Drahtwurmdichte in den oberen Bodenschichten dezimiert werden, da Drahtwürmer und Puppen empfindlich auf mechanische Störungen, Verletzungen und Trockenheit reagieren. Hier bestehen allerdings Zielkonflikte zur konservierenden bzw. Minimalbodenbearbeitung und zum Erosionsschutz. Entsprechend der regionalen Gegebenheiten muss dies bei der Wahl der Bekämpfungsmethode berücksichtigt werden.</p>

Weitere Informationen finden Sie im UNIKA-Merkblatt „Drahtwurmschäden“ (s. Anhang).

3.1.4 Kartoffelzystennematoden (*Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*)

Da es sich bei Kartoffelzystennematoden um **Quarantäneschädlinge** handelt, gelten grundsätzlich die Anforderungen der Verordnung zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses und der Kartoffelzystennematoden vom 06. Oktober 2010 in der jeweils geltenden Fassung. Ergänzend hierzu wurde in Deutschland eine Leitlinie zur Durchführung von amtlichen Maßnahmen zur Bekämpfung von Kartoffelzystennematoden erarbeitet, die als Basis für eine gezielte und abgestimmte Vorgehensweise zwischen allen Bundesländern dient.

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Mindestens dreigliedrige Fruchtfolge</p>	<p>Neben der regionalen Kartoffeldichte werden die Ausbreitung und die Vermehrung von Kartoffelzystennematoden (KZN) insbesondere durch den häufigen Anbau von Wirtspflanzen auf derselben Fläche gefördert. Die natürliche Abnahme der Nematodendichte auf einer Anbaufläche ist in den ersten Jahren mit ca. 30% relativ hoch.</p> <p>Kartoffeln sollen daher in einer mindestens dreigliedrigen Fruchtfolge mit einer Anbaupause von mindestens zwei, besser drei oder mehr Jahren angebaut werden. Wegen des extrem hohen Vermehrungspotentials von KZN kann es aber auch in vier- und mehrjährigen Fruchtfolgen durch ungeeignete Sorten zu einer Zunahme der Population mit entsprechenden Schäden kommen.</p>

	Auch beim Anbau resistenter Sorten auf Befallsflächen muss mindestens eine zweijährige Anbaupause eingehalten werden.
Gesundes, nematodenfreies Pflanzgut verwenden	Einer der wesentlichen Ausbreitungswege von KZN sind Zysten in der Anhangserde von Pflanzkartoffeln. Um das Risiko einer Verbreitung zu minimieren, sollte zertifiziertes Pflanzgut verwendet werden, da dieses von amtlich untersuchten befallsfreien Flächen stammt. Von der Ausnahme für den eigenen Nachbau sollte nur Gebrauch gemacht werden, wenn die Flächen, die für die Produktion verwendet werden, nachweislich frei von KZN sind.
Durchwuchskartoffeln und Unkraut konsequent bekämpfen	Ziel ist es, die Vermehrung von KZN in der Fruchtfolge während der Anbaupausen nachhaltig zu unterbinden. Wegen des hohen Vermehrungspotentials können schon wenige Kartoffelpflanzen für eine erhebliche Zunahme der Population ausreichend sein. Unter den Unkräutern sind Nachtschattengewächse ebenfalls Wirtspflanzen der Nematoden.
Sortenwahl	Zur Vorbeugung eines Befalls ist generell der Anbau von Sorten mit möglichst breiter Nematodenresistenz angeraten (siehe jährliche JKI-Bekanntmachung der entsprechenden Sorten im Bundesanzeiger, EU-Liste JKI, siehe Anhang).
Verhinderung der Ausbreitung von Zysten mit Anhangserde	Neben Pflanzkartoffeln von nicht geprüften Flächen ist die Verbreitung durch Erden der wichtigste Ausbreitungsweg von KZN. Ein besonders hohes Risiko beinhalten Erden aus Betrieben, die Kartoffeln aufbereiten und verarbeiten. Deshalb dürfen diese Abfall- oder Resterden nicht auf Ackerflächen gelangen, die zur Kartoffelproduktion genutzt werden. Die Verbreitung von Fläche zu Fläche erfolgt insbesondere auch über Erden, die an Maschinen haften. Dies erfordert bei allen, in der Rotation mit Kartoffeln bestellten Flächen, eine intensive Reinigung von landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten (Feldhygiene!). Vor allem bei der Nutzung überbetrieblich eingesetzter Maschinen und Geräte ist eine gründliche Reinigung vor dem Verlassen der Fläche Voraussetzung. Dies gilt nicht nur für Maschinen, die im Kartoffelanbau eingesetzt werden, sondern u.a. auch für Zuckerrübentechnik. Praktikable Verfahren, die den Anforderungen an eine gründliche Reinigung gerecht werden, sind bisher kaum verfügbar. Wichtige Informationen zur Maschinenreinigung liefert das UNIKA-Merkblatt „Kartoffeltechnik reinigen“. Maßnahmen gegen Wind- und Wassererosion in der gesamten Rotation verringern auch die Verbreitung von KZN. Der Wassererosion kann durch eine passende Pflanzrichtung gegengewirkt werden.
Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
Befallssymptome überwachen	Erste sichtbare Befallssymptome sind das Sichtbarwerden der Weibchen (Zysten) an den Wurzeln ab Ende Juni/Anfang

	<p>Juli. Zur Kontrolle werden die Pflanzen vorsichtig ausgegraben, um ein mögliches Abfallen der Zysten zu verhindern. Bei stärkerem Befall kommt es zu nesterweise auftretenden Wachstumsstockungen (oftmals ohne Reihenschluss) und struppigen Wurzeln - Befallsverdacht durch Untersuchung bestätigen lassen.</p> <p>Auch für die Produktion von Nachbau sollten die Flächen untersucht werden. Eine genaue Kenntnis der Befalls-situation aller Betriebsflächen (einschließlich Pacht und Tauschflächen) ist die Grundlage für ein zielgerichtetes Handeln, um die Gefahr durch Nematoden zu minimieren.</p>
<p>Schwellenwerte</p>	<p>Aufgrund des Quarantänestatus bedeutet der Fund einer Zyste mit lebendem Inhalt bereits das Aus für die Pflanzkartoffelproduktion. Gleiches gilt für andere Verwertungsrichtungen, sofern keine resistenten Sorten zur Verfügung stehen.</p> <p>Bedingt durch eine nachgewiesene, differenzierte Ertragsreaktion der Sorten und weiterer Einflussfaktoren (Standort, Jahr, Wasserversorgung etc.) kann kein Schwellenwert abgeleitet werden.</p> <p>Ziel eines Nematodenmanagements muss es daher sein, die weitere Ausbreitung zu verhindern und auf Befallsflächen alle Möglichkeiten einer Reduktion der Nematodendichten zu nutzen. Je mehr Zysten auf einer Fläche vorhanden sind, desto höher sind die Ertragsverluste und umso größer ist das Risiko einer weiteren Verbreitung.</p>
<p>Direkte Bekämpfungsmaßnahmen</p>	<p>Begründung / Erläuterung</p>
<p>Anbau resistenter Sorten</p>	<p>Grundsätzlich gilt das amtliche Bekämpfungsprogramm.</p> <p>Die wichtigste Maßnahme zur Bekämpfung von KZN ist der Anbau resistenter Sorten. Der Anbau von Pflanzkartoffeln (einschließlich Nachbau) ist entsprechend der gesetzlichen Vorgaben auf Befallsflächen generell verboten.</p> <p><u>Für den Konsumkartoffelanbau gilt:</u> Auf mit KZN befallenen Konsumkartoffelflächen dürfen nur Sorten, die gegen die vorhandenen Arten und Pathotypen resistent sind, angebaut werden. Als resistent gelten Sorten, die mit der Note 7, 8 und 9 oder als „resistent“ gegen die jeweiligen Pathotypen eingestuft worden sind (Beschreibende Sortenliste Kartoffeln; Bundesanzeiger: nationale und EU-Liste JKI; Links siehe Anhang). Aktuelle Listen mit resistenten Kartoffelsorten sind auch bei den amtlichen Pflanzenschutzdiensten der Länder erhältlich.</p> <p>Grundsätzlich reagieren Kartoffelsorten auf Nematodenbefall mit unterschiedlich hohen Ertragsverlusten. Deshalb sollte beim Anbau auf Befallsflächen neben der Resistenz auch die Toleranzeigenschaft einer Sorte berücksichtigt werden.</p>

	<p>Kenntnisse zur Toleranz liegen z.Zt. vor allem für das Stärkekartoffelsortiment vor.</p> <p>Wichtig: Eine Reduktion des Befalls kann nur erreicht werden, wenn die angebaute Sorte Resistenzen gegen alle auf dem Schlag vorkommenden Arten und Pathotypen besitzt. Bei fehlendem Pathotypentest ist nur ein Anbau von Sorten mit entsprechender Resistenz gegen alle vorhandenen Pathotypen möglich.</p>
Direkte chemische Bekämpfungsmaßnahmen	Erläuterung / Begründung
	<p>Für die direkte Bekämpfung mit pflanzenverträglichen Nematiziden steht z. Zt. nur ein Nematizid zur Verfügung. Der Einsatz ist allein nicht ausreichend, um die Population zu reduzieren und sollte nur in Kombination mit dem Anbau einer resistenten Sorte erfolgen. In Sorten mit einer schwach ausgeprägten Toleranz können dadurch Ertragsverluste eingegrenzt werden.</p>

Weitere Informationen finden Sie im UNIKA-Merkblatt „Kartoffelzystennematoden“ sowie in der JKI-Tabelle zur Sortenübersicht (s. Anhang).

