



Gesunde Kartoffeln

Hinweise zur Erzeugung von Qualitätskartoffeln

	Geleitwort	5
1	Ackerbauliche Maßnahmen für den gesunden Aufwuchs der Kartoffeln .	7
1.1	Standortanforderungen	7
1.2	Fruchtfolge	7
1.3	Bodenbearbeitung und Pflanzbettbereitung	8
1.3.1	Grundbodenbearbeitung	8
1.3.2	Pflanzbettbereitung	9
1.4	Pflanzgutvorbehandlung und Auspflanzung	11
1.4.1	Pflanzgutwechsel	11
1.4.2	Pflanzgutvorbehandlung	11
1.4.3	Beizung	12
1.4.4	Auspflanzung	12
1.5	Düngung	14
1.5.1	Mineralische Düngung	14
1.5.2	Organische Düngung	16
1.5.3	Reihendüngung	17
1.6	Pflegemaßnahmen	17
1.6.1	Mechanische Pflege	17
1.7	Bewässerung	19
1.8	Ernte	19
1.8.1	Krautminderung	19
1.8.2	Ernteverfahren	20
1.8.3	Knollenbeschädigungen	21
1.9	Lagerung	22
2	Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter	24
2.1	Pilzliche Krankheiten	24
2.1.1	Kraut- und Knollenfäule (<i>Phytophthora infestans</i>)	24
2.1.2	Silberschorf (<i>Helminthosporium solani</i>)	28
2.1.3	Dürrfleckenkrankheit (<i>Alternaria</i> spp.)	29
2.1.4	Wurzeltöterkrankheit (<i>Rhizoctonia solani</i>)	30
2.1.5	Pulverschorf (<i>Spongospora subterranea</i>)	33
2.1.6	Trocken- oder Weißfäule (<i>Fusarium spec.</i>)	34
2.1.7	Kartoffelkrebs (<i>Synchytrium endobioticum</i>)	35
2.2	Bakterielle Krankheiten	36
2.2.1	Bakterielle Ringfäule (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i>)	36
2.2.2	Bakterielle Schleimkrankheit (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	42
2.2.3	Bakterielle Nassfäule (<i>Erwinia</i> subsp.)	44

2.2.4	Gewöhnlicher Kartoffelschorf (<i>Streptomyces</i> spp.)	46
2.3	Viruskrankheiten	47
2.3.1	Klassische und neue Kartoffelviren	48
2.3.2	Gesundlagen und Infektionsabwehr	49
2.3.3	Pflanzguterzeugung und Stufenaufbau	49
2.3.4	Beschreibung einzelner Viruserkrankungen	50
2.4	Tierische Schädlinge	57
2.4.1	Kartoffelkäfer (<i>Leptionotarsa decemlineata</i>)	57
2.4.2	Erdraupen	60
2.4.3	Drahtwürmer und Wanzen	61
2.4.4	Blattläuse als Virusvektoren	62
2.4.5	Nematoden	66
2.5	Unkraut- und Durchwuchsbekämpfung	68
2.5.1	Verunkrautung	69
2.5.2	Behandlungsstrategien	70
2.5.3	Vorauflaufbehandlung (VA)	70
2.5.4	Nachauflaufbehandlung (NA)	71
2.5.5	Bekämpfung von Kartoffeldurchwuchs	72
3	Rechtliche Fragen	75
3.1	Pflanzengesundheitliche Bestimmungen beim Handel mit Kartoffeln	75
3.1.1	Handel mit Pflanzkartoffeln	75
3.1.2	Handel mit Speise- und Wirtschaftskartoffeln	76
3.2	Anerkennungsverfahren bei Pflanzkartoffeln	77
4	Vorsorge gegen Bakterielle Quarantänekrankheiten	81
4.1	Betriebliche Vorsorge	81
	Anhang	83
	Leitlinie zur Durchführung von Maßnahmen zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel in Deutschland	83
	Bildnachweis	99
	Autorenverzeichnis	100

GELEITWORT

Seit der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts werden in Deutschland Kartoffeln angebaut, nachdem sie Mitte des 16. Jahrhunderts von den Spaniern aus dem Hochland der Anden in Südamerika nach Europa gebracht wurden.

Die Kartoffel war ursprünglich an karge Böden, niedrige Temperaturen und an ein trockenes Klima gewöhnt. So breitete sie sich in Europa rasch aus und wurde Hauptnahrungsmittel der Bevölkerung. Etwas später als die Kartoffel kamen aber auch ihre Feinde – Krankheiten und tierische Schaderreger – nach Europa. Durch den Anbau großer Kartoffelmonokulturen seit Mitte des 18. Jahrhunderts haben diese eine schnelle Ausbreitung erfahren. Insbesondere die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel führte Mitte des 19. Jahrhunderts zur Vernichtung von Ernten und zu Hungersnöten von verheerendem Ausmaß. In Irland starben etwa eine Million Menschen. 1,5 Millionen Iren mussten ihre Heimat verlassen. Der Anbau von Kartoffeln ist seit Mitte des 19. Jahrhunderts von mehr oder minder starkem Auftreten einer breiten Palette von Schadorganismen begleitet, die aufwändige Bekämpfungsmaßnahmen erfordern.

Bereiteten in der Vergangenheit Krankheiten, wie die Kraut- und Knollenfäule oder der Kartoffelkäfer Probleme, so sind es heute die Quarantäneschadorganismen, wie beispielsweise die Ringfäule und die Schleimkrankheit, die den Kartoffelanbau in ganz Deutschland gefährden. Trotz intensiver Bemühungen seitens der amtlichen Pflanzenschutzdienste und des Berufsstandes sind auch Sachsen und Thüringen nicht vor dem Auftreten insbesondere der Ringfäule verschont worden.

Die vorliegende Broschüre, die gemeinsam von Mitarbeitern der Pflanzenschutzdienste aus Sachsen und Thüringen erarbeitet wurde, soll einen Beitrag dazu leisten, den Anbau von Pflanz- und Speisekartoffeln sicherer und effektiver zu gestalten. Sie soll helfen, die Kenntnisse zur Biologie der Krankheiten und Schädlinge als Voraussetzung für optimale Anbau- und Bekämpfungsmaßnahmen zu verbessern.

Die Broschüre ist zudem auch ein Beispiel dafür, wie durch länderübergreifende Zusammenarbeit eine Bündelung vorhandener Kräfte erreicht werden kann. Heute werden in Sachsen und Thüringen etwa 11 000 ha Kartoffeln, darunter 9 640 ha Speisekartoffeln und 1 360 ha Pflanzkartoffeln angebaut. Bedauerlicherweise ist der Anbau dieser Fruchtart in den letzten 10 Jahren um etwa 5 000 ha zurückgegangen.

Möge diese Broschüre mit dazu beitragen, dass der Anbauumfang dieser für die Fruchtfolge wichtigen und für die menschliche Ernährung wertvollen Kulturart nicht weiter zurückgeht und dass durch gemeinsame Anstrengungen von Agrarverwaltung und Berufsstand die Sicherung der erforderlichen Qualitäten möglich wird.

Wir wünschen Ihnen dazu viel Erfolg.



Dr. Volker Sklenar
Thüringer Minister für Landwirtschaft,
Naturschutz und Umwelt



Steffen Flath
Sächsischer Staatsminister
für Umwelt und Landwirtschaft

1 Ackerbauliche Maßnahmen für den gesunden Aufwuchs der Kartoffeln

1.1 Standortanforderungen

Die Kartoffel wächst auf fast allen Böden. Um den ständig steigenden Anforderungen an die innere und äußere Qualität der Knollen gerecht zu werden und um durch stabile hohe Erträge ein positives Betriebsergebnis zu sichern, sind humose, lockere, sich leicht erwärmende Standorte mit guter Wasserhaltekapazität auszuwählen. Schwere Böden scheiden wegen ihrer festen Struktur aus, ebenso steinige und zur Klutenbildung neigende Böden.

1.2 Fruchtfolge

Die Vorfruchtansprüche der Kartoffel sind gering. Übliche Vorfrüchte sind Getreidearten. Pflanzen, die einen guten, gut gelockerten und tief durchwurzelten Boden hinterlassen (Lupinen, Erbsen, Ackerbohnen, Luzerne, Klee, Klee gras, Raps, Zuckerrüben), besitzen aber einen höheren Vorfruchtwert für die Kartoffel. Mais ist als eine weniger günstige Vorfrucht zu bewerten, weil nach dieser Frucht öfter die Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani* Kühn) registriert wurde (→ 2.1.4 Wurzeltöterkrankheit). Eine Selbstfolge der Kartoffeln (Kartoffeln nach Kartoffeln) ist wegen der zu erwartenden Steigerung des Nematodenbefalls (→ 2.4.5 Nematoden) nicht zu empfehlen.

Der Anbau von Zwischenfrüchten zur Überbrückung des Zeitraumes von Getreideernte im Vorjahr bis zur Kartoffelpflanzung ist überlegenswert. Für den Zwischenfruchtanbau sprechen folgende Fakten:

- die Pflanzennährstoffe werden organisch konserviert und die Gefahr der Nährstoffauswaschung in tiefere Bodenschichten gemindert (dies wäre bei der Stickstoffdüngung zur Kartoffel mit einer Reduzierung der mineralischen Stickstoffaufwandmenge um etwa 20 bis 50 kg pro Hektar zu berücksichtigen),
- die Kartoffeldämme sind, im Gegensatz zu unbedeckten im Herbst vorgeformten Dämmen, bei der Dammbegrünung aufgelockerter, besser durchlüftet und weniger verschlämmt,
- der Bodenerosion durch Wind und Wasser wird entgegengewirkt,
- der Boden wird zusätzlich mit organischer Masse versorgt und
- die viehhaltenden Betriebe verfügen über eine potentiell zusätzliche Futterquelle.

In Regionen mit häufig auftretender Sommertrockenheit ist es oft schwierig, optimale Zwischenfruchtbestände zu etablieren. In nicht geschlossenen Zwischenfruchtbeständen breiten sich dann schnell Unkräuter aus. Auf leichteren Böden bietet die Zwischenfrucht bei Frühjahrspflanzung bis zur Kartoffelpflanzung einen wirksamen oberflächigen Bodenschutz. Zur Vermeidung einer vorzeitig einsetzenden Mineralisierung sollte hier die Zwischenfrucht so spät wie möglich umgeboren werden. Bei schweren Böden ist die Herbstdammvorformung und Frostgare gewünscht.

Ist das Auftreten frei lebender Nematoden der Gattung *Trichodorus* (Überträger des Rattlevirus) auf einer Anbaufläche bekannt, bleibt die Zwischenfruchtauswahl auf Ölrettich, Lupinen und Peluschken beschränkt. Wirtspflanzen, die das Auftreten von Nematoden fördern, sind Gelbsenf, Phacelia, Serradella, Winterrüben, Wintererbsen und Winterroggen, aber auch Unkräuter wie Franzosenkraut, Hirntäschel, Melde und Vogelmiere.

1.3 Bodenbearbeitung und Pflanzbettbereitung

Bodenbearbeitung und Pflanzbettbereitung sind Grundlagen des qualitätsorientierten Kartoffelanbaus. Ziel ist die Schaffung günstiger Bedingungen für das Kartoffelwachstum und für möglichst störungsfreie, schlagkräftige und kartoffel-schonende Arbeitsgänge, vom Legen bis zur Ernte. Für die Bodenbearbeitung bedeutet dies u. a.

- um tiefe Radspuren zu verhindern, sollten auf allen Böden Breitreifen oder Zwillingsbereifung in Verbindung mit niedrigem Reifeninnendruck angewendet werden,
- der Boden muss bis zur Bearbeitungstiefe ausreichend abgetrocknet sein,
- die Arbeitsrichtung beim Pflügen und bei der Pflanzbettbereitung sollte immer mit der des Legens übereinstimmen,
- es wird so viel Fläche für die Pflanzung vorbereitet, wie am selben Tag gelegt werden kann,
- die Krümelung des Bodens darf nicht feiner sein, als für die Siebbarkeit bei der Ernte erforderlich ist, um der Verschlammungsgefahr und Winderosion der Böden vorzubeugen.

1.3.1 Grundbodenbearbeitung

Die Grundbodenbearbeitung ist von den Standortbedingungen abhängig. Mit dem Übergang von leichten zu schwereren Böden wird die Bodenbearbeitung aufwändiger, die Neigung zur Klutenbildung nimmt zu und die Siebbarkeit nimmt ab. Vor allem auf leichten, aber auch mittleren Böden, kann eine Frühjahrspflugfurche (mit Nachläufern) gezogen werden. Ein legefertiges Pflanzbett kann in einem Arbeitsgang hergestellt werden. Auf eine weitere Pflanzbettbereitung sollte dann möglichst verzichtet werden, weil zusätzliche Spuren und Bodenverdichtungen die Arbeitsqualität der Legemaschinen beeinträchtigen können.

Sind für den Standort

- eine langsame Abtrocknung des Bodens im Frühjahr,
- eine ausgeprägte Frühjahrstrockenheit oder
- zusätzliche, im Herbst anstehende Arbeiten (Nematodenbekämpfung, Entsteinung)

von Bedeutung, dann kann auch auf leichteren Böden eine Herbstpflugfurche angebracht sein.

Auf schwereren Böden stellt die Herbstpflugfurche die am weitesten verbreitete Lösung dar. Die Vermeidung von Kluten steht hier im Vordergrund. Bei einer Herbstpflugfurche kann der Frost für die Zerkleinerung der durch vorherige Erntearbeiten oder bei der Bodenbearbeitung entstandenen Kluten genutzt werden. Grundsätzlich sollte jedoch eine möglichst trockene und klutenfreie Herbstpflugfurche angestrebt werden.

Gute Erfahrungen zur Klutenverminderung wurden mit der **Herbst- oder Winterdammvorformung** gesammelt. Durch das Vorziehen der Kartoffeldämme im Herbst werden Fahrspuren und Wuchsraum voneinander getrennt und nach der Frostgare können die Kartoffeln im Frühjahr in einen strukturstabilen, klutenfreien und frühzeitig erwärmten Damm gelegt werden. Durch den Verzicht auf die Bodenbearbeitung im Frühjahr bleiben die Bodengare und Winterfeuchte erhalten. Um der Erosion entgegenzuwirken und die Bodenstruktur zu verbessern, können die vorgezogenen Dämme mit abfrierenden Zwischenfrüchten begrünt werden. Die **Zwischenfrucht begrünung von Herbstdämmen** ist mit Arbeitsspitzen verbunden. Diese können durch konservierende Bodenbearbeitung zu Kartoffeln (z. B. mit Schwergrubber) abgebaut werden. Neben einem zusätzlichen Erosionsschutz bringt konservierende Bodenbearbeitung durch die Einsparung von Bodenbearbeitungsgängen auch ökonomische und arbeitswirtschaftliche Vorteile. Wird aus Zeitgründen auf die Zwischenfruchtaussaat verzichtet, ist bei einer Getreidevorfrucht das Stroh auf dem Feld zu belassen. Bei konservierender Bodenbearbeitung sind dann Kartoffeldämme zumindest durch eine **Strohmulchschicht** geschützt. Mit Ausnahme eines im Einzeljahr erforderlichen Glyphosat-Einsatzes (z. B. bei stärkerer Frühjahrserunkautung) gleichen sich die Unkrautbekämpfung beim Mulchlegeverfahren und im konventionellen Kartoffelanbau aus. Praxiserfahrungen zeigten, dass bei pflugloser Bodenbearbeitung und Mulchlegen zu Kartoffeln gute Erträge und Qualitäten erreicht werden.

Eine weitere Lösung zur Verbesserung der Bodenstruktur stellt die **Mulchkultur** bei Kartoffeln dar. An die Vorfrucht schließt sich dabei eine Sommerpflugfurche mit Zwischenfruchtbau an. Die Zwischenfrucht wird im Herbst flach in den Boden eingearbeitet. Die anschließend aufgebauten Herbstdämme verbessern die Wirkung des Frostes. Durch den hohen Anteil an organischer Substanz (Strohreste, Zwischenfrucht) hat der Boden eine verbesserte Widerstandsfähigkeit gegen Wassererosionen.

1.3.2 Pflanzbettbereitung

Durch den zunehmenden Einsatz von Schleppern mit Fronthydraulik und -zapfwelle werden Pflanzbettbereitung und Legen immer häufiger kombiniert. Auf leichten Böden werden kurze Geräte mit nicht angetriebenen Werkzeugen, wie Feingrubber und Wälzegen, zum Lockern, Krümeln und Einebnen des Bodens eingesetzt. Für schwere Böden sind im Frontanbau angetriebene Bodenbearbeitungsgeräte anwendbar. Mittels der Zapfwelldrehzahl und eventuellem Stufengetriebe kann

deren Arbeit auf den jeweiligen Bodenzustand abgestimmt werden. Eine zu intensive Lockerung und zu feine Bodenkrümelung muss jedoch vermieden werden, um einem Verschlämmen der Dammoberfläche und dem damit eingeschränkten Luftaustausch entgegenzuwirken. Mit dem Frontanbau des Bodenbearbeitungsgerätes wird eine bessere Gewichtsverteilung am Schlepper erreicht und eine sichere Spurhaltung in Hanglagen unterstützt.

Traktorenspur und Reihenweite müssen genau zusammenpassen. Die Arbeitsbreite der Bodenbearbeitungsgeräte muss mit der Arbeitsbreite der Legemaschine übereinstimmen. Dies wird mit zunehmender Reihenzahl der Legemaschinen komplizierter. Bei allen Bodenbearbeitungsgeräten ist eine gleichmäßige Tiefenführung wichtig, um eine konstante Legetiefe des Pflanzgutes zu gewährleisten.

Ein stein- und klutenfreies Pflanzbett kann durch das Absieben des Bodens vor dem Legen erreicht werden (Bodenseparierung). Sowohl in der Pflanz- als auch in der Speisekartoffelproduktion wurden in Sachsen und Thüringen auf geeigneten Standorten gute Erfahrungen mit der Bodenseparierung gemacht.



Abb. 1 Bodenseparierung



Abb. 2 Rechts die vom Spezialpflug aufgeworfenen Beete und links der Boden nach dem Separieren

Um Strukturschäden durch das Entsteinen oder Entkluten zu vermeiden, darf der Boden nicht zu stark beansprucht werden. Auch in einem feuchten Frühjahr muss eine mittlere Bodenfeuchte abgewartet werden, die eine ausreichende Absiebung sicherstellt. Ist der Boden zu trocken, wird vor allem auf leichteren, nicht so strukturstabilen Böden die Krümelstruktur beeinträchtigt. Auf leichteren Standorten hat sich die Entsteinung daher vielfach auf den Herbst des Vorjahres verlagert, um die strukturbildenden Kräfte des Winters auszunutzen.

1.4 Pflanzgutvorbehandlung und Auspflanzung

1.4.1 Pflanzgutwechsel

Aus phytosanitärer Sicht (→ 2.2 Bakterielle Krankheiten) und zur Erzielung von hohen Erträgen ist der Einsatz von gesundem, zertifiziertem Pflanzgut unbedingt erforderlich.

1.4.2 Pflanzgutvorbehandlung

Alle Maßnahmen, die darauf ausgerichtet sind, gesunde und vitale Kartoffelbestände zu etablieren, verringern die Chancen für Krankheitserreger. Um die Zeitspanne vom Legen bis zum Aufgang so kurz wie möglich zu halten, empfiehlt sich der Einsatz vorgekeimten oder keimgestimmten Pflanzgutes. Das Vorkeimen setzt das Vorhandensein spezieller Räumlichkeiten und Legetechnik voraus. Keimstimmung dagegen ist für jeden Kartoffelanbauer möglich. Bei Temperaturen

um 15°C und ausreichender Belichtung beginnen die Knollen mit der Keimung. Vor dem Pflanzen sollen die Keime nicht länger als 2 bis 3 mm sein.

1.4.3 Beizung

Der Pilz *Rhizoctonia solani* (→ 2.1.4 Wurzelrotkrankheit) kann in allen Produktionsrichtungen Ertragsverluste verursachen. Ackerbauliche Maßnahmen, die ein zügiges Auflaufen der Kartoffeln fördern, können das Infektionsrisiko senken.

Die zusätzliche direkte Bekämpfung des Pilzes mittels Pflanzgutbeizung ist eine wirksame Maßnahme zum Schutz der Kartoffelbestände. Sie ist sowohl im Pflanzkartoffelanbau (Gewährleistung der Feldanerkennung) als auch im Speisekartoffelanbau (Qualitätssicherung) einzusetzen.

Entscheidend für den Beizerfolg ist die Erzielung eines gleichmäßigen Belages auf der Pflanzknolle. Nicht mit Wirkstoff benetzte Flächen auf der Knolle können vom Pilz befallen werden und stellen damit Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit der Beizung in Frage.

Die älteste Methode ist die Puderung des Pflanzgutes vor bzw. beim Legen. Aus dem modernen Kartoffelanbau sollte diese Methode verschwinden auf Grund der unbefriedigenden Benetzung, ungenauen Dosierung und der Staubbelastung bei der Anwendung.

Für einen sicheren Rundumschutz der Knollen sorgen Flüssigbeizeinrichtungen, bei denen die Applikation in Fallstufen oder bei sich drehenden Kartoffeln erfolgt. Die Flüssigbeizung kann bei der Aufbereitung im Lager erfolgen oder direkt durch Zusatzeinrichtungen an der Legemaschine. Die Beizung an der Legemaschine ist zu favorisieren, da bei der Beizung im Lager Restmengen bleiben können, die entsorgt werden müssen.

Derzeit zugelassene Beizmittel wirken gegen den Pilz *Rhizoctonia solani*, teilweise auch gegen Silberschorf, wobei die Wirkung noch nicht befriedigend ist.

Im Pflanzkartoffelanbau ist der Einsatz von Kombi-Präparaten (Fungizid + Insektizid) die im Moment einzige Möglichkeit, die auflaufenden Bestände vor frühen Virusinfektionen zu schützen.

1.4.4 Auspflanzung

Der Pflanztermin richtet sich nach dem Bodenzustand (Schonung der Bodenstruktur und des Wasserhaushaltes) und nach der **Bodentemperatur** (mindestens 8°C !). Im praktischen Einsatz dominieren mehrreihige, angebaute Kippbunkerlegemaschinen mit hohem Bunkerfassungsvermögen. Ein größerer Knollenvorrat für eine längere Legestrecke ist bei angehängten Legemaschinen möglich, da sie durch ihr eigenes Fahrwerk unabhängig von der Hubkraft des jeweiligen Schleppers einsetzbar sind. Angehängte Legemaschinen haben aber eine geringere Spurtreue und sind eher für ebene Flächen und nach weitgehend spurenfreier Pflanzbettbereitung geeignet. Zur Spurhaltung werden von den Legemaschinenherstellern spezielle Spurschare, große Scheibenseche oder zusätzliche Laufräder

angeboten. Sechsstufige Legemaschinen zwingen auch bei den nachfolgenden Pflegearbeiten zu sechsstufigen Lösungen, um ein spurkonformes Arbeiten zu ermöglichen. Die breiten Pflegegeräte sind auf sehr ebenen Flächen einzusetzen. Auf ebenen Flächen ist der Übergang zur achtreihigen Legetechnik abzuwägen, da die vierreihige Pflegetechnik (vor allem auf schwereren Böden) und die vierreihige Erntetechnik genutzt werden kann. Mit zunehmender Arbeitsbreite werden Spurführung, gleichmäßige Legetiefe, bodenschonende Bereifung und die Auswahl leistungsgerechter Schlepper immer wichtiger.

Wichtig ist eine **mittige Lage der Pflanzkartoffeln im Damm**. Beim Legen ist um so langsamer zu fahren je geringer der Legeabstand, je langfallender eine Sorte und je weiter die Sortierspanne des Pflanzgutes ist. Vorgekeimte Pflanzkartoffeln sind mit geringeren Fahr- und damit auch Umlaufgeschwindigkeiten der Legeorgane zu legen. Die Schöpfsicherheit der Legemaschinen mit **Doppelbecherbändern** wurde vor allem durch breitere Becherbänder und größere Schöpfbecher verbessert, so dass langfallendes und auch größeres Pflanzgut sicherer gelegt werden kann. Um Doppelbelegungen bei runden oder kleinfallenden Pflanzkartoffeln zu begegnen, wurden gleichzeitig die aktiven mechanischen, hydraulischen oder elektrischen Rüttleinrichtungen weiterentwickelt. Sie können zumeist stufenlos über die Stärke und Häufigkeit der Schwingungen in ihrer Intensität eingestellt werden. Für das Legen vorgekeimter Kartoffeln eignen sich neben den Legemaschinen mit horizontalen Verteilbändern auch spezielle Doppelbecherbandmaschinen. Sie bestehen aus den bewährten Baugruppen, die durch einen sehr flachen Schöpfraum und einen bedarfsabhängig gesteuerten Rollboden vor jeder Legeeinheit auf eine schonende Behandlung des Pflanzgutes ausgerichtet wurden. Die Maschinen verfügen entweder über Abstellflächen für die Vorkeimkisten oder einen festen Bunker.

Durch eine Vielzahl von Zusatzausrüstungen, wie Belegungskontrolle, Intensivrüttler, Fahrgassenschaltung, Flüssigbeizung, Tandembereifung oder hydraulischen Antrieb können die Legemaschinen den jeweiligen Einsatzverhältnissen angepasst werden.

Bei größeren Anbauflächen ist die Anlage von **Fahrgassen** in Kartoffeln als Alternative zu den Fahrspuren empfehlenswert. Dazu müssen beim Legen Einheiten der Legemaschine abgeschaltet werden, in einem der Arbeitsbreite der Pflanzenschutzspritze entsprechenden Abstand. Die kartoffelfreien Dämme bilden dann die Fahrgasse für spätere Überfahrten. Fahrgassen ermöglichen den Einsatz leistungsstarker Traktoren und Maschinen. Da die Fahrgassen etwas höher liegen als die Dammsohlen, trocknen sie eher ab und ermöglichen nach Niederschlägen eine rasche Erneuerung des Fungizidbelages. Die evtl. festgefahrenen Fahrgassen werden bei der Ernte nicht mit aufgenommen. Verringerter Klutenbesatz und damit verbunden eine geringere Beschädigungsgefahr der Knollen sind die Folge. Die Wirtschaftlichkeit bei der Anlage von Fahrgassen nimmt mit steigender Arbeitsbreite der Pflanzenschutzspritze zu.



Abb. 3 Fahrspuren

1.5 Düngung

1.5.1 Mineralische Düngung

Mit Beginn der Blatt- und Stängelbildung nimmt die Kartoffelpflanze Bodennährstoffe auf. Die Bildung eines kräftigen Blattapparates ist gewährleistet, wenn ab diesem Zeitpunkt genügend **Stickstoff** und Wasser im Boden vorhanden sind. Beim Schließen des Bestandes beginnt der Knollenansatz. Eine zu hohe Stickstoffversorgung in dieser Zeit würde eine übermäßige Krautentwicklung verursachen und die Bildung der Knöllchen verzögern. Die Kartoffel nimmt bis zur **Blüte etwa 90 % des Stickstoffbedarfes** auf. Zur Blüte steht auch die Anzahl der Knollen fest. Anschließend erfolgt eine Stickstoffverlagerung von der oberirdischen in die unterirdische vegetative Masse. Zur exakten Bemessung der Stickstoffdüngergabe und Vermeidung auswaschungsgefährdeter Düngerstickstoffs ist der N_{\min} -Wert des Bodens heranzuziehen. Eine überhöhte Stickstoffdüngung führt nicht zu Ertragssteigerungen, verzögert die Reife und erhöht den Nitratgehalt in den Knollen. Auf durchlässigen Böden können stabilisierte Stickstoffdünger vorteilhaft wirken.

Zur guten fachlichen Praxis beim Düngen gehört, dass die Düngung der Grundnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium auf den Ergebnissen der Bodenuntersuchung basiert. Die letzte Bodenuntersuchung sollte nicht länger als 3 – 5 Jahre zurückliegen. In Thüringen und Sachsen wird für diese Nährstoffe die Bodengehaltsklasse „C“, d. h. der Boden hat einen optimalen Nährstoffgehalt, angestrebt.

Die Pflanze benötigt **Phosphor** besonders als Energie- und Vererbungsträger sowie für die Zellmembranen und Zellstruktur. Eine ausgewogene Phosphordüngung fördert das Jugendwachstum und den Knollenansatz. Phosphor verbessert die Stärkequalität. Die Kartoffel hat ein relativ kleines Wurzelsystem. Die Phosphoraufnahme ist deshalb bei Trockenheit, Nässe und niedrigen Temperaturen erschwert. Eine gute Phosphorversorgung fördert den Knollenansatz, sichert den Stärkeaufbau und verbessert die Lagerfähigkeit der Knollen. Bei Phosphormangel kommt es zu Entwicklungshemmungen oder -stillstand der Pflanze. Im Boden-pH-Bereich von pH 6,0 ... pH 6,5 sind die Bedingungen für eine hohe Phosphormobilität im Boden am günstigsten. Die Phosphorverfügbarkeit für die Pflanze ist aber nicht nur vom pH-Wert des Bodens abhängig. Weitere Einflussfaktoren sind der Bodentongehalt, der Bodenhumusgehalt, die Bodenfeuchtigkeit, die Bodentemperatur, das Verhältnis von Luft und Wasser im Boden und dessen mikrobielle Aktivität. Auf sauren Böden ist Phosphormangel z. T. schon mit einer Aufkalkung zu lindern. Phosphorüberschuss im Boden, hervorgerufen durch eine zu hohe Phosphordüngung, kann Kalzium- und Spurennährstoffmangelsymptome an der Kartoffelpflanze induzieren. Die Phosphorversorgung der Böden kann im Rahmen der Grunddüngung abgesichert werden. Auf schlecht versorgten Böden oder Böden mit Phosphorfixierung ist eine Frühjahrsdüngung vor dem Legen der Kartoffeln vorteilhaft.