3.2. Pilzkrankheiten

3.2.1 Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel (*Phytophthora infestans*)

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Sortenwahl: möglichst Sorten mit höherer Widerstandsfähigkeit nutzen	Kartoffelsorten weisen in der Regel nur graduelle Unterschiede in ihrer Anfälligkeit für Kraut- und Knollenfäule auf. Sofern aber eine entsprechende Variabilität vorhanden ist, sollten in der jeweiligen Reifegruppe bzw. dem jeweiligen Marktsegment die Sorten mit der höheren Widerstandskraft gegen Krautfäule für den Anbau gewählt werden. Dadurch kann ggf. der Einsatz von protektiven Pflanzenschutzmitteln reduziert werden (längere Behandlungsintervalle, Reduktion der Behandlungsmaßnahmen etc.).
Vermeidung von Durchwuchs, konsequente Durchwuchsbekämpfung	Durchwuchskartoffeln in benachbarten Schlägen sind Infektionsquellen, von denen permanent das Risiko einer Krautfäuleausbreitung (Epidemie) ausgeht. Vorbeugende Maßnahmen gegen Kartoffeldurchwuchs, wie z. B. flache Bodenbearbeitung nach der Kartoffelernte (leichteres Erfrieren), sollten durchgeführt werden. Der Durchwuchs ist in den Folgekulturen konsequent zu bekämpfen , ggf. sind dafür Herbizide mit der besten Teilwirkung gegen Kartoffeln auszuwählen. In Mais als Folgefrucht lassen sich Durchwuchskartoffeln zurzeit am besten bekämpfen (siehe auch Kapitel 2.1 sowie UNIKA-Merkblatt Durchwuchskartoffeln vermeiden).
Beseitigung/Abdecken von Abfallhaufen	Aus Kartoffelabfällen und Erdresten bestehende Abfallhaufen sind eine permanente Quelle für <i>Phytophthora</i> -Sporen,

	<p>die mit dem Wind verbreitet werden und Krautfäule-Epidemien auslösen können. Entsprechende Abfallhaufen sind daher mit Folie abzudecken und/oder anderweitig so zu behandeln, dass sich auf diesen keine mit <i>Phytophthora infestans</i> infizierten Kartoffelpflanzen entwickeln, die Kartoffelbestände infizieren können.</p>
<p>Schonende Ernte bei günstigen Bedingungen</p>	<p>Eine schonende Ernte bei günstigen Bodentemperaturen (möglichst nicht unter 10°C; Sortenunterschiede beachten) ist eine sehr effektive Vorbeuge gegen Knollenverletzungen und –beschädigungen, welche prädestinierte Eintrittspforten für Knollenbefall (Wundinfektionen) darstellen. Zusammen mit der Vermeidung der Ernte bei nassfeuchten Bedingungen ist dies eine wichtige Maßnahme zur Vorbeuge von Braunfäule.</p>
<p>Optimierung der Lagerung</p>	<p>Feuchtigkeit fördert die Infektion und Ausbreitung von Fäule. Mittels optimierter Klimaführung im Lager kann der Ausbreitung von Fäulnis wirksam vorgebeugt werden. Im Detail bedeutet dies:</p> <ul style="list-style-type: none"> • durch angepasste Lüftung unverzüglich für rasche Abtrocknung der frisch eingelagerten Kartoffeln sorgen; • mittels angepasster Temperaturführung eine gute Wundheilung ermöglichen; • nach Abschluss der Wundheilung sollte mit entsprechend geeigneter Klimaführung (maschinelle Kühlung) möglichst zügig die Dauerlageretemperatur angestrebt werden. Temperaturschwankungen und/oder Wiederbefeuchtung (Kondensation) sind unbedingt zu vermeiden.
<p>Direkte Bekämpfungmaßnahmen</p>	<p>Begründung/Erläuterung</p>
<p>Fungizid-Anwendung</p>	<p>Krautfäuleinfektionen (-epidemien) haben so hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen zur Folge, dass auf direkte (präventive) Bekämpfungsmaßnahmen in der Regel nicht verzichtet werden kann. Die Intensität der Bekämpfungsmaßnahmen (Spritzintervalle, Produkte, Tankmischungen) richtet sich nach dem witterungsbedingtem Infektionsdruck und ist damit differenziert vorzunehmen.</p> <p>Zur Optimierung der Bekämpfung (Produktauswahl, Terminierung, Behandlungsintervalle) sind geeignete Beratungsdienste und Expertensysteme (z.B. SIMBLIGHT, SIMPHYT) oder/und der amtliche Pflanzenschutzwarndienst zu nutzen, um so die Pflanzenschutzmaßnahmen auf das notwendige Maß zu begrenzen (weitere Informationen siehe Anhang).</p>
<p>Richtiger Spritzstart</p>	<p>Die korrekte Terminierung der ersten präventiven Pflanzenschutzanwendung (Spritzstart) ist essentiell für die Effektivität der Bekämpfung (Versäumen des richtigen Termins macht in der Regel Stopp-Spritzungen und damit</p>

	einen erhöhten Pflanzenschutzaufwand erforderlich). Als Entscheidungshilfe für die Ermittlung des Spritzstarttermins sind geeignete Prognosesysteme oder auch der amtliche Warndienst heranzuziehen.
Resistenz-Vorbeuge	<p>Fungizide zur Bekämpfung sind so anzuwenden, dass die Bildung von Resistenzen gegen einzelne Wirkstoffe verhindert wird. Die Beratungsempfehlungen und die entsprechenden FRAC-Richtlinien (Fungicide Resistance Action Committee) sind zu beachten. Dies gilt insbesondere für stark resistenzgefährdete Wirkstoffe.</p> <p>Grundsätzlich ist ein regelmäßiger Produkt- bzw. Wirkstoffgruppenwechsel zur Resistenzvorbeuge vorzunehmen.</p>

3.2.2 Dürrfleckenkrankheit (*Alternaria solani*, *Alternaria alternata*)

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Sortenwahl: ggf. Sorten mit höherer Widerstandsfähigkeit gegen <i>Alternaria</i> anbauen, regionale Eignung beachten	Gegen die Dürrfleckenkrankheit, die durch Infektionen mit <i>Alternaria</i> -Arten verursacht wird, gibt es nur graduelle Anfälligkeitsunterschiede. Bezüglich Resistenzen im Kultursortiment der Kartoffeln liegen z. Zt. noch keine verlässlichen Informationen vor. Sofern Kenntnisse über die Anfälligkeitsunterschiede zwischen den Sorten vorliegen, sollten bevorzugt Sorten mit geringerer <i>Alternaria</i> -Anfälligkeit angebaut werden. Gegebenenfalls sollten Informationen von Züchtern und/oder Beratung eingeholt werden.
Reduktion von Stress, angepasste Nährstoffversorgung	<p>Verschiedene Arten von biotischem und/oder abiotischem Stress (z.B. Wasser- und Nährstoffmangel, Blattlausbefall etc.) begünstigen <i>Alternaria</i>-Infektionen und beschleunigen den Verlauf der <i>Alternaria</i>-Epidemie. Eine bedarfsgerechte, ausreichende Nährstoffversorgung (Boden-/Blattuntersuchung) und die Vermeidung von Trockenstress, ggf. durch rechtzeitige Bewässerung, sind die wichtigsten Maßnahmen zur Reduzierung von abiotischem Stress.</p> <p>Eine ggf. rechtzeitige Applikation von Insektiziden, insbesondere zur Bekämpfung von Blattläusen (Schwellenwerte beachten) und/oder anderen Insekten (Kartoffelkäfer, Zikaden, Blattwanzen, Thrips etc.), dient der Vorbeugung gegen biotischen Stress und vermindert Infektionen und Schadensrisiko durch <i>Alternaria</i>-Arten.</p>
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Anwendung von Fungiziden	Bei entsprechenden Voraussetzungen (hohes Schadpotential) haben die Fungizid-Anwendungen im Rahmen der Bekämpfungsstrategie präventiv zur erfolgen. Dabei gilt es, die für die Ertragsbildung wichtigen mittleren und oberen

	<p>Blattetagen möglichst lange vor <i>Alternaria</i>-Infektionen zu schützen und vorzeitigen Blattverlust zu verhindern.</p> <p>Die Bekämpfungsstrategie ist unter Berücksichtigung der vorhandenen Rahmenbedingungen (Sorte, witterungsbedingter Infektionsdruck, verfügbare Produkte bzw. Wirkstoffe) zu wählen bzw. anzupassen. Ferner sind Prognosemodelle und Empfehlungen der Beratung zu berücksichtigen.</p>
<p>Resistenzen vorbeugen</p>	<p>Einige der zur Bekämpfung der Dürffleckenkrankheit verwendeten Produkte sind potentiell resistenzgefährdet und/oder es wurden Resistenzen bei betreffenden <i>Alternaria</i>-Arten gefunden. Zur Erzielung einer nachhaltigen Anwendbarkeit sollten betroffene Produkte bzw. Wirkstoffe nur bei entsprechendem, hohem Schadensrisiko für <i>Alternaria</i> appliziert werden. Generell sollten Fungizidanwendungen gemäß den Empfehlungen der Beratung sowie den FRAC-Richtlinien erfolgen. Es ist auf einen entsprechenden Wirkstoffgruppenwechsel in der Spritzfolge zu achten.</p>

3.2.3 Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*)

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Ausgewogene Fruchtfolge wählen</p>	<p>Die Erhöhung des Infektionspotentials im Boden wird durch den häufigen Anbau von Wirtspflanzen gefördert. Eine möglichst weite Stellung der Kartoffel in der Fruchtfolge verringert das Infektionspotential.</p>
<p>Verteilung und Anteil von organischer Substanz im Boden durch alle verfügbaren Maßnahmen optimieren</p>	<p>Dauerfruchtkörper des Pilzes, die Sklerotien, überwintern bzw. haften an totem, organischem Material. Ein hoher Anteil an unverrotteter organischer Substanz und/oder deren schlechte Verteilung (Erntereste/organische Düngung) fördert die Überdauerung des Pilzes.</p> <p>Fruchtfolgeglieder, die eine große Menge an organischer Substanz hinterlassen (z.B. Mais, überdauernde Zwischenfrüchte), sollten nicht als Vorrucht zu Kartoffeln angebaut werden.</p> <p>Bodenverdichtungen jeglicher Art sind zu vermeiden.</p>
<p>Gesundes Pflanzgut verwenden</p>	<p>Eine weitere Infektionsquelle sind an Kartoffelknollen anhaftende Sklerotien oder darauf ausgekeimtes Myzel.</p> <p>Der Einsatz von zertifiziertem Pflanzgut wird empfohlen.</p>
<p>Alle Maßnahmen nutzen, die zu einem zügigen Auflauf der Knollen führen.</p>	<p>Besonders Dunkelkeime werden von Infektionshyphen befallen. Ein zügiges Auflaufen hilft daher, Infektionen zu vermindern. Grüne, nicht verletzte Keime können nicht infiziert werden.</p>

	<p>Ein zügiger Auflauf kann u.a. gewährleistet werden durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Pflanzung von vorgekeimtem Pflanzgut; • die Pflanzung von in Keimstimmung befindlichem Pflanzgut; • das Pflanzen erst ab Bodentemperaturen von ca. 10°C; • das Vermeiden von Keimabbruch.
Unkrautbekämpfung sachgerecht gestalten	Ein hoher Unkrautdruck scheint den Knollenbefall zu erhöhen.
Erntezeitpunkt korrekt gestalten	Sklerotien bilden sich umso mehr auf Knollen aus, je länger schalenfeste Knollen im Boden liegen. Deshalb sollten Knollen bei Erreichen der Schalenfestigkeit gerodet werden.
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Pflanzgutbehandlung	Eine Beizung vermindert die Infektion über anhaftende Sklerotien und über den Boden. In Abhängigkeit vom Infektionsdruck (Ausgangsbesatz, Boden, Vorfrucht, Temperatur, Pflanzgutvorbereitung) und der Verwertungsrichtung (z.B. Stärkekartoffeln) kann ggf. auf eine Pflanzgutbehandlung verzichtet werden.