Dem **Kalium** kommt im Kartoffelanbau eine besondere Bedeutung zu. Kalium fördert die Stärkesynthese in der Kartoffel. Da auch der Wassergehalt der Zellen und damit die Eiweißquellung positiv von Kalium beeinflusst wird, findet man bei hohen Kaliumgehalten in der Knolle einem z. T. verminderten Trockensubstanz- und Stärkegehalt. Eine zu hohe Kaliumversorgung der Kartoffeln führt damit zur Minderung der Qualität von Stärkekartoffeln und Kartoffeln für andere Verarbeitungszwecke. Der Stärkegehalt der Knollen kann aber auch durch andere wesentliche Faktoren (Witterung, Standort, Sorte, Reifegrad der Knollen) beeinflusst werden, so dass die Ursachen für einen verminderten Stärkegehalt in den Knollen nicht nur bei der Kaliumversorgung der Pflanzen zu suchen sind. Ein Kaliumüberschuss im Boden kann zu Magnesium- und Kalziummangel der Pflanze führen und die Spurennährstoff- und Ammoniumaufnahme der Pflanze erschweren. Auch auf mittel bis gut versorgten Böden ist eine Kaliumdüngung in Höhe des erwarteten Kaliumentzugs durch die Kartoffeln zur Qualitätssicherung ratsam. Kalium verbessert die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Hitze und Trockenheit, reduziert Schwarzfleckigkeitsneigung, Rohbreiverfärbung und Mehligkeit der Knollen und erhöht, auf Grund des höheren Zelldrucks, die Lagerstabilität. Die Ausbringung des Kaliumdüngers im Frühjahr führt zu einer Verbesserung der Kaliumverfügbarkeit im Vergleich zur Herbstdüngung.

Magnesium ist ein wichtiger Nährstoff für die Ertrags- und Stärkebildung. Sehr viele Enzymreaktionen der Pflanze (ca. 300) werden vom Magnesium beeinflusst. Die Kartoffel deckt bis zur Blüte etwa die Hälfte ihres Magnesiumbedarfes. Sie rea-

giert empfindlich auf den Magnesiumgehalt im Boden. Ist der Magnesiumgehalt des Bodens in der Bodengehaltsklasse „C“, dann kann auf eine Magnesiumdüngung in der Regel verzichtet werden.

Aufgrund der Variantenvielzahl der Bodenuntersuchungsergebnisse, Düngerformen, Sorten, Reifegruppen, Verwertungsrichtung und Ertragspotentiale der Anbauflächen ist die unterstützende Anwendung geeigneter Agrar-Software für die Ableitung von Düngungsempfehlungen anzuraten. Ausnahmefälle für die Düngung sind spezielle vertragliche oder gesetzliche Verpflichtungen für den Kartoffelanbau. In jedem Fall orientiert sich die Düngung an der Verwertungsrichtung. Nachfolgend sind einige Grundsätze genannt:

Speisekartoffeln:	niedrige bis mittlere N-Düngung hohe P- und K-Düngung
Pflanzkartoffeln:	niedrige N-Düngung hohe P- und K-Düngung
Stärkekartoffeln:	mittlere N-Düngung hohe P-Düngung niedrige K-Düngung

Tab. 1 Anforderungen verschiedener Verwertungsrichtungen an die Düngung

Auch für die Spurennährstoffdüngung sind die Gehalte des jeweiligen Nährstoffs im Boden heranzuziehen. Die Böden sind ausreichend mit Spurennährstoffen versorgt, wenn die Gehaltsklasse „C“ für den entsprechenden Spurennährstoff über die Bodenanalyse nachgewiesen werden kann. Das heißt aber nicht, dass dann der Spurennährstoff der Pflanze auch ungehindert zur Verfügung steht. Die Pflanzenverfügbarkeit der Spurennährstoffe wird u. a. stark durch die Witterungseinflüsse bestimmt. Sollten während der Wachstumszeit der Kartoffeln akute Spurennährstoffmangelsymptome festgestellt werden, ist eine Pflanzenanalyse ein sicherer Weg, um wirklich auf Spurennährstoffmangel schließen zu können. Spurennährstoffe können als Flüssigdüngung über das Blatt, kombiniert mit Fungiziden, appliziert werden.

1.5.2 Organische Düngung

Die Anwendung von **Stallmist** bewirkt neben der Nährstoffzufuhr eine Bodenlockerung, Verbesserung des Wasserhaushaltes, Aktivierung des Bodenlebens und Verbesserung der Mineraldüngewirkung. Besonders auf leichten Böden ist die Kombination von organischer und mineralischer Düngung sinnvoll. **Stallmistgaben sollten im Rahmen der Fruchtfolge** erfolgen, um einer Infektion mit *Rhizoctonia solani* (→ 2.1.4 Wurzeltöterkrankheit) vorzubeugen.

Gülleausbringung zu Kartoffeln ist **nicht zu empfehlen**, da die Verfügbarkeit des Gülle-Stickstoffs in Abhängigkeit von Bodenart, Ausbringungstermin und Witterung sehr unterschiedlich ist. Freisetzung des Gülle-Stickstoffs zu einem ungünstigen Zeitpunkt führt zu den unter mineralische Stickstoffdüngung beschriebenen negativen Effekten.

1.5.3 Reihendüngung

Die Reihendüngung trägt zu einer **höheren Ertragssicherheit** bei. Die Kartoffeldüngung erfolgt beim Legen oder vor dem letzten Häufeln. Der Dünger gelangt so in den Wurzelbereich der Pflanzen. Reihendüngerstreuer werden sowohl auf Legemaschinen als auch auf Häufelgeräten aufgebaut. Bei den angebauten Legemaschinen ergeben sich zusätzliche Gewichte, die dann einem Ausnutzen des vollständigen Bunkerfassungsvermögens entgegenstehen können. Beim Häufeln kann der Reihendüngerstreuer entweder direkt auf das Gerät aufgebaut oder ein pneumatischer Düngerstreuer im Frontanbau des Schleppers mit der Ausbringtechnik am Häufelgerät kombiniert werden.

1.6 Pflegemaßnahmen

Die bei der Kartoffelpflege durchzuführenden Maßnahmen richten sich vor allem nach der Bodenart, den Wetterbedingungen, dem Unkrautdruck, der Verwertungsrichtung und gesetzlichen oder vertraglichen Vorgaben. Zur Kartoffelpflege werden mechanische oder die Kombination von mechanischen und chemischen Maßnahmen eingesetzt. Ziele sind:

- die Bodenlockerung und -krümelung,
- der Dammaufbau und
- die Unkrautbekämpfung.

Durch den Einsatz von Pflegegeräten nach dem Legen wird der Boden gelockert und gekrümelt. Um Klutenbildung zu vermeiden, muss auch auf leichteren Standorten auf eine ausreichende Abtrocknung des Bodens geachtet werden. Durch Seiten- oder Hangsteuerungen, die die Dammfanken oder eine gesonderte Referenzfurche als Leitlinie benutzen, kann die Spurführung der Pflegegeräte verbessert werden. Die Bedeutung der Spurführung nimmt mit der Hängigkeit des Geländes und der Arbeitsbreite der Pflegegeräte zu.

1.6.1 Mechanische Pflege

Mit dem Aufbau eines breiten und bauchigen Dammes werden die Voraussetzungen für

- die Ausbildung des Knollennestes im oberen Dammbereich,
- keine Beeinträchtigung der Knollen durch in den Furchen stehendes Wasser (sehr starke Niederschläge) und
- eine flache Rodetiefe (beimengungs- sowie beschädigungsarme Ernte) geschaffen. Der Anteil ergürter Knollen wird durch großvolumige Dämme verrin-

gert. Aufgrund des großen Standraumes und der langsamen Jugendentwicklung der Kartoffeln ist die Unkrautbekämpfung eine wesentliche Voraussetzung für sichere Erträge sowie eine ansprechende Qualität. Die Wirkung der Pflegegeräte beruht auf dem Abschneiden, Freilegen oder Verschütten der Unkräuter. Besonders für die Bekämpfung freigelegter Unkräuter ist ein sich anschließender trockener Witterungszeitraum wichtig, damit diese Pflanzen nicht wieder anwachsen. Darüber hinaus sollte der Einsatztermin so gewählt werden, dass die Unkräuter für eine mechanische Beseitigung noch nicht zu groß sind. Speziell auf schwereren Standorten kann die Witterungsabhängigkeit beim Befahren und die Gefahr der Klutenbildung eine termingerechte Unkrautbekämpfung in Frage stellen.

Bei den mechanisch-chemischen Pflegeverfahren beschränkt sich die mechanische Pflege in den meisten Fällen auf den Voraufbau. Das Ziel eines großvolumigen, abgesetzten Enddammes wird im allgemeinen mit ein oder zwei mechanischen Pflegegängen erreicht. Auf leichten Böden haben sich dabei Häufelgeräte mit steil anstehenden Werkzeugen bewährt, da sie in einem Arbeitsgang viel Erde bewegen können. Zur besseren Bodenlockerung und -krümelung sollten bei den gezogenen Pflegegeräten, zumindest in den Schlepperspuren, stabile Lockerungszinken vor den Häufelkörpern arbeiten. Auf schwereren Böden werden neben gezogenen Geräten mit angepassten Häufelkörpern auch zapfwellengetriebene Reihenfräsen zur Bearbeitung der Furchen und Dammflanken eingesetzt. Die Bearbeitungsintensität kann dabei durch die Zapfwelldrehzahl und häufig noch über ein Stufengetriebe an die Bodenbedingungen angepasst werden.

Die falsche Einstellung der Arbeitsgeräte und damit eine zu feine Oberfläche der Dämme können zum Verschlämmen nach Starkniederschlägen und anschließend zu Verkrustung und Aufreißen führen. Steine grenzen das Einsatzgebiet der Reihenfräse ein. Für den eigentlichen Dammaufbau hat sich bei den Reihenfräsen und einer zunehmenden Zahl gezogener Pflegegeräte das Dammformblech bewährt. Neben dem gleichmäßigen Dammaufbau unterstützt es durch die Rückverfestigung des Bodens auch ein schnelleres Absetzen der Dammflanken und schafft damit günstige Voraussetzungen für die Herbizidausbringung (→ 2.5 Unkraut- und Durchwuchsbekämpfung). Der Boden darf beim Einsatz des Dammformbleches jedoch nicht zu feucht sein.

Durch vertragliche Bindungen oder gesetzliche Auflagen kann der Einsatz von Herbiziden ganz ausgeschlossen sein. Bei den ausschließlich mechanischen Pflegeverfahren wird die Unkrautbekämpfung auch nach dem Auflaufen durch mechanische Bearbeitung weitergeführt. Da die Kartoffelpflanzen zwischen dem Auflaufen und dem Drei- bzw. Vierblattstadium eine besonders hohe Empfindlichkeit besitzen, sollte zu diesem Zeitpunkt auf das Durchfahren der Bestände verzichtet werden.

Die rein mechanische Pflege mit unterschiedlichen Geräten kann auf leichten Standorten der chemischen Unkrautbekämpfung ebenbürtig sein. Kritisch ist der Kontakt der Pflegegeräte mit den Pflanzen, da so die Verbreitung mechanisch über-

tragbarer Viren unterstützt wird. Bei Pflanzkartoffeln sollte daher auf eine rein mechanische Pflege nach dem Auflaufen verzichtet werden. Der im allgemeinen geringere Unkrautdruck schwererer Böden erleichtert die Unkrautbekämpfung, während die stärker witterungsabhängige Befahrbarkeit der Böden eine termingerechte Arbeiterledigung erschwert. Ertragsrückgänge durch die mechanische Pflege wurden auch auf den besseren Standorten festgestellt. Diese sind vor allem auf Beschädigungen des flach liegenden Wurzelwerkes und der Stolonen der Kartoffelpflanzen zurückzuführen.

1.7 Bewässerung

Die Kartoffel reagiert mit Mindererträgen und Qualitätseinbußen auf eine stark schwankende Wasserversorgung. Auf Grund häufig ungünstig verteilter Niederschläge während der Vegetation, besonders während des Knollenwachstums in den Monaten Juni bis September, kommt es zu Wachstumsstockungen und damit zu einer Verschlechterung der Knollenqualität. Zusatzbewässerung kann durchaus wirtschaftlich sein. Neben der Steigerung der Erträge mit gleichmäßiger Fraktionierung, weniger Knollen mit Wuchsdeformierungen und Steuerbarkeit der Stärkeeinlagerung ist in die Überlegungen für oder wider Zusatzbewässerung die Möglichkeit der Bodenbefeuchtung zur Ernte nach langen Trockenperioden einzubeziehen.

Entsprechend den Hinweisen zur Bakteriellen Schleimkrankheit (→ 2.2.2 Bakterielle Schleimkrankheit) ist darauf zu orientieren, dass nur Grundwasser oder nachgewiesenermaßen nicht mit diesen Bakterien kontaminiertes Oberflächenwasser einzusetzen ist.

1.8 Ernte

1.8.1 Krautminderung

Die Krautminderung sichert 7 bis 14 Tage nach dem letzten Fungizideinsatz (in Abhängigkeit von der Wirkungsdauer des Fungizides und der Witterung), dass

- die angestrebte Knollengröße eingehalten wird,
- der gewünschte Stärkegehalt nicht überschritten wird,
- zum geplanten Termin schalenfeste Ware geerntet werden kann und
- keine Braunfäuleerreger und Viren aus dem Spross in die Knollen gelangen können.

In Abhängigkeit von der Verwertungsrichtung und dem physiologischen Entwicklungszustand der Bestände sind die mechanische, chemische oder kombiniert mechanisch / chemische Krautminderung möglich. Wenn die mechanische und chemische Krautminderung kombiniert werden, muss auf eine ausreichende Reststängellänge geachtet werden.

1.8.2 Ernteverfahren

1.8.2.1 Direkternte

Kartoffeln werden fast ausschließlich direkt aus dem Damm gerodet. Zur Verbesserung der Arbeitsqualität werden Kartoffelerntemaschinen mit elektronischen Regel- und Steuereinrichtungen ausgestattet.

1.8.2.2 Einreihige Sammelroder

Bei den einreihigen Sammelrodern haben sich Maschinen mit seitlicher Dammaufnahme durchgesetzt. Die wesentlichen Unterscheidungskriterien der angebotenen Leistungsklassen sind die Größe der Siebfläche, der Durchgang der Trenn- und Verleseeinrichtungen sowie das Bunkerfassungsvermögen.

1.8.2.3 Zweireihige Sammelroder

Das Seitenroderkonzept ist auch bei den zweireihigen Erntemaschinen zu finden. Besonders bei den zweireihigen Bunkerrodern mit ihren hohen Gesamtgewichten ist der Einsatz eines nicht an die Reihenweite gebundenen Schleppers von Vorteil. Hinzu kommt bei allen neueren Baureihen der konstruktive Aufbau nach dem Baukastenprinzip, so dass die verschiedenen Sieb-, Trenn-, Verlese- und Sammel-einrichtungen nach den betrieblichen Einsatzbedingungen bedarfsgerecht zusammengestellt werden können.



Abb. 4 zweireihiger Sammelroder

1.8.2.4 Selbstfahrer

Zwei- und vierreihige selbstfahrende Sammelroder sind im praktischen Einsatz. Im Vergleich zur gezogenen Ausführung sind hohe Kampagneleistungen erforderlich, um konkurrenzfähige Rodekosten zu erreichen.

1.8.2.5 Geteilte Ernte

Das sehr stark an einer hohen Kartoffelqualität ausgerichtete geteilte Ernteverfahren setzt zwei Erntemaschinen voraus. Mit einem Schwadleger werden die Kartoffeln gerodet und in einem Schwad auf dem Boden abgelegt. Nach dem Abtrocknen der Knollen werden diese im nächsten Arbeitsgang von einem Sammelroder mit Schwadaufnahme oder einem speziellen Schwadsammler aufgenommen. Bei geringem Kluten- und Steinbesatz der Flächen, gelungener Krautminderung, Unkrautfreiheit der Bestände sowie knollenschonendem Maschineneinsatz können mit dem geteilten Ernteverfahren deutliche Qualitätsverbesserungen erreicht werden. Die Lagerfähigkeit der Kartoffeln wird durch das Abtrocknen und Anwärmen der Knollen im Schwad verbessert, weil die Abtrocknungsbelüftung schneller wirksam wird und auch bei höheren Nachttemperaturen sicher möglich ist. Dies schafft günstige Voraussetzungen für eine schnelle Wundheilung. Saubere und trockene Knollen haben eine geringere Krankheitsanfälligkeit.

1.8.2.6 Ernte in Paletten

Auf Standorten mit ausreichend siebfähigem Boden sollte zur Direkternte in Paletten übergegangen werden. Der Nachteil des erhöhten Transportaufwandes wird ausgeglichen durch eine bessere Handhabbarkeit der Sorten im Lager (Belüftung, Kühlung, Aufwärmung, vorzeitige Auslagerung kritischer Teilpartien). Aus phytosanitären Gesichtspunkten ist eine Ernte direkt in Paletten (Lagerkisten) sehr vorteilhaft: Sollte sich während des Anerkennungsverfahrens ein Befall der Partie mit einer Quarantänekrankheit herausstellen, können Quarantänemaßnahmen unter Umständen auf die tatsächlich befallenen Partien beschränkt bleiben, solange diese keinen direkten oder indirekten Kontakt (z.B. dieselbe Annehmwanne) mit anderen Kartoffeln des Betriebes hatten.

1.8.3 Knollenbeschädigungen

Die Produktion qualitativ hochwertiger Kartoffeln stellt gerade im Speise- und Verarbeitungsbereich eine grundlegende Voraussetzung für die Vermarktung dar. Der Grad der Knollenbeschädigungen ist hauptsächlich von der Erntemaschine, den Rodebedingungen und der Sorte abhängig. Es sollten u. a. deshalb folgenden Punkte beachtet werden:

- Das Befahren der Dammlanken kann zur Klutenbildung und zu direkten Knollenbeschädigungen führen.
- Die Rode Tiefe ist so flach wie möglich einzustellen. Die Knollen dürfen nicht vom

Schar angehackt werden. Die Erntemaschine muss mit jedem Zentimeter tiefer etwa 70 m³/ha mehr Boden, Kluten und Steine aufnehmen.

- Bei Sieb- und Transportketten sind niedrige Drehzahlen einzuhalten. Die Kartoffeln sollen ruhig auf den Siebketten liegen. Das Springen und Rotieren der Knollen erhöht die Beschädigungsgefahr.
- Bei gleichbleibender Motordrehzahl nimmt die Beschädigungsgefahr der Kartoffeln mit steigender Fahrgeschwindigkeit ab. Es ist auf einen störungsfreien Fluss der Kartoffeln durch den Roder zu achten.
- Das schützende Erdpolster des Siebkettenrüttlers sollte bis zum Ende der Siebkette erhalten bleiben.
- Die Vorsortiereinrichtungen sind der vorherrschenden Knollengröße und -form anzupassen.
- Geringe Fallhöhen vermindern Knollenbeschädigungen. Beim Beladen der Transportfahrzeuge können Polsterungen, Fallbrecher oder Fallsegel Knollenbeschädigungen und Schwarzfleckigkeit vermeiden.
- Um das Infektionsrisiko zu senken und die Neigung zur Schwarzverfärbung zu minimieren, sollte die Ernte nur bei Knollentemperaturen zwischen 10 und 25°C erfolgen.
- Bei einsetzendem Regen ist keinesfalls weiter zu ernten, da nassgewordene Kartoffeln einer deutlich höheren Nassfäule-Gefahr unterliegen. Durch das Wasser gelangen bodenbürtige Krankheitserreger besonders leicht in die bei der Ernte unvermeidlichen Knollenbeschädigungen.

1.9 Lagerung

Bei der Lagerung sind Kartoffelknollen vor Licht, Wasser, zu hohen und zu niedrigen Temperaturen sowie Krankheitserregern zu schützen. Zu den wichtigsten Maßnahmen im Kartoffellager gehören das Abtrocknen und Abkühlen der Knollen. Dabei besteht das Problem, dass nur in einem bestimmten Bereich eine optimale Qualitätserhaltung stattfindet und sich außerdem die Ansprüche der Knollen im Verlauf der Lagerperiode verändern. So ist auf der einen Seite zu Beginn der Lagerung ein zügiges Abtrocknen der Knollen unbedingt erforderlich, um Infektionen durch Krankheitserreger zu vermeiden. Außerdem ist eine ausreichende Abkühlung der Knollen notwendig, um Atmungsverluste zu reduzieren, die Keimbildung zu verzögern und die Ausbreitungsmöglichkeiten für Krankheiten zu verschlechtern. Auf der anderen Seite führt eine zu intensive Belüftung aber zu hohen Substanzverlusten durch Wasserabgabe der Knollen. Insbesondere am Ende der Lagerperiode ist dann die Qualität der Knollen durch Lagerdruckstellen und Schwarzfleckigkeit beeinträchtigt. Kalte Kartoffelknollen sind darüber hinaus stark beschädigungsempfindlich, so dass vor einer intensiven Bewegung, z. B. beim Sortieren, wieder eine Anwärmung notwendig ist.

Optimale Bedingungen für die Dauerlagerung von Kartoffeln bestehen bei einer Temperatur von 4°C und einer rel. Luftfeuchtigkeit von 90 - 95 %. Bei 98 - 100 %

rel. Luftfeuchte werden pilzliche und bakterielle Krankheitserreger stark gefördert. Bei Werten unter 85 % ist mit einem deutlichen Feuchteentzug aus den Knollen zu rechnen, der wiederum Substanzverluste erhöht und die Bildung von Lagerdruckstellen fördert.

1.9.1.1 Lagerverfahren

Bei der Lagerung von Kartoffeln wird zwischen Loselagern und Kistenlagern unterschieden. Loselager sind vor allem für größere einheitliche Kartoffelpartien geeignet. Ein Vorteil im Vergleich zum Kistenlager mit Raumbelüftung liegt darin, dass die Belüftung der Knollen effektiver ist, da die über Belüftungskanäle von unten zugeführte Luft erst den gesamten Stapel durchströmen muss, bevor sie über Abluftöffnungen entweichen kann. Die Temperaturabsenkung erfolgt im Loselager daher zügiger als im Kistenlager mit Raumbelüftung.

Eine Loselagerung ohne Belüftung des Stapels ist nur bis zu einer Höhe von 1,50 m möglich. Ab 1,50 m Höhe ist eine Zwangsbelüftung mit kalter Außenluft von unten nach oben notwendig, um eine zu starke Temperaturschichtung im Stapel zu vermeiden. Pro Meter Stapelhöhe nimmt die Temperatur um 0,5 bis 1°C zu, d. h. die oberste Zone kann bis zu 4°C wärmer sein als die unterste Schicht. Dadurch kann es zur Bildung von Kondenswasser in der obersten Schicht kommen, wodurch Fäulnis entstehen kann. Wird im Loselager mit einer Stapelhöhe bis 1,50 m Höhe über offene Türen und Fenster gelüftet, schützt eine mind. 30 cm dicke Strohschicht auf den Kartoffeln vor dem Feuchtwerden der Knollen in der obersten Zone. Die Lagerung von Kartoffeln in Großkisten hat folgende Vorteile:

- Sorten und Partien können einfach getrennt werden.
- Es treten relativ wenig Probleme mit Lagerdruckstellen auf, weil die Lagerhöhe pro Kiste auf ca. 1 m begrenzt ist.
- Vor der Aufbereitung ist eine Anwärmung ohne vorherige Bewegung möglich.
- Die Isolierung von fäulegeschädigten Partien lässt sich leicht realisieren.
- Eine Umnutzung von vorhandenen Gebäuden ist leichter möglich, als eine Einrichtung eines Loselagers.

Bei Kistenlagern wird zwischen Wind-, Raum- und Zwangsbelüftung unterschieden. Windbelüftete Lager sind nicht mit Gebläsen ausgestattet. Die Zufuhr von Außenluft erfolgt über Belüftungsklappen oder Öffnen von Toren. Bei raumbelüfteten Kistenlagern wird Außenluft mit Gebläsen in das Lager gedrückt. Von der zugeführten Luft durchdringt aber nur ein geringer Teil die Kisten, so dass relativ lange Belüftungszeiten zum Abtrocknen und Kühlen erforderlich sind.

Die Zwangsbelüftung von Kisten erfordert zwar bauliche Voraussetzungen, z. B. in Form einer Belüftungswand, an der die seitlich geschlossenen Kisten aufgestellt werden, ermöglicht aber einen hohen Wirkungsgrad der Belüftung.

Die Kartoffellagerung hat das Ziel, die natürliche Alterung der Knollen so weit wie möglich hinauszuzögern und die Qualität der Kartoffeln zu erhalten. Dafür müssen

folgende Grundsätze eingehalten werden:

- Entfernung aller Erd- und Kartoffelreste aus dem Lager ohne Staubeentwicklung,
- Einsatz des Hochdruckreinigers,
- Erst nach gründlicher Reinigung: Desinfektion der Räume und technischen Anlagen (zugelassenes Desinfektionsmittel: MENNO florades),
- schonende Ernte schalenfester Knollen (→ 1.8 Ernte),
- Einlagerung mit minimaler mechanischer Belastung,
- Abtrocknung der eingelagerten Knollen innerhalb von 24 h, um das Infektionsrisiko zu senken,
- Wundheilungsphase bei 12 bis 15°C (in Abhängigkeit von der Knollentemperatur in 2 bis 4 Wochen),
- Abkühlung auf 3 – 5°C (Pflanzkartoffeln) bzw. 5 – 8°C (Speiseware) bis Mitte November,
- Temperaturschwankungen wegen möglicher Kondenswasserbildung unbedingt vermeiden!
- Lagerung bei konstanter Temperatur, um die Keimruhe zu halten und die Ausbreitung von Krankheiten, besonders Silberschorf, zu vermeiden und 90 bis 95 % Luftfeuchtigkeit,
- Anwärmen der Knollen auf 10 – 12°C vor der Aufbereitung und Auslagerung und
- tägliche Reinigung der Aufbereitungsräume und Anlagen, um das Infektionsrisiko gering zu halten.

2 Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter

2.1 Pilzliche Krankheiten

2.1.1 Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*)

Die Kraut- und Knollenfäule ist weltweit verbreitet. Sie gilt als die Krankheit der Kartoffel mit dem höchsten Schadpotenzial und ist auch in Sachsen und Thüringen die wirtschaftlich bedeutsamste Krankheit im Kartoffelanbau. Sie tritt epidemisch auf. Je nach Jahreswitterung und selbst bei trockenem und warmem Sommerwetter können Schäden auf windgeschützten Feldern, in Bodensenken und auf schweren oder schluffigen Böden mit anhaltender Bodenvernässung auftreten.

2.1.1.1 Schadbild

- Aus latent befallenen Pflanzknollen in Abhängigkeit von Bodenart und Bodenfeuchte Entstehung von Primärherden, fast ausschließlich Stängelbefall,
- Anfangssymptome vorwiegend an Blattrand oder Blattspitze, Herausbildung gelblicher bis grüner unregelmäßiger Flecke, später dunkelbraune Verfärbung,
- auf Blattunterseite am Rand der Flecke zum Teil weißer Pilzrasen, der aus Sporangien besteht (Unterscheidungsmerkmal zu anderen Blattflecken),
- bei trockener Witterung Stillstand der Ausbreitung; befallene Blattpartien trock-

- nen ein, werden brüchig und fallen aus; bei feuchtem Wetter nimmt Krankheitsbefall erneut zu,
- bei Braunfäule der Knollen äußerlich bleigraue, schwach eingesunkene Flecke, braune Verfärbung des Knollengewebes mit fließendem Übergang zum gesunden Gewebe.



Abb. 5 *Phytophthora*-Befall am Stängel



Abb. 6 *Phytophthora*-Befall am Blatt; erkennbar ist der typische weiße Sporenbelaag am Rand des Fleckes.

2.1.1.2 Biologie

Der Pilz überwintert im Wesentlichen in Form von Mycel in den Knollen. Durch die zunehmenden optimalen Lagerungsbedingungen nimmt die Bedeutung latent infizierter Pflanzknollen zu. Der Ausbruch der Krankheit in den Knollen geschieht im Lager nur noch im geringen Maße. Die direkte Aussortierung von befallenem Pflanzgut ist im Frühjahr erschwert. Bei feuchten und nassen Bodenverhältnissen im Zeitraum Mai bis Juni ist ein Primärbefall in den Beständen möglich. An den latent infizierten Pflanzknollen kann von einer Oberflächensporulation mit anschließender Verbreitung des Pilzes über das Bodenwasser ausgegangen werden. Es entstehen die typischen Befallsnester mit Stängelinfektionen (Stängelphytophthora). Bodenart als auch Bodenfeuchte haben nachweislich einen Einfluss auf den Zeitpunkt und auf die Stärke des Stängelbefalls. Bei der Sekundärinfektion erfolgt dagegen durch die Sporenverbreitung mittels Wind und Wassertropfen von bereits befallenen angrenzenden Kartoffelstauden, Durchwuchskartoffeln und Abfallhaufen. Die Sporen des Erregers gelangen auf das Kartoffelkraut, auf dem sie unter feuchten Bedingungen auskeimen. Das Temperaturoptimum liegt bei 18 bis 23 Grad Celsius. Innerhalb von vier Stunden kann das Blatt infiziert sein. Nach zwei bis drei Tagen erscheinen die Symptome und nach weiteren zehn bis zwölf Stunden kommt es zur Bildung der weißen Rasen mit den Sporangien. Neben dieser asexuellen Vermehrung ist auch die sexuelle Vermehrung möglich. Es kommt dabei zur Bildung von Oosporen als Dauerspore. In Deutschland wurde diese Vermehrung bereits nachgewiesen.

2.1.1.3 Prophylaxe und Bekämpfung

Die prophylaktische Bekämpfung der Krautfäule garantiert den besten Erfolg. Neben der Beachtung der Sortenanfälligkeit, der Verwendung von gesundem und zertifiziertem Pflanzgut ist das Auftreten der Krautfäule im starken Maße von der Witterung abhängig.