3.2.4 Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*)

Da es sich um eine **Quarantänekrankheit** handelt, gelten die Anforderungen der Verordnung zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses und der Kartoffelzystennematoden vom 06. Oktober 2010 in der jeweils geltenden Fassung. **Eine direkte chemische Bekämpfung von Kartoffelkrebs ist nicht möglich. Maßnahmen zur Vorsorge kommt daher eine ganz besondere Bedeutung zu.**

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Gesundes Pflanzgut	Die wirksamste Vorsorgemaßnahme gegen die Einschleppung von Quarantäneschaderegern ist die Verwendung von zertifizierten Pflanzkartoffeln .
Sortenwahl / Sortenmanagement	Die gezielte Ausnutzung von rassenspezifischen Resistenzen und Widerstandsfähigkeiten ist einerseits gesetzlich gefordert, andererseits betriebswirtschaftlich ohne jede Alternative. Die regionale Beratungsempfehlung sollte beachtet werden, um ggf. die Wahrscheinlichkeit der Verschleppung von Kartoffelkrebs zu mindern. Eine Übersicht der Sorten mit Resistenz gegen Kartoffelkrebs liefern die Beschreibende Sortenliste Kartoffeln sowie die jährliche JKI-Bekanntmachung im Bundesanzeiger (siehe Anhang).
Bekämpfung von Durchwuchskartoffeln	Aus phytosanitären Gründen sind alle zur Verfügung stehenden Maßnahmen gegen Durchwuchs einzusetzen,

	allen voran eine flache, nicht wendende Bodenbearbeitung nach der Kartoffelernte, die Bereinigung per Hand oder die gezielte Anwendung geeigneter Herbizide in Mais, Getreide oder anderen Folgekulturen.
Reinigung von Schleppern, Maschinen und Geräten	Insbesondere bei der Bearbeitung von verschiedenen Produktionsorten auf den Betrieben oder dem überbetrieblichen Einsatz von Schleppern, Maschinen und Geräten ist die wiederholte, sorgfältige Reinigung von Erd- und Pflanzenresten notwendig (siehe Merkblatt „Kartoffeltechnik reinigen“, Anhang). Dies mindert die Wahrscheinlichkeit, einen bisher nicht erkannten Befall mit Kartoffelkrebs auf andere Flächen zu übertragen.
Kontrollierte Abfallwirtschaft	Es gilt die Forderung, Reststoffe aus der Kartoffelverarbeitung und –aufbereitung sowie Resterden nicht auf Ackerflächen auszubringen. Praktikable, alternative Verbringungswege werden derzeit gesucht. Beachtet werden muss auch die im Jahr 2017 novellierte Klärschlammverordnung.

Weitere Informationen finden Sie im UNIKA-Merkblatt Kartoffelkrebs (s. Anhang).

3.3 Bakterielle Schaderreger

3.3.1 Bakterielle Ringfäule (*Clavibacter michiganensis* ssp.sepedonicus)

Die Bakterielle Ringfäule (Cms) zählt zu den **Quarantänekrankheiten der Kartoffel**. Sie unterliegt der Verordnung zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule und der Schleimkrankheit vom 5. Juni 2001 in der jeweils geltenden Fassung. Ergänzend hierzu wurde in Deutschland eine Leitlinie zur Bekämpfung erarbeitet, die als Basis für eine gezielte und abgestimmte Vorgehensweise zwischen allen Bundesländern dient. **Die Krankheit kann nur durch die nachfolgenden, umfassenden Vorbeugungsmaßnahmen bei Züchtung, Anbau und Handel eingedämmt und verhindert werden.**

Vorbeugende Maßnahme	Begründung/Erläuterung
Überwachung	Die Überwachung der Krankheit wird grundsätzlich durch die einschlägige Verordnung geregelt (systematische Laboruntersuchung von Pflanzkartoffeln sowie bestimmte Stichproben bei Speise- und Wirtschaftskartoffeln). Darüber hinaus sollten beim Auftreten eines Befallsverdachts (z. B. typische Symptome im Feldbestand bzw. beim Schneiden von Kartoffelknollen) Proben an ein autorisiertes Diagnoselabor zwecks Klärung übergeben werden.
Vorbeugende Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Sauberkeit und Hygiene auf den Betrieben	Die Übertragung mit dem Pflanzgut ist einer der wichtigsten Verbreitungswege. Kontakte zwischen kranken und gesunden Knollen bzw. zwischen gesunden Knollen und kontaminierten Maschinen und Anlagen im Verlaufe des

	<p>gesamten Produktionsprozesses, bei Knollenbewegungen im Lager, beim Sortieren oder beim Transport führen zu Infektionen. Der Schadorganismus kann auf verschiedensten Materialien (vor allem im trockenen Zustand) sehr lange überleben und bleibt infektiös.</p> <p>Mindestens einmal jährlich sind alle Maschinen, Geräte, Anlagen und Gegenstände, die für die Kartoffelerzeugung, -aufbereitung und -lagerung verwendet werden, zu reinigen und zu desinfizieren.</p> <p>Vor dem Transport von Pflanzgut sind alle dafür vorgesehenen Transportmittel und Behältnisse gründlich zu reinigen und zu desinfizieren.</p> <p>Reinigung und Desinfektion von Pflanz-, Pflege-, Ernte-, Transport-, Einlagerungs-, Auslagerungs- und Sortiertechnik sind vor dem Wechsel zu anderen Produktionseinheiten eines Betriebes ebenfalls vorzunehmen.</p>
<p>Gesundes Pflanzgut verwenden</p>	<p>Eine infizierte Kartoffelknolle bildet den Start für eine Infektion. Der Erreger verbreitet sich über die wachsende Pflanze in die Tochterknollen. Den besten Schutz bildet die Verwendung von zertifiziertem, und damit amtlich geprüftem Pflanzgut. Werden Kartoffeln auf dem eigenen Betrieb erneut gepflanzt, sollten sie ebenfalls im Labor getestet sein. Wenn eigener Nachbau betrieben wird, dann nur einmalig aus amtlich anerkanntem Pflanzgut.</p> <p>Keine Partien pflanzen, wenn Vortests im Labor einen Verdacht auf das Vorhandensein von Erregern ergeben haben. Dies auch dann nicht, wenn sich der Verdacht in weiteren Tests nicht bestätigen sollte.</p>
<p>Pflanzkartoffeln schneiden</p>	<p>Beim Schneiden von Knollen könnten Erreger verschleppt werden. Das Z-Pflanzgut von Kartoffeln kann sortenbedingt einen hohen Anteil von Übergrößen haben. Dies erfordert, dass dieses Z-Pflanzgut zur sachgerechten maschinellen Auspflanzung geschnitten werden muss. Dies sollte nur in professionellen Einrichtungen unter hygienisch einwandfreien Bedingungen erfolgen.</p>
<p>Rückverfolgbarkeit der Partien gewährleisten</p>	<p>Die Identität der Partien in allen Produktions- und Aufbereitungsprozessen ist zu gewährleisten. Ein Auffüllen von Partien mit anderen Herkünften sollte vermieden werden.</p>
<p>Herkunft der Partie nachweisbar</p>	<p>Die Etiketten (Pflanzenpass, Anerkennungsetikett) sind zur Nachweissicherung aufzubewahren.</p>
<p>Bekämpfung von Durchwuchskartoffeln</p>	<p>Verbleiben befallene Knollen im Boden, können darin enthaltene Bakterien über einen längeren Zeitraum überleben und infektiös bleiben. Kartoffeldurchwuchs kann Bakterien aus den Vorjahren übertragen und ist somit eine potenzielle Infektionsquelle.</p>

Konsequente Bekämpfung von Unkraut	Wildkräuter aus der Familie der Nachschattengewächse wie Schwarzer Nachtschatten (<i>Solanum nigrum</i>) und Bittersüßer Nachtschatten (<i>Solanum dulcamara</i>) können die Erreger in sich tragen und zu einer Infektionsquelle werden.
Konsequente Beseitigung von Reststoffen	Unbehandelte Reststoffe bei jeglicher Kartoffelaufbereitung und -verarbeitung (z.B. Resterden, absortiertes organisches Material wie etwa kleine Knollen oder Pflanzenreste) stellen beim Ausbringen auf landwirtschaftliche Ackerflächen ein sehr hohes Infektionsrisiko dar.
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Keine	Eine direkte chemische oder biologische Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule im Pflanzenbestand oder in den Knollen ist nicht möglich. Resistente Sorten stehen nicht zur Verfügung.
<p>Weitere Maßnahmen bei der Produktion von Pflanzkartoffeln sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • der bakterienfreie Zuchtaufbau in der Meristemkultur; • die Testung der In Vitro-Kulturen; • das Verwerfen von Zuchtstämmen, bei denen auch nur der geringste Verdacht auf Kontamination besteht; • eine kurze Generationenfolge; • eine Fruchtfolge mit mindestens dreijähriger Anbaupause; • die räumliche Trennung von Pflanzkartoffeln zu Speise-/Wirtschaftskartoffeln: optimal ist die strikte räumliche Trennung in verschiedene Erzeugungsorte mit jeweils eigenen Maschinen und Geräten oder die konsequente Reinigung und Desinfektion von Maschinen, Geräten und Transportfahrzeugen, bevor diese für die Pflanzkartoffelproduktion genutzt werden; • die ausschließliche Verwendung von sauberem (gereinigt und desinfiziert), ungebrauchtem Verpackungsmaterial für Pflanzkartoffeln; • die vorherige Reinigung und Desinfektion der Beförderungsmittel zum Transport von Pflanzgut in loser Schüttung; • keine Rückführung von Reststoffen: die Rückführung jeglicher Reststoffe aus der Sortierung (Sieberde, aussortierte Knollen etc.) oder aus anderweitiger Verarbeitung auf Kartoffelflächen ist zu unterlassen; • keine Verfütterung von Kartoffelabfällen in Pflanzkartoffelbetrieben. 	