Mit Hilfe von Prognosemodellen ist eine Optimierung der Bekämpfungsstrategie in der Praxis möglich. Die Amtlichen Pflanzenschutzdienste stellen die Ergebnisse der Prognosen, verbunden mit einem Befallsmonitoring, im Internet z.B. unter der Adresse www.isip.de zur Verfügung; gleichzeitig wird über den Warndienst informiert. Seit Jahren wird das Prognosemodell SIMPHYT und in den Höhenlagen über 400 Meter die sogenannte Negativprognose angewendet. Das Prognosemodell SIMPHYT berechnet den Epidemiestart der Krautfäule, der als Behandlungsbeginn gewertet wird und liefert auf regionaler Ebene Aussagen zum Infektionsdruck. Unter Einbeziehung schlagspezifischer Bedingungen vor Ort sollten die durchschnittlichen Spritzabstände der Gefährdungssituation angepasst werden.

Zur Bekämpfung gibt es eine Auswahl an kontakt-, teilsystemisch- oder systemisch wirkenden Mitteln:

Kontaktfungizide sind preisgünstige Präparate, die durch einen Spritzbelag auf der Blattoberfläche eine Neuinfektion verhindern. Sie besitzen keine kurative Wirkung. Sie sind vor allem für infektionsarme, trockene Perioden geeignet. Kurze Spritzabstände und die Erneuerung des Fungizidbelages nach Niederschlägen sichern den Erfolg. Es besteht keine Resistenzgefahr.

Kontaktmittel mit sporenabtötender Wirkung besitzen eine vorbeugende und sporenabtötende Wirkung und sind für Stopp- und Abschluss-spritzungen geeignet.

Teilsystemische Fungizide dringen in die Pflanze ein und können bereits erfolgte Infektionen innerhalb der ersten 48 Stunden stoppen. Eine Weiterverteilung der Wirkstoffe in der Pflanze erfolgt nicht. Der Neuzuwachs ist daher nicht geschützt. Es besteht eine bessere Regenbeständigkeit. Diese Präparate sind vor allem für Erstbehandlungen sowie bei erhöhter Infektionsgefahr geeignet.

Bei den **systemischen Fungiziden** werden die Wirkstoffe aufgenommen und über den Saftstrom nach oben in der Pflanze verteilt. Die kurative Leistung ist daher noch besser als bei den teilsystemischen Fungiziden. Diese Mittel sind auf Grund ihrer hohen Regenfestigkeit und der kurativen Wirkung vor allem bei intensivem Pflanzenwachstum und hoher Infektionswahrscheinlichkeit einzusetzen. Infolge erhöhter Resistenzgefährdung gegenüber dem Wirkstoff Metalaxyl empfiehlt sich die Anwendung nur in Beständen, die noch keinen Befall zeigen. Pro Saison sind maximal 2 Anwendungen durchzuführen. Der Einsatz ist keinesfalls in reduzierten Aufwandmengen und in Vermehrungsbeständen zu empfehlen.

Besondere Hinweise bei Stängelphytophthora

Ein entscheidender Faktor für das Auftreten von Stängelphytophthora ergibt sich aus dem Bodenzustand nach dem Legen. Bei großer Nässe (ca. 7 Tage Unbefahrbarkeit der Flächen in einem Gebiet mit vorwiegend schweren oder schluffigen Böden) baut sich ein hohes Risiko für Stängelbefall durch Phytophthora auf. In solchen Fällen wird allgemein in den nächsten 8-10 Tagen mit Befallsbeginn gerechnet. Zur Bekämpfungsentscheidung ist umgehend die fachliche Beratung beim Amt für Landwirtschaft einzuholen sowie die Warndienstempfehlungen zu beachten.

Die Prognosemodelle geben Informationen zur Stärke des witterungsbedingten Infektionsdruckes. Daraus werden Empfehlungen zum Spritzabstand sowie Hinweise zur Wahl der fungiziden Wirkstoffgruppen abgeleitet.

	Beginn Spritzfolge	Hauptwachstum	Abreife
Infektionsdruck hoch	systemisch		
		teilsystemisch	
Infektionsdruck mittel	teilsystemisch		
Infektionsdruck niedrig	Kontaktmittel		
Sporulation	teilsystemisch +		
	Kontaktmittel sporenabtötend (TM)		
Abschluss-spritzung			Kontaktmittel sporenabtötend

Tab. 2 Empfohlener Einsatz der verschiedenen Wirkstoffgruppen

Der Erfolg der Krautfäulebekämpfung ist an den richtigen Beginn der Spritzungen, an die Anpassung der Spritzfolgen an den Infektionsdruck und an die Fungizidwahl geknüpft. Bei der Auswahl der Fungizide sollte auf einen Wirkstoffwechsel innerhalb der Spritzfolge geachtet werden. Dadurch vermeidet man nicht nur einen Wirkungsverlust durch Resistenzbildung, sondern man nutzt optimal die Vorteile der verschiedenen Produkte bzw. Wirkungsgruppen. Um eine gute Benetzung auch der Stängelabschnitte zu gewährleisten, sollte die Wasseraufwandmenge mindestens 300 Liter Wasser pro Hektar betragen. Eine Stoppspritzung muss umgehend durchgeführt werden, wenn Befall am Blatt oder Stängel im Bestand festgestellt wird. Der Einsatz eines teilsystemischen Mittels in Tankmischung mit einem sporenabtötenden Partner ist zu empfehlen. Diese Spritzung sollte dann im Abstand von vier bis fünf Tagen wiederholt werden. Die Abschluss-spritzung sollte ca. zehn

Tage vor der Krautbeseitigung mit einem sporenabtötenden Mittel erfolgen, um das Potential lebensfähiger Sporen auf und im Boden zu vermindern.

Weitere Bekämpfungsempfehlungen gegen die Krautfäule:

- Regelmäßige Kontrolle der Bestände,
- konsequente Fortführung der Bekämpfungsmaßnahmen bis Vegetationsende,
- systemisch wirkende Fungizide gehören an den Anfang der Spritzfolge, in abreifenden Beständen sind sie völlig deplaziert,
- Einhaltung der Spritzabstände und kurzfristige Erneuerung nach Starkniederschlägen,
- bei Krautabtötung in sporulierenden Beständen → Ernte erst nach drei Wochen,
- nach Krautabtötung Kontrolle auf Wiederaustrieb, um Spätinfektionen zu vermeiden,
- Trotz diszipliniertem Fungizideinsatz während der Vegetation können in Senken und windgeschützten Lagen Befallsnester entstehen. Um die Qualität der eingelagerten Knollen zu sichern, sind solche Nester bei der Ernte großzügig auszusparen, zum Schluss zu ernten und sofort zu vermarkten.

2.1.2 Silberschorf (*Helminthosporium solani*)

Silberschorf gerät immer mehr ins Blickfeld, wenn es um die äußere Qualität von Kartoffeln geht. Er fällt durch die silbrig-graubraunen Flecken auf, die er auf der Knollenschale bildet. Heutzutage, wo gewaschene Knollen im Handel angeboten werden, wird diese Kartoffelkrankheit immer häufiger wahrgenommen. Neu ist sie jedoch nicht, wie frühere Berichte über die besondere Silberschorf-Gefährdung von in Mieten gelagerten Kartoffeln zeigen.

2.1.2.1 Schadbild

- Symptome nur an Kartoffelknollen sichtbar,
- silbrig schimmernde, rundliche Flecke auf der gewaschenen Knolle mit kleinen schwarzen Pünktchen (Sporenlager),
- Befall hauptsächlich im Lager erkennbar,
- bei stärkerem Befall schrumpfen die Knollen durch Wasserverlust, Minderung der Vitalität und Triebkraft des Pflanzgutes.



Abb. 7
Silberschorf, Sporenträger unter dem Mikroskop

2.1.2.2 Biologie

Eine Infektion ist über befallenes Pflanzgut im Boden und durch Sporulation auf der Knollenoberfläche im Lager möglich. Die hauptsächliche Verbreitung findet jedoch im Lager statt. Der Pilz tritt nur an Kartoffeln als Pathogen auf und ist auf die Knollenoberfläche beschränkt.

Die silbrige Fleckung kommt dadurch zustande, dass sich der Erreger in der Korkschicht der Knollenschale entwickelt und diese vom Rindenparenchym ablöst. So entsteht ein flacher Hohlraum, der sich mit Luft füllt. Diese luftgefüllte Schicht reflektiert das einfallende Licht und wird als silbrig glänzend wahrgenommen.

Bei ausreichender Luftfeuchtigkeit (über 90 Prozent) und Temperaturen über 4 Grad Celsius (Optimum 15 bis 24 Grad Celsius) sind optimale Bedingungen für eine rasche Ausbreitung gegeben.

2.1.2.3 Prophylaxe und Bekämpfung

Nach der Krautbeseitigung ist die Ernte möglichst nicht zu lange hinaus zu schieben (Minderung auch des *Rhizoctonia*-Befalls). Ein schnelles Abtrocknen der geernteten Knollen innerhalb von 24 Stunden sollte angestrebt und bei Möglichkeit das geteilte Ernteverfahren eingesetzt werden. Der Erdanteil ist bei der Einlagerung gering zu halten, da er als Sporenspeicher dient und auch zu längerer Abtrocknungszeit führt. Unter Berücksichtigung der Wundheilung ist ein kontinuierliches und schnelles Abkühlen auf die gewünschte Lagertemperatur anzustreben. Durch gleichmäßige Temperaturführung ist die Wiederbefeuchtung des Lagergutes zu verhindern. Die größte Ansteckungsgefahr besteht für die Kartoffel im Lager, deshalb ist der Lagerhygiene große Aufmerksamkeit zu widmen. Als weitere Maßnahmen sind die Verwendung von gesundem Pflanzgut, der Einsatz einer Beize, die generelle Vermeidung von Verletzungen und die Beachtung der Sortenunterschiede anzuführen.

2.1.3 Dürrfleckenkrankheit (*Alternaria* spp.)

In den letzten Jahren konnte ein zunehmender Befall mit *Alternaria* beobachtet werden. Bisher wurde dieser Krankheit nur eine untergeordnete Rolle zugeschrieben. Die Befallszunahme verlangt eine stärkere Beachtung im Kartoffelanbau. Ein Ansteigen des Befalls wird auch auf die geringere Breitenwirkung moderner Phytophthora-Fungizide zurückgeführt.

2.1.3.1 Schadbild

- Erscheint gewöhnlich vor der Krautfäule,
- kann bei warmer Witterung während des gesamten Sommers beobachtet werden,
- erste Symptome, oft als „Sprühflecken“ bezeichnet, erscheinen auf den unteren Blättern,
- Ausbreitung des Befalls über die weiteren Blattetagen, Entstehung nekrotischer

- Blattflecken mit typischen konzentrischen Ringen,
- bei stärkerem Befall Ineinanderfließen der Flecke; vorzeitiges Absterben der Blätter,
- erst einige Zeit nach der Ernte Symptome an der Knolle erkennbar,
- auf der Knollenoberfläche stark eingesunkene, unregelmäßig geformte, dunkle Flecken; Fäulnis dringt nicht tief ins Knolleninnere und ist scharf gegen das gesunde Gewebe abgegrenzt; Trocken- oder Hartfäule.

2.1.3.2 Biologie

Erreger der Dürffleckenkrankheit sind die Pilze *Alternaria solani* und *A. alternata*. Zum Wirtskreis gehört neben der Kartoffel auch die Tomate. Die Pilze können nur unter dem Mikroskop aufgrund der unterschiedlichen Konidienform unterschieden werden. Dem Erreger *A. alternata* wird das Symptom der so genannten Sprühflecken zugeordnet. Aussagen über eventuell unterschiedliche Aggressivität der Pathogene und über das Auftreten von Mischinfektionen können derzeit noch nicht getroffen werden. *Alternaria* überwintert als Mycel oder Spore im Boden, auf Pflanzenresten, auf totem Pflanzengewebe oder in Knollen. Hohe Temperaturen und ausreichende Feuchtigkeit begünstigen die Entwicklung des Pilzes. Durch Wind oder Wasserspritzer werden die Sporen verbreitet. Bereits nach 6 bis 8 Tagen kommt es zur Symptomausprägung auf den Blättern. Bevorzugt werden physiologisch gestresste Blätter infiziert. Die Epidemie wird durch hohe Temperaturen (über 20 Grad Celsius) und einen Wechsel von trockenen und feuchten Perioden gefördert.

2.1.3.3 Prophylaxe und Bekämpfung

Durch den Anbau wenig anfälliger Sorten und durch die Verwendung von gesundem Pflanzgut sowie der Einhaltung einer gesunden Fruchtfolge kann einer Infektion vorgebeugt werden. Frühreife und weichschalige Sorten besitzen eine höhere Anfälligkeit. Eine optimale Nährstoffversorgung (u. a. Stickstoff) senkt den Stress für die Pflanzen und stärkt die Widerstandsfähigkeit. Um der Gefahr einer Knolleninfektion vorzubeugen, sollten nur ausgereifte Knollen bei trockenem Boden geerntet werden. Verletzungen sind zu vermeiden, da die Wunden Eintrittspforten für die *Alternaria*-Pilze sind. Während der Lagerung tritt ein Neubefall gewöhnlich nicht ein. Bei hohem Befallsdruck müssen die Feldbestände bei jeder Witterung kontrolliert werden. Fungizide mit durchschlagender Wirksamkeit stehen noch nicht zur Verfügung. Mittel auf der Basis von Thiocarbamaten zeigen bei rechtzeitiger und wiederholter Anwendung Behandlungserfolge.

2.1.4 Wurzelötterkrankheit (*Rhizoctonia solani*)

Die *Rhizoctonia*-Krankheit gehört mit zu den **wichtigsten Krankheitserregern** der Kartoffel. Deren Bedeutung wird oft unterschätzt und ist besonders im ökologischen Anbau hervorzuheben.

2.1.4.1 Schadbild

- Kartoffelkrankheit mit vielen Ausbildungsformen,
- erste Anzeichen sind **verzögerter Auflauf** der Bestände mit geringer Triebbildung und Fehlstellen,
- später Bildung **weißer Pilzkragen** an der Stängelbasis (Weißhosigkeit) bei hoher Luftfeuchtigkeit oder Wipfelrollen der Blätter,
- an Knollen „**dry-core**“-Symptome (Ähnlichkeit mit Drahtwurmbohrlöchern) oder Deformationen,
- auf Knollenschale **schwarze Pocken** (Sklerotien).



Abb. 8 Weißhosigkeit an Kartoffelpflanzen

2.1.4.2 Biologie

Der Pilz überwintert in Form von **Sklerotien** auf den Knollen oder im Boden. Durch den großen Wirtskreis (über 60 Pflanzenfamilien) und die saprophytische Lebensweise kann sich der Erreger fast unbegrenzt im Boden halten. Die Bedingungen für das Auskeimen der Sklerotien entsprechen etwa denen der Keimung von Kartoffelknollen. Unterirdische Pflanzenteile werden auch ohne Verletzung infiziert. Der Pilz ist in der Lage, auch in unverletzte Epidermiszellen von jungen (nicht ergrüneten) Trieben einzudringen. **Bei kühler und feuchter Witterung wird die Infektion durch die verlangsamte Keimung der Knolle gefördert.** Bei Infektion der Stolonenknospen bzw. der sich entwickelnden Knollen kommt es zu Knollenmissbildungen und zur Beeinträchtigung des Knollenwachstums. Die Ausbildung von Sklerotien auf der Knollenoberfläche steht in engem Zusammenhang mit der

Abreife der Knolle. Bei längerem Verweilen von schalenfesten Knollen im Boden nimmt der Sklerotienbesatz an der Knolle zu (mehr als 3 Wochen nach der Krautbeseitigung). Die „dry core“-Symptome entstehen, wenn eine späte direkte Infektion der Lentizellen auf dem Feld stattfindet.



Abb. 9 „dry core“-Symptome, hervorgerufen durch Lentizelleninfektion mit *Rhizoctonia solani*

2.1.4.3 Prophylaxe und Bekämpfung

Nur ein Komplex von Bekämpfungsmaßnahmen ist Erfolg versprechend, der sowohl einen optimalen Acker- und Pflanzenbau, als auch eine gezielte Pflanzgutvorbehandlung beinhalten muss. Mit Hilfe der Beizung kann in Abhängigkeit des Jahres- und Witterungsverlaufes *Rhizoctonia* wirkungsvoll bekämpft werden. Die Verwendung von gesundem und befallsfreiem Pflanzgut sowie die Förderung eines schnellen Auflaufens der Kartoffeln schränken die Infektionsrisiken ein. Befallsfördernd wirken schwere, tonige, kalte und schlecht durchlüftete Böden.

Weitere vorbeugende Maßnahmen sind:

- Weite Fruchtfolgegestaltung (mehr als drei Jahre),
- nicht zu tief pflanzen oder zu hohe Dämme,
- Vorkeimung (keine Dunkelkeime) oder Pflanzgut verwenden, das sich im Keimstimmung befindet,
- Vermeidung von unverrotteten Ernterückständen,
- Pflanzung möglichst erst bei einer Bodentemperatur von mehr als 8 Grad Celsius.

2.1.5 Pulverschorf (*Spongospora subterranea*)

Dieser Pilz verursacht nur bei feuchten und kühlen Anbaubedingungen, z. B. in höheren Anbaulagen und sehr nassen Jahren, wirtschaftliche Schäden.

2.1.5.1 Schadbild

- kann alle unterirdischen Pflanzenorgane befallen,
- primär an den Wurzeln und Stolonen kleine, weiße, gallertartige Gebilde,
- anfangs auf der Kartoffelschale kleine, helle, warzenartige Erhebungen, die sich mit zunehmendem Alter vergrößern, dunkel verfärben und schließlich aufreißen,
- im fortgeschrittenen Stadium unterschiedlich große, tiefe Höhlungen; die Dauersporen des Pilzes sind als braunes Pulver erkennbar.



Abb. 10 Pulverschorf-Symptome an einer Kartoffel

2.1.5.2 Biologie

Der Pilz bildet Dauersporen, die eine hohe Kälte-, Hitze- und Trockenresistenz aufweisen und im Boden mindestens 5 bis 6 Jahre lebensfähig bleiben können. Zum Wirtspflanzenkreis zählen hauptsächlich die Nachtschattengewächse (z.B. Tomate).

2.1.5.3 Prophylaxe und Bekämpfung

Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich. Der Anbau von Sorten mit geringer Anfälligkeit wäre empfehlenswert. Allerdings liegen über die Sortenanfälligkeit

kaum aktuelle Einschätzungen vor. Wichtig ist auch die Einhaltung einer für die Kartoffel optimalen Fruchtfolge mit langen Anbaupausen. Bei schon vorhandener Verseuchung des Bodens mit dem Pulverschorferreger sollte die Anbaupause in Regionen mit günstigen Entwicklungsbedingungen mindestens 10 Jahre betragen. Lagerräume, in denen kontaminierte Knollen aufbewahrt wurden, sind zu reinigen und zu desinfizieren. Beim Export von Kartoffeln muss beachtet werden, dass die meisten Empfangsländer eine Befallsfreiheit von Pulverschorf fordern.

2.1.6 Trocken- oder Weißfäule (*Fusarium spec.*)

Die erste Kartoffelkrankheit, die in den 50er-Jahren des 18. Jahrhunderts Europa erreichte, war die Trockenfäule.

2.1.6.1 Schadbild

Symptome treten erst während der Lagerung oder danach auf:

- dunkle Flecken auf der Schale,
- Einsinken des Gewebes an Befallsstellen.
- Bei optimalen Lagerbedingungen Ausbildung weißer oder gelber Mycelpolster mit tiefen, oft hohlen Faulstellen,
- die Knollen werden hart,
- die Befallsstellen sind normalerweise trocken und lassen sich zu einer pulvrigen Masse zerdrücken.



Abb. 11 Kartoffeln mit Trockenfäule-(*Fusarium*-)Befall

2.1.6.2 Biologie

Erreger (*Fusarium*-Arten) überleben im Boden als Dauersporen und dringen über Wunden in die Knolle ein. Bei niedrigeren Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit steigt die Infektionsrate.

2.1.6.3 Prophylaxe und Bekämpfung

Da Fusarien zu den Wundparasiten zählen, sollten Verletzungen an der Knolle bei Ernte, Transport und Lagerung vermieden werden. Geräte, Maschinen, Förderbänder und Lagerräume sind gründlichst von Erd- und Pflanzen- bzw. Knollenresten zu säubern. In den ersten beiden Wochen der Einlagerung sollen niedrige Temperaturen vermieden werden, um die Wundheilung der Knollen nicht zu beeinträchtigen.

2.1.7 Kartoffelkrebs (*Synchytrium endobioticum*)

Kartoffelkrebs wirkt sich sowohl auf die Qualität der Knollen als auch auf die Erntemenge äußerst negativ aus. Er ist als Schaderreger im Anhang 1 der Pflanzenbeschauverordnung gelistet, so dass damit ein absolutes Verbringungsverbot für diesen Schaderreger ausgesprochen wurde.

2.1.7.1 Schadbild

- Es werden alle Pflanzenorgane mit Ausnahme der Wurzeln befallen,
- meristematisches Gewebe wird von Sporen angegriffen und bildet Wucherungen aus,
- in den Wucherungen bilden sich die kurzlebigen Sommersporen und gleichzeitig die Dauersporangien, die nach Zersetzung des Wucherungsgewebes in den Boden freigesetzt werden.

2.1.7.2 Biologie

Der Pilz kann mit seinen Dauersporangien 15-20 Jahre im Boden überleben. Bei verminderter Luftzufuhr in den Boden (Dauergrünland) verlängert sich jedoch die Überlebensrate. Der Erreger tritt in verschiedenen Pathotypen auf, von denen in Deutschland bisher 10 nachgewiesen wurden. Aktuelle Bedeutung haben aber nur noch 4 davon, nämlich die Pathotypen 2, 6, 8 und 18. In Deutschland existieren 1589 Krebsherde mit einer Befallsfläche von 716 ha, vorwiegend in Haus- und Kleingärten. Die Verbreitung erfolgt über größere Entfernungen vorwiegend passiv, z.B. durch erkrankte oder mit Dauersporen behaftete Knollen, verseuchte Erde an Maschinen und Geräten bzw. mit Sporen belastete Abfallprodukte aus der verarbeitenden Industrie.

2.1.7.3 Prophylaxe und Bekämpfung

Prophylaxe ist das entscheidende Verfahren, Krebsbefall zu verhindern. Dazu gehören Anbaupausen, Pflanzgutkontrolle, Anbau von resistenten Sorten, strenge

Einhaltung der Hygienemaßnahmen, konsequente Vernichtung befallener Pflanzen bzw. Knollen.

Jeder Krebsverdacht muss an die zuständige Pflanzenschutzbehörde gemeldet werden. Bei Befallsbestätigung bildet die „Verordnung zur Neuregelung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften zur Bekämpfung von Schadorganismen der Kartoffel“ vom 5. Juni 2001 Artikel 1 der „Verordnung zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses und der Kartoffelnematoden“ (BGBl. I Nr. 25 S. 1006-1015) die Grundlage für die Bekämpfung.

Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich. **Auf befallenen Flächen (Sicherheitszone) besteht ein langjähriges Kartoffel-Anbauverbot bis zum amtlichen Nachweis der Befallsfreiheit.** In der erweiterten Sicherheitszone (um die befallene Fläche herum bis 300 m Radius) dürfen nur Sorten gepflanzt werden, die gegen den auf der benachbarten Befallsfläche ermittelten Krebspathotyp resistent sind.

Die Klimabedingungen in den Gebirgsregionen der Bundesländer Sachsen und Thüringen sind für die Entwicklung des Kartoffelkrebses durchaus als günstig zu beurteilen.

Prinzipiell ist anzunehmen, dass die Gefahr des Kartoffelkrebses in Deutschland nicht gebannt ist. Der Handel mit Pflanz- und Speisekartoffeln erhöht das Verschleppungsrisiko.

2.2 Bakterielle Krankheiten

2.2.1 Bakterielle Ringfäule (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*)

2.2.1.1 Schaderreger

Erreger der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel ist das Bakterium *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (*Cms*). Vielfach ist es noch unter der älteren Bezeichnung *Corynebacterium sepedonicum* bekannt. SPIECKERMANN und KOTTHOFF beschrieben die Krankheit erstmalig 1914 in Deutschland. Bei den gefäßparasitären Bakterien handelt es sich um unbegeißelte, gram-positive Stäbchen in der Größe 0,4 – 0,6 x 0,8 – 1,2 µm. Mit einem Temperaturoptimum von 21°C-23°C ist der Erreger an unsere kühleren Klimate gut angepasst. Überleben können diese Bakterien jedoch auch bei wesentlich kälteren bzw. wärmeren Temperaturen. An trockenen Kartoffelstängeln überdauert der Erreger sogar mehr als 2 Jahre. Erschwerend kommt hinzu, dass das Bakterium nach neueren Erkenntnissen auch in anderen Pflanzen leben kann, ohne an ihnen sichtbaren Schaden anzurichten. So gibt es z.B. Hinweise aus der Literatur, dass *Cms* aus Zuckerrüben-Wurzeln isoliert wurde.



Abb. 12 Kartoffel mit Bakterieller Ringfäule

2.2.1.2 Schadbild

Die Krankheit Bakterielle Ringfäule ist im Feldbestand kaum zu erkennen. Symptome eines Befalles können frühestens ab der Kartoffelblüte zu sehen sein, sind aber in ihrer Erscheinung nicht sehr typisch. Die Blätter weisen bei Befall zum Teil eine unspezifische Gelbfärbung (Chlorose) zwischen den Blattadern auf, rollen sich leicht nach oben und vertrocknen kurz vor der normalen Abreife. Eine Verwechslung mit anderen Welkekrankheiten ist gut möglich. Auch an Knollen ist zumindest im Anfangsstadium die Krankheit äußerlich nicht zu erkennen. Später kann die Schale Rissigkeit aufweisen. Beim Aufschneiden der Kartoffelknolle ist bei deutlichem Befall eine Verfärbung des Gefäßbündelringes zu erkennen: Anfangs ist der Gefäßbündelring, ausgehend vom Nabelende, zuerst glasig, später gelblich / bräunlich verfärbt. Unter Druck kann am Gefäßbündelring Bakterienschleim austreten. Bei fortgeschrittenem Befall wird das innerhalb des Gefäßbündelringes liegende Kartoffelgewebe weich zersetzt beziehungsweise weichfaul.

2.2.1.3 Verbreitung der Bakteriellen Ringfäule

Wenn man sich verdeutlicht, dass sich in einem erbsengroßen Bakterienschleimtropfen ungefähr so viele Bakterien befinden, wie es Menschen auf der Erde gibt, wird die Gefahr deutlich, die von einer einzigen befallenen Kartoffel ausgeht. Ungünstigenfalls infiziert eine befallene Kartoffel tausende gesunde Kartoffeln.

Folgende Übertragungswege sind für eine Verbreitung der Bakteriellen Ringfäule (wie auch der Bakteriellen Schleimkrankheit, vgl. Kap. 2.2.2) wesentlich:

Verbreitung durch infiziertes Pflanzgut:

Die Bakterien werden von der Mutterknolle auf die Tochterknollen weitergegeben. Bei geringer Durchseuchungsrate des Pflanzgutes kann die Krankheit sich anfangs unbemerkt verbreiten. Deswegen ist eine gründliche und intensive Pflanzguttestung im Labor ein Schwerpunkt in der Ringfäulebekämpfung. Um die Verbreitung über Pflanzgut einzudämmen, dürfen keine mit Bakterieller Ringfäule befallenen oder auch nur befallsverdächtige Kartoffeln ausgepflanzt werden!

Verbreitung durch direkten oder indirekten Kontakt von erkrankten mit gesunden Knollen:

Kurzzeitige Kontakte zwischen kranken und gesunden Knollen während des Pflanz- und Erntevorganges oder beim Sortieren reichen aus, um gesunde Knollen zu infizieren. Auch der indirekte Kontakt (kranke Knolle → Gegenstand → gesunde Knolle) reicht für eine Übertragung aus, wie in etlichen Versuchen nachgewiesen wurde. Da von erkrankten Knollen ein hohes Infektionspotenzial ausgeht, ist das Schneiden von Pflanzkartoffeln und die Verwendung von Stechgreifern in der Pflanzkartoffelproduktion tabu. Eine erkrankte Knolle würde über ein infiziertes Messer zahlreiche gesunde Kartoffeln infizieren.

Durchwuchs:

Befallene Knollen, die im Boden verbleiben, bieten den Bakterien gute Überlebenschancen, nicht zuletzt durch die Bildung infizierter Tochterknollen. Solcher Durchwuchs birgt höchstes Infektionsrisiko für den nachfolgenden Kartoffelanbau. Deswegen werden ehemalige Befallsflächen einer mehrjährigen amtlichen Durchwuchskontrolle unterzogen.

Reststoffe:

Auch von unbehandelten Reststoffen jeglicher Kartoffelverarbeitung (auch Sortierabfälle!) geht ein Risiko beim Ausbringen auf landwirtschaftliche Nutzfläche aus. Minimalforderung hier wäre die Ausbringung von Sortierabfällen auf die jeweilige Herkunftsfläche, damit wenigstens die Anbaupausen für Kartoffeln, auch im Blick auf andere Kartoffelkrankheiten, eingehalten werden. Zudem würde im möglicher Durchwuchs auf die Befallsfläche beschränkt bleiben, was im Befallsfall günstig ist.

2.2.1.4 Nachweis von Quarantäne-Bakteriosen

Sicher nachweisen lässt sich die Bakterielle Ringfäule, wie auch die Bakterielle Schleimkrankheit, nur im Labortest. Dabei werden molekularbiologische Verfahren (Polymerase-Kettenreaktion, PCR) und der Immunfluoreszenz-Test (IF) angewendet. Die beiden auf unterschiedlichen Verfahren beruhenden, empfindlichen Tests

ergänzen sich gegenseitig und bieten in Kombination eine sehr zuverlässige Untersuchung. Es können dadurch bereits so geringe Bakterienkonzentrationen sicher nachgewiesen werden, die noch keine Symptome an der Kartoffelknolle hervorrufen.

Wenn in einem Screeningtest (Suchtest) ein Befallsverdacht festgestellt wird, muss grundsätzlich ein Biotest zur Bestätigung durchgeführt werden. Bei diesem so genannten Pathogenitätstest werden anfällige Auberginen- oder Tomatenpflanzen verwendet, die dann Befallssymptome zeigen müssen.