Weitere Informationen sind auf den UNIKA-Merkblättern „Bakterielle Ringfäule“, „Durchwuchskartoffeln vermeiden“ und „Kartoffeltechnik reinigen“ nachzulesen (s. Anhang).

3.3.2 Schleimkrankheit (*Ralstonia solanacearum*)

Als **Quarantänekrankheit der Kartoffel** unterliegt die Schleimkrankheit (*Rs*) ebenfalls der Verordnung zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule und der Schleimkrankheit vom 5. Juni 2001 in der jeweils geltenden Fassung. Ergänzend hierzu wurde in Deutschland eine Leitlinie zur Bekämpfung erarbeitet, die als Basis für eine gezielte und abgestimmte Vorgehensweise zwischen allen Bundesländern dient. Hervorgehoben wird die Krankheit durch das Bakterium *Ralstonia solanacearum* (*Rs*). Die Krankheit kann nur durch den **Nachweis der Bakterien im Labor** eindeutig festgestellt werden.

Vorbeugende Maßnahme	Begründung/Erläuterung
<p>Alle aufgeführten Maßnahmen zur vorbeugenden Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule (siehe Abschnitt 3.3.1).</p>	<p>Analog zur Bakteriellen Ringfäule kann auch die Schleimkrankheit - weder im Feldbestand noch an den Knollen - nicht durch direkte chemische oder biologische Maßnahmen bekämpft werden. Daher ist ebenfalls nur eine umfassende vorbeugende Bekämpfung auf allen Stufen der Kartoffelwirtschaft möglich. Resistente Sorten gibt es nicht.</p>
<p><i>Zusätzliche Schutzmaßnahmen:</i></p> <p>Kein kontaminiertes Oberflächenwasser zur Beregnung oder für Pflanzenschutzmaßnahmen verwenden.</p>	<p>Der Erreger der Schleimkrankheit kann längere Zeit im Wasser überdauern. Etabliert in natürlichen Wirtspflanzen, insbesondere dem an Gewässern wachsenden Bittersüßem Nachtschatten, kann das Bakterium <i>Rs</i> Jahre überdauern und sich vermehren. Die Bakterien werden dann alljährlich über Wurzeln in das Wasser abgegeben und weiterverbreitet, so dass die Nutzung von Oberflächenwasser die Infektion initiieren kann.</p> <p>Eine besondere Infektionsgefahr besteht somit auch in hochwassergefährdeten Gebieten.</p> <p>Unbehandeltes Abwasser aus Verarbeitungsbetrieben sowie unzureichend behandelte Abfallstoffe (Sieberde, Pflanzenreste, Schälabfälle, absortierte Knollen etc.) stellen eine weitere Gefahr dar und dürfen aus fachlicher Sicht nicht auf Ackerflächen ausgebracht werden.</p>
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Keine</p>	<p>Eine direkte chemische oder biologische Bekämpfung der Schleimkrankheit wie auch der Bakteriellen Ringfäule im Pflanzenbestand oder in den Knollen ist nicht möglich. Resistente Sorten stehen nicht zur Verfügung.</p>

3.3.3 Schwarzbeinigkeit und bakterielle Welke (*Pectobacterium* spp, *Dickeya* spp)

Die Schwarzbeinigkeit zählt zu den bedeutendsten Bakterienkrankheiten im Kartoffelbau. Sie wird verursacht durch die Bakterien *Dickeya* spp., *Pectobacterium atrosepticum*, *Pectobacterium carotovorum* ssp. *carotovorum* und durch *Pectobacterium carotovorum* ssp. *brasiliensis* sowie *Pectobacterium wasabiae*. Die Virulenz der Erreger kann sehr unterschiedlich sein und ist hauptsächlich abhängig von der Temperatur und der Feuchtigkeit. **Eine chemische Bekämpfung ist nicht möglich.**

Schäden entstehen durch einen verminderten Auflauf, durch Fäulnis im Feld und den damit verbundenen Ertragseinbußen, durch Fäulnis im Lager sowie durch Qualitätsmängel und Aberkennungen im Zertifizierungsverfahren. Die Faktoren, die zu einer Infektion mit der Krankheit führen, sind bei den genannten Erregern ähnlich. Neben der Belastung der Pflanzknollen sind insbesondere Stau-nässe und Starkregenereignisse sowie Schmierinfektionen bei der Ernte, der Sortierung und der Lagerung die wichtigsten Ursachen für eine mögliche Zunahme der bakteriellen Belastung.

Vorbeugende Maßnahme	Begründung, Erläuterung
Möglichst weite Fruchtfolgen, strikte Bekämpfung von Kartoffeldurchwuchs	Fruchtfolge, Bestandspflege: Der Erreger benötigt Wirtspflanzen, um zu überleben. Ohne Wirt überlebt er nur wenige Monate im Boden. Neben Tomaten ist die Kartoffel Hauptwirtspflanze. In sehr engen Kartoffel Fruchtfolgen und bei nicht bekämpftem Kartoffeldurchwuchs werden ständige Infektionsbrücken geschaffen, die ein Überleben ermöglichen.
In lockere, nach Möglichkeit nach unten offene Böden pflanzen	Dadurch wird Staunässe vermieden und eine optimale Nährstoffaufnahme ermöglicht.
Bodenverdichtungen vermeiden, optimale Standortwahl, Pflege von Gräben und Drainageanlagen, Ableitung von überschüssigen Wassermengen	Verbreitung mit dem Bodenwasser: Latent befallene ebenso wie faulende Knollen entlassen Bakterien in den Boden, die sich mit dem Bodenwasser weiterbewegen. Dies trifft insbesondere bei Starkregenereignissen zu. Bei schweren oder stark verdichteten Böden reichen schon geringe Regenmengen, um eine Infektion auf diese Weise im Bestand über weite Strecken zu verbreiten. Da bei hoher Wassersättigung des Bodens die bereits gebildeten Tochterknollen unter Sauerstoffmangel leiden und ihre Lentizellen öffnen, können die Bakterien in das Knolleninnere eindringen und die Knollen latent infizieren.
Beschädigungsarmes Pflanzen von Qualitätspflanzgut unter Beachtung betrieblicher Hygienemaßnahmen	Einsatz von möglichst gut keimgestimmtem und erwärmtem Pflanzgut. Ein Abbrechen der Keime beim Pflanzen sollte unbedingt vermieden werden, um den Bakterien keine Eintrittspforten in die Knollen zu schaffen.
Reduzierung des Infektionspotentials durch vollständiges Entfernen von Kraut, Mutterknollen und bereits gebildeten Tochterknollen (gilt für die Pflanzgutproduktion)	Übertragung von der befallenen Staude auf die Tochterknollen: Der Erreger wird mit dem Saftstrom in alle Teile der Pflanze transportiert.
Beschädigungsarme Ernte, niedrige Fallhöhen bei der Ernte, möglichst schalenfeste Ware ernten, für eine ausreichende Wundheilung im Lager sorgen	Mechanische Beschädigungen: Beschädigte Knollen (nicht verheilte Wunden) bieten Eintrittspforten für den Erreger.
Bei befallsverdächtiger Ware das betriebliche Hygienemanagement umsetzen	Kontamination mit Maschinen und Geräten: Nassfaule Knollen übertragen ihren Bakterien Schleim auf Ernte-, Transport- und Sortiergeräte. Von dort geht die Infektion auf die Schale, bei kleinsten Beschädigungen auch ins Innere gesunder Knollen, über.
Nur trocken ernten, in befallsverdächtigen Beständen evtl. geteiltes Ernteverfahren erwägen	Feuchtigkeit und Temperatur: Der Erreger benötigt Feuchtigkeit um zu überleben und sich zu vermehren. Kontaktinfektionen von Knolle zu Knolle sind bei nasser Ware häufiger möglich als bei trockener Ware.

<p>Kartoffeln nach dem Einlagern möglichst schnell trockenlüften, wundheilen und herunterkühlen; Schwitzwasserbildung vermeiden</p>	<p>Kontamination im Lager: Nassfaule Knollen können ihren Bakterien Schleim durch Kontaktkontamination und Flüssigkeitsbildung auf andere Knollen übertragen. Durch unverheilte Verletzungen dringen die Bakterien ein und zersetzen das gesunde Gewebe. Je höher die Temperatur und die Feuchtigkeit und je geringer der O₂-Gehalt sind, desto höher ist die Entwicklungsrate der Bakterien.</p>
<p>Betriebliches Hygienemanagement beachten</p>	<p>Bakterien können auch einige Monate latent überdauern und Infektionen verursachen. Reste von infizierten Kartoffeln in den Lagerbehältnissen stellen noch bessere Infektionsbrücken bis zur Einlagerung der neuen Ernte dar. Das Hygienemanagement ist entsprechend der Maßnahmen wie bei der Bakteriellen Ringfäule vorzunehmen.</p>
<p>Weitere vorbeugende Maßnahmen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Sicherstellung einer optimalen Nährstoffversorgung des Kartoffelbestandes, um physiologischen Stress für die Knollen zu vermeiden; • das Vorkeimen von Pflanzknollen, besonders bei schweren Standorten, um bessere Standortbedingungen am Anfang zu schaffen; • die Beizung der Pflanzknollen, um sie gegen im Boden oder im Bodenwasser vorhandene Bakterien zu schützen; • ein Bewässerungsmanagement, um Wachstumsrisse und physiologischen Stress zu verhindern; • die Förderung der Abreife zur Sicherstellung der Schalenfestigkeit bei der Ernte. 	

3.4 Unkräuter und Ungräser

Unkräuter und Ungräser (nachfolgend Unkräuter) in Kartoffelbeständen führen zu Ertrags- und Qualitätseinbußen, weil sie als Nährstoffkonkurrenten sowie als Wirtspflanze für Schadorganismen auftreten. Außerdem verändern Unkräuter das Mikroklima im Bestand und damit den Krankheitsdruck durch Pilze, Bakterien sowie durch tierische Schaderreger. Nicht zuletzt erschweren sie die Ernte und mindern damit die Rode- und Knollenqualität. **Unkräuter können Bienen allerdings auch als Nahrungsquelle dienen (Zielkonflikt), so dass zwischen den unterschiedlichen Zielen sorgfältig abgewogen werden muss.**

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Genaue Kenntnis der Fläche, konsequente Kontrolle der Unkräuter</p>	<p>Der Landwirt muss genaue Kenntnisse über die mit Kartoffeln zu beplantende Fläche haben, um optimale Handlungsabläufe zu planen. Eine konsequente Kontrolle der Unkräuter ist in der gesamten Fruchtfolge durchzuführen. Besonders muss auf die im Kartoffelanbau schwer bekämpfbaren Unkräuter geachtet werden.</p>
<p>Konkurrenzkraft der Kartoffel gegenüber Unkräutern steigern</p>	<p>Bezüglich der Jugendentwicklung der Kartoffelpflanzen ist ein möglichst schneller, gleichmäßiger Wuchs und ein lückloser Bestand (schneller Reihenschluss) anzustreben, um das Wachstum möglicher Unkräuter zu unterdrücken.</p>

Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
Feldbeobachtung	Das Auftreten und die Artenzusammensetzung der Unkräuter sind durch Feldbeobachtungen vor und während der Kultur zu überwachen, um geeignete Maßnahmen termingerecht durchführen zu können.
Entscheidungskriterien	<p>Als Entscheidungskriterien für eine sinnvolle, wirtschaftliche Unkrautkontrolle durch Bodenbearbeitung oder durch Herbizideinsatz heranzuziehen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humusgehalt, Bodenart und Bodenfeuchte des Standortes; • die Kartoffelsorte: sie entscheidet über die Bearbeitungsmöglichkeiten oder über die Herbizidverträglichkeit; • gezielt auf das Artenspektrum abgestellte Maßnahmen, einschließlich Maßnahmen gegen Spätkeimer, Wurzelunkräuter oder Gräser; • die verfügbare Technik; • regionale Hinweise der Beratungsträger (Ämter, Beratungsdienste, Verbände, etc.); • Resistenzrisiken; • die Minimierung von möglichen Restmengen.
Direkte Behandlungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Herbizid-Anwendung	Für die Unkrautkontrolle in Kartoffeln stehen chemische und nichtchemische Verfahren zur Verfügung. Eine termingerechte und wirksame Kontrolle der Unkräuter ist aus Qualitäts- und Vermarktungsgründen anzustreben (s.o.). Auf das Zielartenspektrum abgestimmte Wirkstoffkombinationen können Aufwandmengen einsparen.
Mechanische Unkrautregulierung	Die reine mechanische Unkrautregulierung ist sehr stark abhängig von der vorhandenen Technik, den Böden, der Sorte, dem Einsatzzeitpunkt und dem allgemeinen Arbeitsaufwand. Hierbei muss beachtet werden, dass durch eine Bearbeitung das Wurzel- und Blattwerk der Kartoffelpflanze verletzt werden kann.
Sondermaßnahmen	Sondermaßnahmen gegen Disteln (z.B. Handhacke), Gräser (z.B. selektive Gräser-Herbizide) etc. werden in der Regel nur nestweise durchgeführt.
Erfolgskontrolle	Begründung/Erläuterung
Geeignete Maßnahmen	Die Wirksamkeit der Behandlungsmaßnahme wird durch geeignete Methoden (z.B. Bonitur und Zählung an mehreren, zufällig im Feld verteilten Stellen) überprüft, um erfolgreiche Maßnahmen zu identifizieren und weiterhin einzusetzen.

3.5 Viruskrankheiten (Pflanzgutproduktion)

Infektionen mit verschiedenen Viruskrankheiten, die im Rahmen der vegetativen Vermehrung der Kartoffeln von den Mutterknollen auf die Tochterknollen übertragen werden, sind Ursachen von Ertragseinbußen. Diese werden auch als „Abbau der Kartoffel“ bezeichnet. Die Viruskrankheiten werden überwiegend durch Vektoren (verschiedene Blattlausarten) übertragen und verbreitet. Viruskrankheiten können nicht direkt bekämpft werden. **Die Vermeidung von Ertrags- und Qualitätseinbußen durch Virusinfektionen erfolgt daher effizient über die Verwendung von gesundem (zertifiziertem) Pflanzgut.**

Die Pflanzguterzeugung erfordert spezielle Maßnahmen und Anbauverfahren, die insbesondere auf die Verhinderung der Übertragung und Ausbreitung von Virusinfektionen in Vermehrungsbeständen abzielen. Im Rahmen des Anerkennungsverfahrens für Pflanzkartoffeln dürfen bestimmte Viruswerte nicht überschritten werden. Dies kann eine erhöhte Intensität von Vorsorge- und Pflanzenschutzmaßnahmen bei der Pflanzgutproduktion bedeuten.

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Flächenauswahl</p>	<p>Für die Produktion von Pflanzkartoffeln sollten Flächen mit möglichst geringem Infektionsrisiko ausgewählt werden. Zu empfehlen sind Flächen in isolierten Lagen, mit möglichst großer Distanz zu Speise- und Wirtschaftskartoffelflächen mit unbekanntem Virusstatus.</p> <p>In anerkannten Gesundlagen darf zum Kartoffelanbau nur Pflanzgut verwendet werden, das die Normen für Basis-pflanzgut nach Anlage 2 Nr. 1 und 2 der Pflanzkartoffelverordnung erfüllt. Weitere Kriterien sind in der Gesundlagenverordnung zur Pflanzkartoffelerzeugung in Mecklenburg-Vorpommern nachzuschlagen (s. Anhang).</p>
<p>Förderung der Bestandsentwicklung</p>	<p>Schnelles, gleichmäßiges Auflaufen, zügige Jugendentwicklung und schneller Reihenschluss vermindern das Risiko von Frühinfektionen (Verkürzung der hoch sensitiven Entwicklungsphase). Nicht deckende, ungleichmäßige Bestände sowie Einzelpflanzen haben eine höhere Attraktivität für Blattläuse (Vektoren).</p> <p>Folgende Maßnahmen zur Förderung der Pflanzen- bzw. Bestandsentwicklung sollten angewendet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pflanzgut sorgfältig vorbereiten (nur gut keimgestimmtes Pflanzgut legen, ggf. Pflanzgut vorkeimen); • Pflanzbett gut vorbereiten (Bodenstruktur); • Pflanzung in den warmen, gut vorbereiteten Boden; • protektive Kontrolle von <i>Rhizoctonia solani</i>.
<p>Förderung von Nützlingsarten</p>	<p>Nützlingsarten sind natürliche Gegenspieler von Blattläusen. Saumstrukturen dienen vielen Nützlingsarthropoden als Überwinterungsquartier. Durch deren Förderung können Vermehrung und Anwachsen der Läusepopulationen bedingt eingeschränkt werden. Natürliche Gegenspieler der Blattläuse sind u.a. Marienkäfer, Florfliegen und Schwebfliegen.</p>

Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
<p>Überwachung des Zufluges mit Gelbschalen, Feldkontrollen</p>	<p>Insbesondere in Phasen mit hoher Flugaktivität (Frühjahrsflug, Sommerflug) geht von als Virusvektoren bekannten Blattlausarten höchstes Risiko für Virusinfektionen aus (Probestiche). Der Blattlausflug sollte daher überwacht, und das Ergebnis des Blattlaus-Monitorings bei der Ableitung der Vektorenbekämpfungsstrategie (Behandlungstermin, Produktwahl) berücksichtigt werden.</p>
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Selektion</p>	<p>Die Heilung einer Virusinfektion ist bei Pflanzen nicht möglich. Die Selektion der erkrankten Pflanzen steht als einzige direkte Bekämpfungsmaßnahme zur Verfügung.</p>
Indirekte-Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
<p>Vektoren-Bekämpfung: Insektizid-Anwendung</p>	<p>Da Viruskrankheiten nicht direkt behandelt werden können, gilt es mit allen möglichen Maßnahmen, die Ausbreitung der Viruskrankheiten zu unterbinden. Von essentieller Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die systematische Bekämpfung der Virus übertragenden Blattläuse. Je nach Art der Virusübertragung (persistent, nicht persistent) ist das Potenzial der Vektorenbekämpfung hinsichtlich Verhinderung der Virusübertragung unterschiedlich hoch. Dennoch sind Virusvektoren in Vermehrungsbeständen konsequent zu bekämpfen (Null-Toleranz).</p> <p>In der Regel werden Insektizide mittels Pflanzenschutzspritze appliziert. Ferner ist durch die Anwendung insektizider Beizen ein partieller Schutz in der Jugendphase möglich.</p> <p>Bei der Insektizidstrategie ist die Virusresistenz der angebauten Sorte zu berücksichtigen. Die Bekämpfungsstrategie sollte mittels regionaler Blattlausüberwachung sowie unter Berücksichtigung des amtlichen Warndienstes abgeleitet bzw. optimiert werden.</p>
<p>Resistenzmanagement durchführen</p>	<p>Zur Verhinderung der Entwicklung von Resistenzen gegen Insektizide sollte bei der Vektorenbekämpfung ein adäquater Wirkstoff- bzw. Wirkstoffgruppenwechsel im Rahmen der Vektorenbekämpfungsstrategie eingehalten werden (siehe auch JKI-Empfehlung zur Resistenzstrategie, Anlage). Ferner ist darauf zu achten, dass die Insektizide bei für die Wirkstoffgruppe günstigen Temperaturen eingesetzt werden.</p>
<p>Rechtzeitige Krautminderung</p>	<p>Rechtzeitige Krautminderung ist eine wichtige Maßnahme gegen Virusinfektionen. Durch diese Maßnahme werden Spätinfektionen mit Virus (Sommerflug der Blattläuse) sowie ggf. das Abwandern von Viren in die Tochterknollen verhindert.</p> <p>Die Krautminderung kann mechanisch (Krautschläger), thermisch und/oder chemisch vorgenommen werden. Aus</p>

	<p>phytosanitärer Sicht (Bakterien) ist die chemische Maßnahme jedoch vorzuziehen. Wichtig ist in jedem Falle, dass die Krautminderung konsequent und sorgfältig durchgeführt wird. Der Wiederaustrieb muss konsequent unterbunden werden (höchstes Infektionsrisiko für Virus).</p>
--	---

3.5.1. Stängelbunt- und Pfropfenkrankheit (*Tabak-Rattle-Virus*)

Infektionen mit dem Tabak-Rattle-Virus (engl.: tobacco rattle virus = TRV) verursachen gelegentlich Symptome am Kartoffelkraut (kleinere, gelblich gefleckte bis gescheckte oder gewellte Blätter). An den Knollen können die Infektionen diffus im Knollenfleisch verteilte Nekrosen („viröse“ Eisenfleckigkeit) sowie tief in das Knollenfleisch hinein verlaufende Ring-Nekrosen bis hin zur Pfropfenbildung verursachen. Dies bedeutet einen erheblichen Qualitätsmangel, der die Vermarktung betroffener Partien beeinträchtigt. Das Virus wird durch freilebende Nematoden übertragen. Als Hauptvektoren gelten die Gattungen *Trichodorus* und *Paratrichodorus*.