Zur Testung auf die beiden Quarantäne-Bakteriosen *Cms* und *Rs* (→ 2.2.2 Bakterielle Schleimkrankheit) werden pro Probe die Nabelenden von mindestens 200 Kartoffeln herauspräpariert und mit den o. g. Tests untersucht. Da die Tochterknollen über die Stolonen mit der Mutterpflanze verbunden sind, ist eine beginnende Infektion zuerst am Nabelende der Kartoffel nachzuweisen.



Abb. 13 Nabelenden, für die Bakterientestung aus Kartoffelknollen herauspräpariert

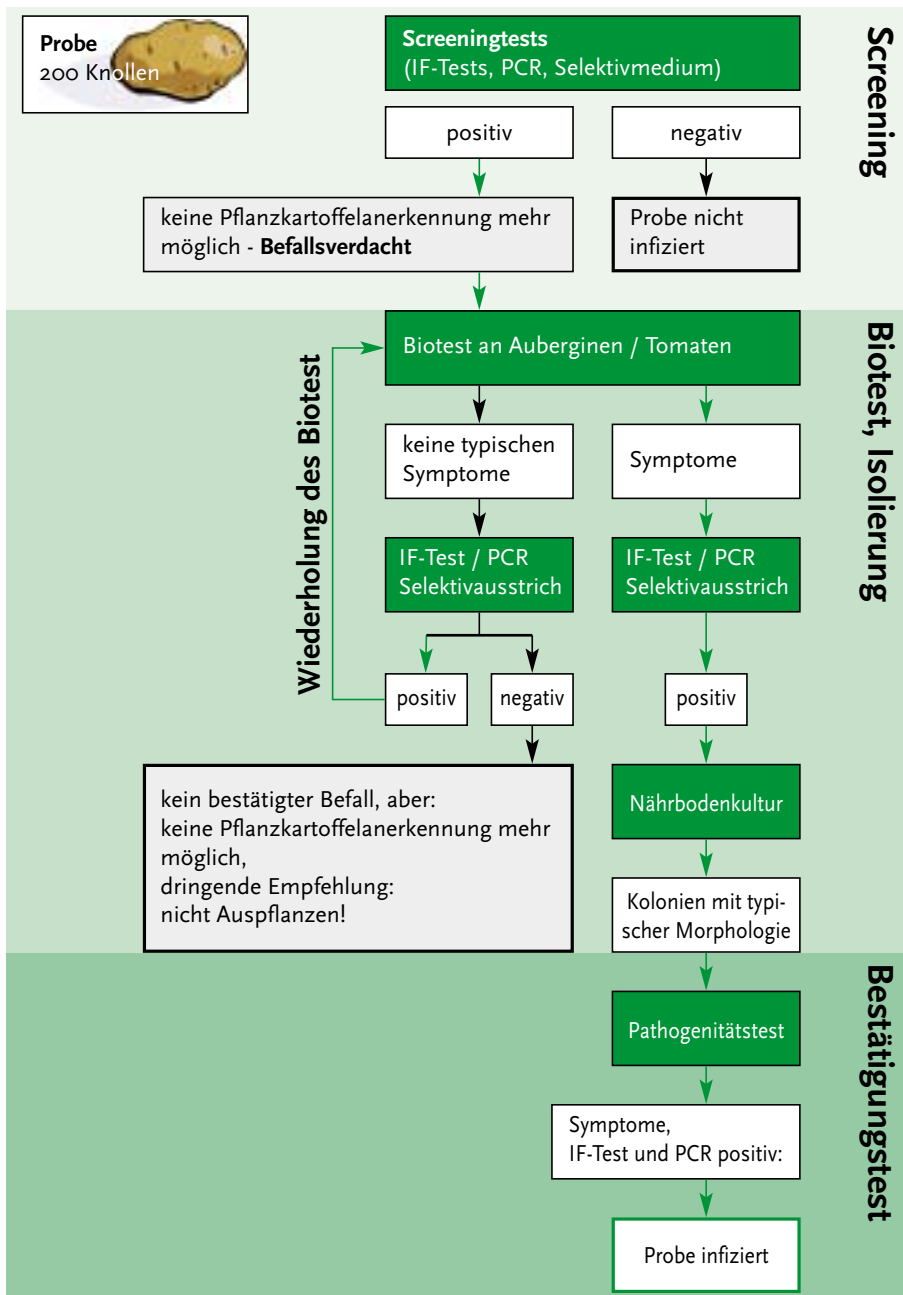


Abb. 14 Vereinfachtes Schema der Kartoffeltestung auf Quarantänebakterien im Anerkennungsverfahren.

2.2.1.5 Bekämpfung / Prophylaxe

Die direkte Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule an der Kartoffel ist nicht möglich. Es wird auch in absehbarer Zukunft keine Möglichkeit einer chemischen Bekämpfung bakterieller Kartoffelkrankheiten geben. Eine Behandlung des Ackers oder der gelagerten Kartoffeln mit Antibiotika zur Abtötung der Ringfäulebakterien wäre undenkbar.

Umso wichtiger ist die vorbeugende Hygiene vor allem in der Pflanzkartoffelproduktion. Hierzu zählt die Reinigung und nachfolgende Desinfektion aller Gegenstände, Geräte und Anlagen, mit denen die Kartoffeln in Berührung kommen. Ohne vorherige Reinigung würde ein Desinfektionsmittel schnell unwirksam. Nicht zu vergessen sind die ausschließliche Verwendung gereinigter und desinfizierter Transportmittel bei der Pflanzkartoffelzufuhr oder eine gründliche Lagerreinigung vor Saisonbeginn. Das einzige derzeit zugelassene Desinfektionsmittel ist **MENNO florades**.

Neben der Hygiene ist die ausschließliche Verwendung von gesundem, anerkanntem Pflanzgut absolut notwendig für eine Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule. Dazu gehört, dass auch Partien mit unbestätigtem Befallsverdacht (positive Screeningtests, Befall konnte aber im nachfolgenden Biotest nicht bestätigt werden) nicht mehr ausgepflanzt werden. Auch wenn der Biotest keinen Befallsnachweis bringt, ist nicht vollständig auszuschließen, dass sich doch wenige Bakterien in der Knolle befinden. Die Auspflanzung solcher Partien birgt immer ein Risiko, das unbedingt vermieden werden muss.

Prinzipiell kann die Bakterielle Ringfäule alle Kartoffelsorten befallen. Wenn in der Befallsstatistik manche Sorten gehäuft auftreten, liegt das eher an der Beliebtheit der Sorte bzw. der besseren Nachbaueignung und der damit verbundenen hohen Generationszahl. Wirkliche Erfolge in der Resistenzzüchtung gegen die Bakterielle Ringfäule gelten zurzeit als sehr unwahrscheinlich.

Ziel der komplexen Bekämpfungsmaßnahmen muss sein, jegliche Einschleppung der Krankheit in die Kartoffelproduktion zu verhindern. Mit den konkreten vorbeugenden Maßnahmen, die Bakterielle Ringfäule zu bekämpfen, setzt sich das Kapitel „Betriebliche Vorsorge“ auseinander.

2.2.1.6 Folgen eines Befalls

Eine Befallsfeststellung mit Bakterieller Ringfäule oder auch der Schleimkrankheit hat für den Betrieb weitreichende Konsequenzen, die sich aus den gesetzlichen Regelungen ergeben:

- Aberkennung des gesamten im Betrieb (bzw. Betriebsteil) erzeugten Pflanzgutes,
- fachgerechte Entsorgung der Befallspartie,
- stark eingeschränkte Verwendbarkeit der übrigen Kartoffelpartien des Betriebes,
- keine Pflanzkartoffelproduktion im Folgejahr,
- enge Überwachung der Kartoffelproduktion in den Folgejahren (umfassende Labortests),

- Durchwuchsbekämpfung auf den Befallsflächen, Pflanzkartoffelerzeugung auf ehemaligen Befallsflächen erst nach mehrjähriger Durchwuchsfreiheit.

Die einzige Möglichkeit, die Folgen eines Befalls für einen Pflanzkartoffelbetrieb etwas abzumildern, bietet die Teilung des Betriebes unter phytosanitären Gesichtspunkten bereits vor Saisonbeginn. Somit können die bei Befall durchzuführenden Maßnahmen gegebenenfalls auf den tatsächlich befallenen Betriebsteil beschränkt werden. Die Anforderungen, die für eine phytosanitäre Betriebsteilung erfüllt sein müssen, sind dem Kapitel „Leitlinie“ zu entnehmen.

2.2.2 Bakterielle Schleimkrankheit (*Ralstonia solanacearum*)

2.2.2.1 Schaderreger

Der Erreger der Bakteriellen Schleimkrankheit der Kartoffel wurde bereits 1896 von SMITH als *Bacillus solanacearum* beschrieben. Alte Bezeichnungen lauten auch *Pseudomonas solanacearum* oder *Burkholderia solanacearum*. Die heute korrekte Bezeichnung ist *Ralstonia solanacearum* (Rs).

Ralstonia solanacearum ist ca. 1 - 1,5 x 0,5 µm groß. Es gehört zu den gram-negativen Bakterien. Im Gegensatz zum Ringfäule-Bakterium ist Rs begeißelt und kann sich dadurch aktiv bewegen. Deswegen kann es leichter selbständig in Pflanzen eindringen und diese infizieren. Die optimale Temperatur für diese Bakterien liegt bei 25 °C – 35 °C und damit höher als bei der Ringfäule. Trotzdem werden auch kühle Temperaturen sehr gut vertragen. In den Wirtspflanzen überstehen die Schleimfäulebakterien auch Minusgrade.

Ralstonia solanacearum kann weit mehr Pflanzenarten als das Ringfäulebakterium befallen. Es ist weltweit an verschiedenen Kulturen bis hin zu Bananen und Zierpflanzen (z.B. Pelargonien) schädigend und wird in verschiedene Rassen eingeteilt. Der für den Kartoffelanbau wichtige Erreger der Bakteriellen Schleimkrankheit gehört zur Rasse 3. Er ist für den Kartoffelanbau als gefährlicher einzuschätzen, als die Bakterielle Ringfäule. Hintergrund dieser Bewertung ist die Fähigkeit des Bakteriums, sich in vielen verschiedenen Wirtspflanzen, vor allem aber anderen Nachtschattengewächsen, zu vermehren. Folgende heimische Unkräuter werden u.a. als Wirts- oder Überhälter-Pflanzen für die Rasse 3 von *Ralstonia solanacearum* betrachtet: Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Schwarzer Nachtschatten (*Solanum nigra*), Große Brennessel (*Urtica dioica*), Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*), Vogelmiere (*Stellaria media*).

Gerade der oft an Gewässern stehende Bittersüße Nachtschatten kann bei einer stattgefundenen Infektion über seine Wurzeln beständig Bakterien abgeben, die im Wasser sehr gut überleben. Bei der Beregnung von Kartoffeln an solchen Flussabschnitten ist eine Infektion sehr gut vorstellbar, weil das Bakterium aufgrund seiner Begeißelung leicht über die Blattöffnungen, die die Pflanze zum Atmen braucht, in die Pflanze gelangt. In den Niederlanden sind etliche Oberflächengewässer mit Rs verseucht und deshalb für die Beregnung gesperrt. Eine Sanierung

solcher Gewässer ist kaum möglich, da die infizierten Nachtschattengewächse nie vollständig ausgerottet werden können.

2.2.2.2 Schadbild

Im Feldbestand ist die Bakterielle Schleimkrankheit der Kartoffel, wie auch die Ringfäule, nicht eindeutig zu erkennen. Die Schleimkrankheit führt, da die Bakterien die Gefäßsysteme der Pflanze verstopfen, zu einer Welke. Zu Beginn ist diese Welke vorübergehend besonders zur Mittagszeit zu sehen. Nach ein paar Tagen ist die Welke nicht mehr reversibel, so dass die Blätter meist gleich grün vertrocknen. Eine Gelbfärbung (Chlorose) wie bei der Ringfäule tritt kaum auf.

Ein für die Schleimkrankheit in oberirdischen Pflanzenteilen sehr typisches Merkmal ist, dass aus dem Stängel der befallenen Kartoffelpflanze Schleimfäden austreten, sobald man den frisch querschnittenen Stängel in ein Glas mit Wasser hält.

An der Knolle ist ein fortgeschrittener Befall daran zu erkennen, dass an den Augen der Kartoffel Schleimtropfen (Bakterienschleim) austreten können und an solchen eingetrockneten Schleimtropfen an den Augen Erde anhaften kann. Beim Durchschneiden der Knolle tritt aus dem Gefäßbündelring oft spontan Bakterienschleim aus. Bei fortschreitendem Befall geht die gesamte Kartoffel in Fäulnis über. Der Lagerverlust bei dieser Krankheit kann bis 100 % betragen.

2.2.2.3 Bekämpfung / Prophylaxe

Auch bei der Schleimkrankheit ist nur eine vorbeugende Bekämpfung möglich. Neben all den Maßnahmen, die zur Bekämpfung der Ringfäule genannt wurden (→ 2.2.1 Bakterielle Ringfäule), gibt es zusätzliche Gesichtspunkte, die bei der Vorsorge gegenüber der Bakteriellen Schleimkrankheit zusätzlich beachtet werden müssen:

Da die Schleimkrankheit durch Beregnung mit Wasser aus Oberflächengewässern verbreitet werden kann, muss diese unbedingt vermieden werden. Oberflächengewässer können durchaus mit *Ralstonia solanacearum* belastet sein. Abfälle und Abwässer von Verarbeitungsbetrieben, die Kartoffeln aus Ländern verarbeiten, in denen hin und wieder Befall auftritt, sind für die Kontamination von Oberflächengewässern mitverantwortlich. Vor allem an Kartoffeln aus Ägypten wurde wiederholt Befall mit der Schleimkrankheit festgestellt. Die zur Zeit üblichen Abwasserbehandlungen in Verarbeitungsanlagen töten diese Bakterien nicht sicher ab. Ebenso können kommunale Abwässer mit Ringfäulebakterien kontaminiert sein. Dagegen geht von einer Bewässerung mit Brunnenwasser keine Infektionsgefahr aus. In Deutschland werden die Oberflächengewässer stichprobenartig auf den Erreger der Schleimkrankheit untersucht. In Sachsen und Thüringen sind bisher keine Kontaminationen festgestellt worden.

Für die Sanierung von etwaigen Befallsflächen sind eine strikte Unkraut- und Durchwuchsbekämpfung sowie lange Anbaupausen unerlässlich.

2.2.3 Bakterielle Nassfäule (*Erwinia* subsp.)

2.2.3.1 Schaderreger

Am Komplex der *Erwinia*-Krankheiten (Schwarzbeinigkeit sowie Stängel- und Knollennassfäule) sind in der Regel zwei verschiedene Bakterien beteiligt, *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* und *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

Das wahrscheinlich erste bekannte Auftreten dieser Krankheit ist die von SALAMAN beschriebene Missernte in Irland im Jahr 1833, als nach einem verregneten Sommer die Kartoffeln verfault waren und viele Iren aus Hunger das Land verließen und nach Nordamerika einwanderten. 1888 wurde der Name Schwarzbeinigkeit eingeführt (Black Leg). Der Erreger wurde 1902 als *Bacillus atrosepticus* erstmals beschrieben.