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Standortwahl	Die „viröse“ Eisenfleckigkeit ist relativ standorttreu (vermutlich gute Lebensbedingungen für die Vektoren). Befallssymptome werden vermehrt auf sandigen oder anmoorigen Böden gefunden. Doch auch auf schweren Böden können starke Befallssymptome auftreten. Auf Risikostandorten sollten daher Sorten mit bekannter Neigung zu Eisenfleckigkeit bzw. Pfropfenbildung nicht angepflanzt werden.
Anbau toleranter Sorten	Auf Standorten mit hohem TRV-Infektionsrisiko sollten nur Sorten mit geringer Neigung zur Eisenfleckigkeit angebaut werden. Informationen über entsprechend geeignete Sorten können der Beschreibenden Sortenliste entnommen oder bei Züchtern und Beratern eingeholt werden.
Bodenbearbeitung, Unkrautkontrolle in der gesamten Rotation bzw. Freihalten von Bewuchs	<p>Das TRV hat viele verschiedene Wirtspflanzen. Dazu zählen diverse Unkräuter und Getreidearten. An diesen Pflanzen kann sich TRV zumeist symptomlos halten bzw. vermehren. Diese infizierten Zwischenwirte dienen als Brücke in der Fruchtfolge. Sie sind somit die Quelle, an denen sich die Vektoren (freilebende Nematoden) bei ihrer Saugtätigkeit permanent mit TRV beladen, um anschließend die Kartoffeln zu infizieren. Daher ist über die gesamte Fruchtfolge eine konsequente Unkrautbekämpfung notwendig. Mittels rechtzeitiger Bodenbearbeitung und „Schwarzbrache“ vor der Kartoffelkultur (ca. ab Mitte November) kann durch die Unterbrechung des Übertragungszyklus das TRV-Infektionspotential vermindert werden.</p> <p>Da bei dieser Maßnahme ein Zielkonflikt zu Bodenschutz, Greening etc. besteht, muss vor der Anwendung sorgfältig zwischen den unterschiedlichen Zielen abgewogen werden.</p>
Anbau einer neutralen Zwischenfrucht (Ölrettich)	Bei der Auswahl von Zwischenfrüchten in der Kartoffelrotation muss der Anbau von Arten unterbleiben, die Wirtspflanzen für

	TRV sind. Ölrettich ist dagegen eine geeignete Zwischenfrucht , die den Übertragungszyklus unterbricht. Dazu muss der Ölrettich schnell einen deckenden Bestand bilden, der die Entwicklung von Wirtspflanzen unterdrückt.
Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
Ggf. Bodenuntersuchung auf Vektoren (Nematoden) und TRV - Laboranalyse	Das Auftreten von TRV-Knollensymptomen ist relativ stark standortabhängig. Eine Untersuchung des Bodens auf Anwesenheit der Vektoren (Nematoden) bzw. des Virus ist insbesondere auf Risikoflächen als Entscheidungshilfe über den Kartoffelanbau bzw. die Sortenwahl sinnvoll. Methodisch bedingt ist die Untersuchung auf die Vektoren (freilebende Nematoden) mit Unsicherheiten behaftet, so dass deren Ergebnis nur eingeschränkt für eine Prognose der Schadenswahrscheinlichkeit geeignet ist. Wird dagegen das Virus mittels Symptomen und/oder Laboranalyse (serologische Methoden, PCR) an Zeigerpflanzen (Tabak) nachgewiesen, sollte dieser Befund bei der Standort- und/oder Sortenwahl auf jeden Fall berücksichtigt werden.
Direkte Behandlungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
keine	Direkte Maßnahmen (chemische und/oder nichtchemische) zur Kontrolle von Viruskrankheiten, und damit auch von TRV, sind nicht verfügbar.

3.5.2 Y_{NTN} - Virus

Der Kartoffelvirus Y zählt zu den in Europa am meisten verbreiteten Kartoffelvirosen. Diese Virusart ist zum einen sehr leicht durch Vektoren zu übertragen. Zum anderen kann sie aber auch per Kontakt, z.B. durch Maschinen, von Pflanze zu Pflanze verschleppt werden.

Y_{NTN} ist eine Unterform des Y-Virus und kann neben den typischen Blattsymptomen auch nekrotische Ringe auf der Kartoffelknolle hervorrufen. Während aber bei den meisten, vom Y-Virus hervorgerufenen Erkrankungen die Krankheitssymptome erst ein Jahr nach der Infektion an den Pflanzen erkennbar werden, können die Y_{NTN} –Symptome bereits im selben Jahr an den Knollen auftreten, in dem die Infektion am oberirdischen Teil der Pflanze stattgefunden hat. Die nekrotischen Ringe treten insbesondere dann auf, wenn die Virusinfektionen früh im Vegetationsverlauf stattfinden und in der Saison warme Wachstumsbedingungen vorherrschen, die die Vermehrung und Verbreitung der Viren in der Pflanze fördern.

Die Ringe haben zumeist einen Durchmesser von 10 bis 20 mm und nekrotisieren einige Millimeter in das Knollenfleisch hinein. Mit fortgeschrittenem Alter quellen diese Ringe nach außen auf (etwa 1 mm). Die Symptomausprägung nimmt auch im Kartoffellager weiter zu. Die Vermarktungsmöglichkeiten sind stark eingeschränkt. Verluste bis zu 60% sind möglich.

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Auswahl der Sorte	Die Kartoffelsorten unterscheiden sich sowohl in der Toleranz gegenüber Y _{NTN} , als auch darin, wie intensiv die Ringsymptome ausgeprägt werden. Die Sorteneigenschaften sollten erfragt und berücksichtigt werden.

Auswahl des einzusetzenden Pflanzgutes	Der Virusbesatz des eingesetzten Pflanzgutes ist von großer Bedeutung, da die erkrankten Stauden die wichtigsten Infektionsquellen im Bestand sind, die von Vektoren, wie z.B. den Läuse oder landwirtschaftlichen Maschinen, weiterverbreitet werden. Als Pflanzgut ist daher getestetes bzw. amtlich zertifiziertes Pflanzgut oder Basispflanzgut einzusetzen.
Standortauswahl (nur eingeschränkt möglich)	Anbaugelände mit geringerem Läuseflug, wie z.B. Küstengelände, haben aufgrund der geringen Übertragungsmöglichkeiten deutlich weniger Probleme. Auch in kühleren Regionen, wie z.B. Höhenlagen, treten weniger Verluste auf, da die Symptombildung an den Knollen bei kühleren Temperaturen geringer ist (Temperatursumme).
Versorgung des Anbaugeländes mit absolut gesundem Pflanzgut. Beseitigung von Wirtspflanzen (inkl. Kartoffeldurchwuchs oder möglichen Abfallhaufen). Keine überwinternden Überträger (nur eingeschränkt möglich).	Eine von virusinfizierten Nachbarflächen ausgehende Infektion mit Y_{NTN} ist ein weiterer entscheidender Faktor bzgl. des Infektionsgrades eines Kartoffelbestandes. Insbesondere in Gebieten mit intensivem Kartoffelanbau ist daher die Berücksichtigung der Y-Belastung auf benachbarten Flächen von Vorteil. Gleiches gilt für auftretende Durchwuchskartoffeln, die nicht frühzeitig und konsequent beseitigt werden oder Abfallhaufen, die nicht abgedeckt werden.
Frühzeitige Ernte (nur eingeschränkt möglich)	Die Ausprägung der Y_{NTN} -Knollensymptome steigt mit zunehmender Alterung der Kartoffel und steigender Wärmesumme.
Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
Für die Überwachung: Feldkontrollen, Gelbschalen, Pflanzenschutzwarndienste	Mit Gelbschalen kann die Flugaktivität der Blattläuse auf den betrieblichen Flächen beobachtet werden. Amtliche Blattlausmonitorings (Links s. Anhang) bieten eine weitere Orientierungsmöglichkeit, das Gefährdungspotential für den Kartoffelbestand einzuschätzen.
Vorgezogene Proberodungen	Anhand einer frühen Kontrolle der Ernteware im Feld sowie einer regelmäßigen Kontrolle im Lager kann ein beginnender Schaden frühzeitig erkannt werden. Mittels einer zügigen Vermarktung können ggf. Verluste minimiert werden.
Direkte Behandlungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Insektizid-Anwendung	Um die Pflanzkartoffelbestände bestmöglich zu schützen, muss die Infektionsrate mit Y_{NTN} minimiert und damit der Läuseflug kontrolliert werden. Je nach Gefährdungspotential (Sorte, Virusbesatz, regionale Erfahrung) erfolgt die Pflanzknollenbehandlung mit insektiziden Beizen, und je nach Ergebnis des Monitorings der Einsatz von Insektiziden (siehe auch Kapitel 3.1.2.2 Blattläuse als Virusvektoren).