Nach ganz aktueller Nomenklatur heißen die beiden Erreger *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum* bzw. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. Da sich diese Namen aber nicht eingebürgert haben, wird im Folgenden noch die Bezeichnung *Erwinia* verwendet.

2.2.3.2 Biologie

Sowohl die Schwarzbeinigkeit als auch die Knollennassfäule können von beiden Unterarten hervorgerufen werden, wobei bei kühlen Temperaturen die Schwarzbeinigkeit überwiegend von *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* hervorgerufen wird, während *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* unter bestimmten Witterungsbedingungen eine Stängelverbräunung bzw. Stängelfäule in höher gelegenen Stängelabschnitten verursachen kann.

Das Schadbild der Schwarzbeinigkeit ist auf sandigen Böden stärker ausgeprägt; bei steigendem Tonanteil nimmt dagegen die Knollennassfäule zu.

E.c. subsp. *atroseptica* kann gegenüber dem anderen Bakterium schlechter im Boden überdauern. Aber auch für *E.c.* subsp. *carotovora* stellt nicht der Boden die Hauptinfektionsquelle dar, sondern latent verseuchtes Pflanzgut. Trotzdem bildet der Boden und verrottende Pflanzenteile immer wieder eine Infektionsquelle, weswegen die Krankheit, anders als die Bakterielle Ringfäule, nie ausgerottet werden kann.

Die Erreger *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* und *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* sind fakultativ anaerobe Bakterien, d.h. sie können auch unter Sauerstoffmangel gut weiterleben und so die Fäulnis vorantreiben. Außer der Kartoffel besitzen diese Bakterien noch viele weitere Wirts- und Überhälterpflanzen.

2.2.3.3 Schadbild

Die Schwarzbeinigkeit oder Stängel- und Knollennassfäule ist die wichtigste Bakteriose an Kartoffeln. Die Schätzung der jährlichen Gesamtverluste durch *Erwinia* liegt bei 20 %. Der Befallsdurchschnitt im Feldbestand liegt oft bei 2 - 4 %. Im Lager können bei unsachgemäßer Einlagerung sehr hohe Verluste durch

Nassfäule auftreten. Ursache ist die Bildung von Enzymen, die pflanzliche Zellwände aktiv auflösen.

Im Feldbestand zeigt sich ein Anfangsbefall durch Wuchsdepressionen, Vergilbungen, vorübergehende Welke und vereinzelt durch Luftknollenbildung. Bei Absterbe- und Dürreerscheinungen lassen sich die Pflanzen leicht aus dem Boden ziehen und zeigen die typische Schwarzverfärbung („Schwarzbeinigkeit“) sowie Gewebeerstörung an der Stängelbasis. Wenn die Krankheit frühzeitig ausbricht, können durch Nichtansetzen von Knollen beachtliche Fehlstellen entstehen. Zu späteren Entwicklungszeitpunkten sind vornehmlich Stolonen und junge Knollen befallen, die dann zum Erntezeitpunkt manchmal schon vollständig zerstört sind. Die Knollennassfäule beginnt häufig am Nabelende oder an den Lentizellen. Die Nassfäule zeigt sich zu Beginn in glasig-wässrigem Gewebe, das in eine breiige Masse übergeht, die zuletzt nur noch durch die Schale zusammengehalten wird. Der Faulbrei verfärbt sich an der Luft rötlich bis dunkelbraun und kann durch die Anwesenheit anderer Bakterien stechend riechen. Der Faulbrei zersetzter Knollen kann leicht benachbarte Knollen infizieren und wird so zu einem um sich greifenden Fäulnisherd.

An kühl und belüftet gelagerten Knollen kann sich ein Befall der Lentizellen als Hartfäule äußern: es entstehen 3 - 4 cm große, leicht eingesunkene Läsionen, die vom übrigen Gewebe abgegrenzt sind.



Abb. 15 durch *Erwinia*-Nassfäule geschädigte Knolle

2.2.3.4 Bekämpfung / Prophylaxe

Die Pflanzkartoffelverordnung begrenzt den Anteil schwarzbeiniger Stauden bei der Feldbestandskontrolle auf 0,4 - 1,2 % (→ 3.2); schwarzbeinige Pflanzen werden herausselektiert.

Um die Krankheit einzudämmen, ist der Gesichtspunkt wichtig, dass die *Erwinia*-Bakterien typische Wundparasiten sind. Knollenbeschädigungen während der Bodenbearbeitung, Ernte oder Aufbereitung schaffen die Eintrittspforten für die Bakterien. Deswegen ist die Wundkorkbildung vor der Einlagerung zur Eindämmung der Nassfäule ein sehr wichtiger Vorgang.

Im Gegensatz zu den Erregern der Bakteriellen Ringfäule / Schleimkrankheit sind die *Erwinia*-Bakterien mehr oder weniger immer vorhanden. Die Kartoffeln können sich aber normalerweise gegenüber einem geringen Befallsdruck selber „wehren“, indem sie bei Befall Substanzen freisetzen, die gegen die Bakterien gerichtet sind. Zudem lässt die Kartoffel leicht befallene Zellen absterben, um sich so gegen ein weiteres Vordringen von *Erwinia* zu wehren. Deswegen sind alle Bedingungen, die Verletzungen der Kartoffel mindern, die Wundheilung fördern und die Kartoffel selbst unter möglichst wenig Stress stellen, für eine Eindämmung von *Erwinia* im Lagerbereich sehr wichtig.

Durch gentechnische Maßnahmen wird es eventuell möglich werden, Kartoffeln zu züchten, bei denen die pflanzeigene Abwehr schneller und besser funktioniert; damit lässt sich in Zukunft vielleicht die Schwere von *Erwinia*-Infektionen mildern.

2.2.4 Gewöhnlicher Kartoffelschorf (*Streptomyces* spp.)

2.2.4.1 Schaderreger

Der gewöhnliche Kartoffelschorf *Streptomyces scabies* (engl.: common scab) wird durch Bakterien hervorgerufen, die zu den Actinomyceten gehören. Die Actinomyceten sind Bakterien, die manche Eigenschaften von Pilzen besitzen (Bildung von Luftmycel und Sporenketten) und deswegen auch als „Strahlenpilze“ bezeichnet werden.

Die Krankheit kann sich nur an wachsenden Knollen entwickeln; die kritische Zeit erhöhter Anfälligkeit liegt in den ersten 10-15 Tagen des Knollenansatzes. Die Infektion geht vom Boden aus. Vergleichsweise höhere Bodentemperatur und Trockenheit in dieser Zeit wie auch ein höherer pH-Wert (Kalkung) fördern den Befall.

An der Kartoffel gibt es unterschiedliche Ausprägungen von gewöhnlichem Schorf; es wird Flachschorf, Tiefschorf und Buckelschorf unterschieden. Haupterreger für Flach- und Buckelschorf ist *Streptomyces scabies*; in sauren Böden ruft auch *Streptomyces acidiscabies* einen Flachschorf hervor. Der Tiefschorf-Erreger wird neuerdings als *Streptomyces caviscabies* abgegrenzt. *Streptomyces scabies* wird auch als Erreger des Rübenschorfes angesehen.

Der Pulverschorf (*Spongospora subterranea*) und der Silberschorf (*Helmintho-*

sporium solani) werden dagegen von völlig anderen Erregern (Pilze) hervorgerufen, die nichts mit dem gewöhnlichen Schorf zu tun haben.

2.2.4.2 Schadbild

Die Schorfausprägung, die in der Regel nur zur Beeinträchtigung der äußeren Knollenqualität und höheren Schälverlusten führt, ist auf eine Ablösung des Periderms zurückzuführen. Darunter bildet sich eine Wundkorkschicht als scharfe Abgrenzung zum gesunden Speichergewebe. Hierbei können wenige mm tiefe Narben entstehen (Tiefschorf) oder durch Anregung der Zellteilung auch Quaddeln (Buckelschorf). Verschiedene Sorten reagieren unterschiedlich in ihrer Anfälligkeit gegenüber Schorf.

2.2.4.3 Bekämpfung

Leguminosenvorfrucht und Weizenvorfrucht sollen etwas befalls mindernd auf Kartoffelschorf wirken, der vornehmlich auf leichteren Böden auftritt. Ebenso wurde eine Gründüngung mit Lupinen, Senf und Wicken als günstig gegen Schorf beschrieben. Darüber hinaus kann eine Mangandüngung vorteilhaft sein, im Gegensatz zu einer frischen Aufkalkung, die eine Schorfausprägung stark fördern würde. In Problemlagen ist die Verwendung saurer Düngemittel vor Kartoffeln sinnvoll. Eine Beregnung ab dem Zeitpunkt des Knollenansatzes hat den Effekt, dass der Schorferreger schneller unter Sauerstoffmangel leidet, worauf er recht empfindlich reagiert. Den gleichen Effekt haben die schwereren Böden gegenüber leichten Böden. Die Meidung von Problemstandorten sowie die Verwendung wenig anfälliger Sorten sind deswegen die entscheidenden Maßnahmen.

2.3 Viruskrankheiten

Viruskrankheiten bewirken tendenziell einen Ertragsabfall bei Speise- und Stärkekartoffeln. Die Verwendung virusbelasteten Pflanzgutes birgt ein oft unkalkulierbares Risiko in sich. Mindererträge der gewünschten Sortierung bzw. sinkende Stärkegehalte können die Folge sein. Erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts erkannte man als Ursache des degenerativen „Kartoffelabbaus“ die Zunahme verschiedener Krankheiten im Pflanzgut – damals als Kartoffelmosaik, Strichel- und Blattrollkrankheit bezeichnet. Nur langsam setzte sich in der Folgezeit die Erkenntnis durch, dass für die Gesunderhaltung einer gezüchteten Sorte ein Komplex von „erhaltenden“ Maßnahmen notwendig ist. In den durch Mangel an gesundem Pflanzgut gekennzeichneten Jahren nach dem 2. Weltkrieg wurden die methodischen Grundlagen der Pflanzkartoffelerzeugung entwickelt. Moderne Vermehrungsmethoden im Labor und auf dem Feld bilden heute zusammen mit der Feldselektion und einer integrierten Infektionsabwehr die Basis für die Schaffung hochwertiger Pflanzgutes.

2.3.1 Klassische und neue Kartoffelviren

Geordnet nach der wirtschaftlichen Bedeutung nimmt das Kartoffel-Y-Virus schon seit Jahren eine herausragende Rolle ein. Weit verbreitet ist ebenfalls das S-Virus mit geringer Ertragsbeeinflussung. Seltener sind Infektionen mit dem ebenfalls schweren Kartoffelblattroll-Virus. Leistungsmindernde Infektionen mit X-, A- und M-Virus sind die Ausnahme, wurden aber in einzelnen Pflanzgutpartien durchaus in größeren Häufigkeiten gefunden. Lokale Bedeutung hat die Verbreitung des nematodenübertragbaren Tabakrattle-Virus. Infektionen mit diesem Virus führen zu erheblichen Speisewertminderungen. Seit Ende der 90er Jahre wird die Verbreitung eines Knollenringnekrose-Stammes des Y-Virus sehr aufmerksam verfolgt. Von großem Interesse dürften auch Untersuchungen zur Ausbreitung des aggressiven Wilga-Stammes sein, der in allen Deutschland umgebenden Ländern sehr verbreitet ist. Aus polnischen Publikationen ist bekannt, dass dieser Y-Virusstamm auf Grund der schwachen Symptombildung in einigen Sorten bei der Selektion übersehen werden kann.

Zu den „klassischen“ Kartoffelviruserkrankungen muss die durch ein Viroid hervorgerufene Spindelknollenkrankheit und die durch Phytoplasmen (ältere Bezeichnung: Mykoplasmen) induzierte Stolbur-Krankheit gezählt werden. Beide Erreger haben in den EU-Ländern und in Süd- bzw. auch Osteuropa unter den Bedingungen einer modernen Pflanzguterzeugung nur lokale Verbreitung. Sie verdienen aber beide als Quarantäneschadenerreger im Ex- und Importgeschehen gesonderte Beachtung.

Für den Praktiker sind Informationen zur Verbreitung neuer oder bisher selten auftretender viröser Erkrankungen von Bedeutung. Auch wenn von diesen „neuen“ Viren bisher kein wirtschaftlicher Schaden ausging, kann Wissen in Einzelfällen vor phytosanitären Risiken schützen. Gegenwärtig sind potentielle Schädwirkungen durch Kartoffelviren in der Diskussion, die von unkontrolliert eingeführten „alten“ und „ursprünglichen“ Kartoffelsorten aus dem europäischen (Frankreich, Spanien) und außereuropäischen Ausland (Südamerika) ausgehen. An diesen für den Liebhabermarkt vermehrten Speisekartoffeln (z.B. La Ratte, Bamberger Hörnchen, verschiedene Herkünfte aus Teneriffa) wurden in Untersuchungen der Biologischen Bundesanstalt und der Pflanzenschutzdienste der Länder neben den „klassischen“ Kartoffelviren neue, bisher im Sortiment nicht nachgewiesene Viren entdeckt, die ein beträchtliches Schädpotential besitzen. LESEMANN und WINTER (2002) fanden in Proben das V-Virus (potato virus V, PVV) und das Wild potato mosaic virus. In wenigen Fällen gelang mittels der PCR-Methode sogar der Nachweis eines außereuropäischen Stammes des S-Virus mit schwerem Krankheitsverlauf, welcher Quarantänestatus besitzt (Andenstämme des S-Virus, PVSA). Zur Gruppe der nicht in Europa vorkommenden Quarantäneviren werden weitere, meist in Südamerika verbreitete Viren, gerechnet.

In der Literatur wird gelegentlich über das Vorkommen von Viren mit breitem Wirtsspektrum berichtet, die an der Fruchtart Kartoffel bisher selten Bedeutung

erlangten. Zu diesen Viren zählt u.a. das Luzernmosaik-, Gurkenmosaik-, Tomatenbronzeflecken- und das Tabaknekrose-Virus. Ohne Bedeutung sind in zurückliegender Zeit auch das Kartoffelbüscheltrieb-Virus (potato mop top virus, PMTV), das Aucuba-Mosaik und das Kartoffelbukett (tomato black ring virus, TBRV) geblieben.

2.3.2 Gesundlagen und Infektionsabwehr

In den Fünfziger Jahren wurde von PFEFFER, Groß Lüsewitz, eine komplette Übersicht zur Eignung der Anbauggebiete Ostdeutschlands für die Pflanzgutvermehrung erarbeitet, wobei er sich auf die Ermittlung der Anzahl und die Flugaktivität der virusübertragenden Blattläuse konzentrierte. Er unterschied zwischen Zone 1 mit sehr guter Eignung, Zone 2 mit guter und Zone 3 mit nur bedingter Eignung für die Pflanzkartoffelvermehrung. Die Zonen 4 (schlecht geeignet, da Abbaulage) und 5 (völlig ungeeignet, starke Abbaulage) schied er bei den damaligen, durch Mangel an systemischen Insektiziden gekennzeichneten Möglichkeiten von einer gesunden Vermehrung weitgehend aus. Diese Einschätzung der Gebiete hat auch in späteren Jahren ihre grundsätzliche