3.6 Lagerkrankheiten

3.6.1 Fusarium-Welke (*Fusarium oxysporum*)

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Auswahl von Sorten mit geringer Anfälligkeit	Innerhalb der verschiedenen Kartoffelsorten ist auch eine unterschiedliche Anfälligkeit für die Fusarium-Welke (Trockenwelke) vorhanden. Informationen hierzu liefern Züchter und Berater.
Gesundes Pflanzgut verwenden	Infiziertes Pflanzgut ist eine mögliche Infektionsquelle. Fusarium-Sporen werden mit der an Pflanzgut anhaftenden Erde wieder ins Feld übertragen. Der Einsatz von zertifiziertem Pflanzgut ist vorteilhaft.
Physiologisches Alter berücksichtigen	Die Anfälligkeit der Kartoffel nimmt mit zunehmendem physiologischem Alter der Knollen zu. Insbesondere nach heißen und trockenen Sommern sowie sehr frühen Ernteterminen ist die Infektionsgefahr deutlich größer. Mit andauernder Lagerung ist ebenfalls eine höhere Anfälligkeit für Fusarium-Pilze festzustellen, so dass bei einer späten Aufbereitung eine höhere Gefährdung möglich ist. Durch die Lagerung mit maschineller Kühlung kann die physiologische Alterung gebremst werden.
Ausreichende Schalenfestigkeit	Insbesondere im Zeitraum nach der Blüte bis hin zur Abreife des Kartoffellaubes ist die Anfälligkeit der Kartoffeln bzw. die Aktivität des Pilzes im Boden am höchsten. Gegebenenfalls muss der Erntetermin hinausgeschoben werden, um die Beschädigungsgefahr beim Roden durch eine bessere Schalenfestigkeit zu mindern und die Infektionsgefahr im Boden zu reduzieren.
Beschädigungsarme Pflanzung, Rodung, Einlagerung und Aufbereitung	<p>Da der Fusarium-Pilz nur über Verletzungen in die Kartoffelknolle eindringen kann, sind alle Maßnahmen darauf auszurichten, die Knollen möglichst ohne Beschädigungen zu pflanzen, zu ernten und einzulagern. Dazu zählen insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Auswahl möglichst steinfreier Flächen bzw. die Entfernung von Steinen und Kluten per Beet- oder Flächenseparierung; • die Vermeidung von Bearbeitungsfehlern (z.B. Klutenbildung) oder zu hohem Unkrautbesatz (aggressivere Arbeit der Trennorgane im Roder); • warme Boden- bzw. Knollentemperaturen; • die beschädigungsarme Einstellung der Rodeorgane (Schartiefe, Siebkettengeschwindigkeiten u.a.; siehe auch UNIKA-Merkblatt, Anhang); • die Ein- und Auslagerung mittels kurzer Wege und geringer Fallstufen. <p>Die Sortierung von bereits gekeimter Ware stellt ein höheres Risiko dar, da die an der Schale anhaftenden Sporen dann</p>

	<p>sehr einfach in frische Wunden gelangen können. Durch eine Lagerung mit maschineller Kühlung kann der Beginn der Keimung insbesondere bei Pflanzkartoffeln hinausgezögert werden.</p>
<p>Kartoffelbelüftung gezielt nutzen, Abtrocknung und Wundheilung durchführen, regelmäßige Umluft fahren</p>	<p>Durch eine sofortige Abtrocknung und Wundheilung nach der Ernte wird die Ausbreitung des Pilzes eingedämmt, da Infektionsstellen durch neues Gewebe eingekapselt werden. Die Wundheilungsphase verläuft bei Temperaturen über 12°C recht zügig, unter 7°C findet kaum noch eine Wundheilung statt (Sortenunterschiede beachten).</p> <p>Während der Lagerperiode ist unbedingt darauf zu achten, dass keine Kondensation stattfindet (warmfeuchte Luft kühlt an den Knollen ab und befeuchtet die Knollen). Feuchtigkeit fördert die Ausbreitung des Pilzes. Abhilfe schaffen eine höhere Umluftfrequenz sowie eine bessere Isolierung und Abdichtung der Lagergebäude.</p> <p>Bei einer Aufbereitung im Frühjahr sind die vorherige Aufwärmung (Sortenunterschiede beachten) sowie nach der Sortierung die unverzügliche Abtrocknung und Abkühlung notwendig, um die Verbreitung des Pilzes einzudämmen. Automatische Belüftungssysteme helfen, die optimalen Belüftungsbedingungen auszunutzen.</p>
<p>Kohlendioxidgehalt in der Lagerluft reduzieren</p>	<p>Durch die Atmung der Knollen nimmt der O₂-Gehalt im Lager ab. Dadurch wird die Fähigkeit zur Wundheilung deutlich herabgesetzt, so dass sich ein regelmäßiger Austausch der Luft durch die sogenannte Erfrischungsbelüftung empfiehlt. Sehr problematisch sind geschlossene Transportbehälter wie unbelüftete Container, aber auch neue, sehr gut abgedichtete Lagerhallen, wenn dort frisch sortierte Knollen transportiert oder eingelagert werden und keine Erfrischungsbelüftung erfolgt.</p>
<p>Hygiene im Lager gewährleisten</p>	<p>Der Fusarium-Pilz überdauert auch unter trockenen Bedingungen im Kartoffellager, anhaftend an Erdresten im Lager oder an den Knollen sowie in infizierten Knollen.</p> <p>Durch eine regelmäßige Reinigung und Desinfektion des Kartoffellagers, der Lagerbehältnisse und der Sortier- und Aufbereitungstechnik wird dieser Infektionsdruck wesentlich reduziert und die Übertragungskette von Partie zu Partie bzw. zurück ins Feld unterbrochen.</p>
<p>Direkte Bekämpfungsmaßnahmen</p>	<p>Begründung/Erläuterung</p>
<p>Fungizid-Anwendung zur Einlagerung</p>	<p>Zurzeit ist in Deutschland nur ein Produkt zur Kontrolle von <i>Fusarium</i> spp. und ausschließlich zur Behandlung von Pflanzkartoffeln zugelassen. Ein Wirkstoffwechsel ist nicht möglich. Daher ist das Risiko der Resistenzbildung relativ hoch. Die entsprechenden FRAC-Richtlinien (Fungicide Resistance Action Committee) sind somit bei der Anwendung des Produkts zu beachten.</p>

Protektive Fungizid-Anwendung im Lager derzeit nicht möglich	Da direkte Bekämpfungsmöglichkeiten mittels Fungiziden derzeit nicht zur Verfügung stehen, kommt den vorbeugenden Maßnahmen eine besondere Bedeutung zu.
--	---

3.6.2 Silberschorf (*Helminthosporium solani*)

Vorbeugende Maßnahmen	Begründung/Erläuterung
Sortenwahl: möglichst Sorten mit höherer Widerstandsfähigkeit nutzen	Innerhalb der jeweiligen Reifegruppe weisen die Kartoffelsorten offenbar Unterschiede in Ihrer Anfälligkeit auf, so dass je nach Marktsegment die Sorten gewählt werden sollten, die gemäß den Praxiserfahrungen weniger von dem Problem betroffen sind.
Kartoffeldurchwuchs vermeiden bzw./und bekämpfen	<p>Silberschorf kann im Boden und an anderen Kulturen überleben. Durchwuchskartoffeln stellen eine Infektionsquelle des Pilzes dar.</p> <p>Vorbeugende Maßnahmen gegen Kartoffeldurchwuchs, wie z.B. flache Bodenbearbeitung nach der Ernte (leichteres Erfrieren), sind daher zu bevorzugen. Ferner ist der Durchwuchs in der Folgekultur konsequent zu bekämpfen. Nach Möglichkeit sollte eine Folgefrucht (z.B. Mais) ausgewählt werden, in der eine bestmögliche Bekämpfung umgesetzt werden kann. Herbizide mit der besten Teilwirkung bei Kartoffeln sollten verwendet werden (weitere Informationen siehe UNIKA-Merkblatt Durchwuchskartoffeln vermeiden).</p>
Pflanzgut mit möglichst geringem Ausgangsbesatz an Silberschorf verwenden	Infiziertes Pflanzgut ist eine wesentliche Infektionsquelle, so dass möglichst befallsfreies Pflanzgut verwendet werden soll. Um diese Befallsfreiheit zu erhalten, muss das neue Pflanzgut trocken zwischengelagert werden. Verletzungen der Pflanzknollen kurz vor der Pflanzung erhöhen den Befall mit Silberschorf signifikant.
Rechtzeitige Rodung durchführen	Mit der Dauer zwischen der Reife-/ Krautregulierung und der Rodung nimmt die Ausbreitung des Pilzes an den zu erntenden Knollen zu. Deshalb ist die frühestmögliche Rodung der schalenfesten Ware eine entscheidende Maßnahme, um den Besatz an Silberschorf auf ein Minimum zu reduzieren.
Hygiene im Lager gewährleisten	Silberschorf überdauert im Kartoffellager. Dort können sich die Pilzsporen mit dem Staub in allen Bereichen des Kartoffellagers ebenso wie in den eingelagerten Kartoffeln verbreiten. Die Staubbildung sollte daher über die gesamte Ein- und Auslagerungskette so niedrig wie möglich gehalten werden. Durch die Trennung von Lagerung und Aufbereitung sowie die regelmäßige Reinigung und Desinfektion des Kartoffellagers, der Lagerbehältnisse sowie der Sortier- und Aufbereitungstechnik, wird der Infektionsdruck wesentlich reduziert.
Feuchtigkeit im Lager vermeiden	Feuchtigkeit fördert die Infektion mit Silberschorf. Aus diesem Grund sind die sofortige Abtrocknung nach der Einlagerung der Kartoffeln und die Vermeidung jeglicher Kondensation bis zum Abverkauf besonders wirksam (effektive

	Steuerung der Belüftung, ausreichende Lüftungskapazitäten, ggf. geteiltes Ernteverfahren).
Temperaturschwankungen im Lager vermeiden	Hohe Temperaturen in Verbindung mit Feuchtigkeit fördern die Silberschorfinfektion. Temperaturschwankungen sind zu vermeiden, um eine Kondensation möglichst zu verhindern. Eine maschinelle Kühlung leistet hierbei wesentliche Unterstützung.
Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
Lagerklima überwachen.	Temperatur und Feuchtigkeit sind mittels geeigneter Methoden zu überwachen (Klimasteuerung, Klimacomputer, Thermographen etc.).
Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	Begründung/Erläuterung
Protektive Fungizid-Anwendung als Pflanzgutbehandlung zum Legen.	Die direkte Kontrolle von Silberschorf ist gegenwärtig infolge der eingeschränkten Möglichkeiten sehr schwierig (wenige zugelassene Produkte bzw. Indikationen). Mit der Anwendung der zugelassenen Verfahren kann in der Regel eine Befallsminderung erreicht werden.
Resistenz-Vorbeuge	Grundsätzlich ist ein Wirkstoffwechsel aufgrund der Resistenzgefährdung anzustreben. Aufgrund der Zulassungssituation sind Maßnahmen zur Resistenzvorbeuge nur eingeschränkt möglich.

3.7 Krautminderung (Sikkation)

Abreife und Erntezeitpunkt werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst, wie Standort, Sorte und Witterung sowie Verwertungsrichtung. Zur Förderung der Qualität und zur Steuerung des Erntezeitpunktes ist die Krautminderung eine wichtige Maßnahme. Sie ist unverzichtbar in der Pflanzkartoffelerzeugung und in vielen Teilen des Speise- und Veredelungskartoffelanbaus.

Die Krautminderung und damit auch die Entfernung von Unkräutern optimieren die Rodequalität und damit die Kartoffelqualität. Gesteigert wird auch die Rodeleistung. In Abhängigkeit vom Verfahren wird zudem die Infektion der Knollen durch Viren, Bakterien und Pilze reduziert. Die Krautminimierung wird bei Speisekartoffeln auch zur Förderung der Schalenfestigkeit sowie zur Regulierung der Größe eingesetzt.

Die Krautminderung kann in verschiedenen Varianten erfolgen: chemisch, mechanisch und thermisch sowie in diversen Kombinationen.

Überwachungsmethoden	Begründung/Erläuterung
Begutachtung der Ware	Der schlag-, sorten- und marktspezifische Krautminderungstermin ist nur über Proberodungen, Stärkekontrollen und Begutachtungen der Ware festzustellen. Bei den Kontrollen sollte auf die Größe, die innere und äußere Qualität sowie auf das Auftreten von Schaderregern (z.B. Fraßstellen) geachtet werden.

<p>Entscheidungskriterien</p>	<p>Die wichtigsten Entscheidungskriterien für sinnvolle und wirtschaftliche Maßnahmen der Krautminderung sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • der Bodenzustand sowie die Lage und Vorgeschichte des Schlages (z.B. schließt der Einsatz eines Querdammhäufers zur Erosionsminderung ein Krautschlagen aus); • die Kartoffelsorte und das Produktionsziel; • die Witterung in Verbindung mit dem Abreifegrad der Sorte; • die Witterung in Verbindung mit Maßnahmen- und Wirkstoffwahl; • die Gefahr des Wiederaustriebes; • erkennbare Ernteerschwernisse; • die Sortierung und die Qualität des Erntegutes; • regionale Hinweise der Beratungsträger (Ämter, Beratungsdienste, Verbände etc.). <p>Unter Berücksichtigung aller Aspekte ergeben sich dann die passenden Maßnahmen für das schlagspezifische Krautminderungsverfahren.</p>
<p>Nichtchemische Verfahren</p>	<p>Begründung/Erläuterung</p>
<p>Mechanische Verfahren</p>	<p>Eine etablierte mechanische Methode ist das Krautschlagen. Vorteilhaft ist diese Methode bei extrem krautwüchsigen Sorten (Ernteerleichterung). Nachteile sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die unvollständige Krautminderung; • die schlechtere Förderung der Schalenfestigkeit; • die Bodenverdichtung; • die Klutenbildung; • die begrenzte Schlagkraft (Schönwetterarbeit); • das Risiko des Wiederaustriebs mit allen negativen Folgeerscheinungen. <p>In der Pflanzgutproduktion ist diese Maßnahme aus phytosanitären Gründen nicht geeignet (Verbreitung von Bakterien bei gleichzeitiger Verletzung des Stängelapparates).</p>
<p>Thermische Verfahren</p>	<p>Thermische Verfahren (Abflammen) eignen sich vorrangig als Folgebehandlung. Sie werden z. T. aber auch zur Öffnung der oberen Blätterlagen genutzt. Neben den bereits beim Krautschlagen aufgeführten Problemen ist beim Öffnen des Blätterdaches der deutlich höhere Verbrauch an Gas zu beachten.</p> <p>Aufgrund der geringen Arbeitsbreite sowie der notwendigen Zeit für eine ausreichende Erhitzung ist die Flächenleistung sehr begrenzt, so dass ein Einsatz vorrangig bei kleinerem Anbauumfang und auf leichteren Böden mit guter Befahrbarkeit realisierbar ist.</p>

	Der hohe Gasverbrauch sowie die gesetzlichen Vorgaben im Umgang mit Flüssiggas erschweren den Einsatz in der Praxis.
Chemische Verfahren	<p>Vorteile von chemischen Verfahren sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Minimierung der Bodenverdichtung; • das im Vergleich zu anderen Verfahren geringste phytosanitäre Risiko; • die Qualitätssicherung. <p>Die Auswahl der Mittel wird von der Produktionsrichtung, dem Wirkmechanismus und den o.g. Punkten aus den Entscheidungskriterien bestimmt.</p>
Kombinationsverfahren	<p>Je nach Sorte und Witterung können kombinierte Verfahren (mechanisch-chemisch) Vorteile gegenüber den Einzelverfahren haben. Dabei dient das mechanische Verfahren zur Entfernung des Großteils der Blattmasse und die anschließende chemische Maßnahme der Minimierung des phytosanitären Risikos (Qualitätssicherung).</p> <p>Mechanisch-thermisch kombinierte Maßnahmen findet man in der Regel nur im Ökoanbau.</p>
Erfolgskontrolle	Begründung/Erläuterung
	Die Wirksamkeit der Behandlungsmaßnahmen wird durch geeignete Methoden überprüft.

4. Anhang - Linksammlung

Beschreibende Sortenliste Kartoffeln

(<https://www.bundessortenamt.de/bsa/sorten/beschreibende-sortenlisten/download-bsl-im-pdf-format/>)

Beschreibung der zugelassenen, im Handel befindlichen Kartoffelsorten hinsichtlich ihrer für den Anbau und die Verwendung bedeutenden Eigenschaften.

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) (<http://www.bvl.bund.de>)

Zugelassene Pflanzenschutzmittel, Online-Datenbank, Zulassungsberichte etc.

Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung (BMEL)

Pflanzenschutz – die wichtigsten Regelungen

(<https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Pflanzenschutz/Texte/Pflanzenschutzbestimmungen.html>)

Gesundlagenverordnung zur Pflanzkartoffelerzeugung in Mecklenburg-Vorpommern

(<http://www.lalf.de>)

abrufbar bei Landesanstalt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LALLF M-V)

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (<https://www.julius-kuehn.de/pflanzenschutz/>), Auswahl wichtiger Quellen:

(<https://www.julius-kuehn.de/pflanzenschutz/>), Auswahl wichtiger Quellen:

- Abdriftminderung (<https://www.julius-kuehn.de/at/ab/abdrift-und-risikominderung/abdriftminderung/>)
- Biologischer Pflanzenschutz (<https://www.julius-kuehn.de/bi/>)
- Pflanzengesundheitliche Regelungen und Standards (DE, EU, Drittländer) (<https://pflanzengesundheit.julius-kuehn.de/index.php?menuid=62&reporeid=302#2016-2031>)
- Resistenzstrategie (<https://www.julius-kuehn.de/pflanzenschutz/fachausschuesse-pflanzenschutzmittelresistenz/>)

Kartoffel – Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter

Autoren: Wolfgang Radtke, Walter Rieckmann und Fritz Brendler. ISBN-Nr.: 978-3-7862-0113-7

Kartoffelsorten mit Resistenz gegen Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*) und Kartoffelzystennematoden (*Globodera rostochiensis* und *Globodera pallida*)

(<https://www.bundesanzeiger.de>)

Jährliche Bekanntmachung im Bundesanzeiger

Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz (NAP) (<https://www.nap-pflanzenschutz.de>)

Zentrale Informationsquelle rund um das Thema integrierter Pflanzenschutz in Deutschland

Pflanzenschutzdienste der Bundesländer

(https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/02_Verbraucher/03_HausKleingarten/01_amtl_Auskunftsstellen/Auskunftsstellen_basepage.html)

Kontaktstellen der amtlichen Pflanzenschutzdienste der Bundesländer auf der Seite des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)

Prognose- und Entscheidungshilfen

ISIP Informationssystem integrierte Pflanzenproduktion (<https://www.isip.de>): Informations- und Beratungsportal der Bundesländer zu

- Kraut- und Knollenfäule: SIMPHYT, SIMBLIGHT; FOLPHY
- Krautfäule (Ökolandbau): Öko-SIMPHYT
- Kartoffelkäfer - Erstauftreten: SIMLEP
- Kartoffelkäfer - Populationsentwicklung: SIMLEP1-Start

Weitere Modelle:

- Phytophthora-Modell Weihenstephan (<https://www.syngenta.de/service/phytophthora-modell>)
- proPlant expert (<https://proplant.de>)

Qualitätssicherungssystem QS Qualität und Sicherheit

(<https://www.q-s.de>)

Versuchsstation Dethlingen (<http://www.vsd-dethlingen.de>)

UNIKA-Merkblätter (www.unika-ev.de / Rubrik Veröffentlichungen)

zu folgenden Themen:

- Bakterielle Ringfäule – Quarantänekrankheit der Kartoffel
- Drahtwurmschäden
- Durchwuchskartoffeln vermeiden
- Kartoffelkrebs – Quarantänekrankheit der Kartoffel
- Kartoffelroder beschädigungsarm einstellen
- Kartoffeltechnik reinigen
- Kartoffelzystennematoden – Eine große Gefahr für den Kartoffelanbau
- Wurzeltöterkrankheit *Rhizoctonia solani*
- Zertifiziertes Pflanzgut – Merkblatt für den Kauf von Kartoffel-Pflanzgut

Weitere Beratung: Landwirtschaftliche Beratungsringe mit Spezialisierung auf Kartoffeln

(Auswahl)

- Beratungsdienst Kartoffelanbau Heilbronn e.V. (<http://www.kartoffelberatungsdienst.de>)
- Beratungsring für Acker- und Pflanzenbau Westküste e.V. (<http://beratungsring-westkueste.de>)

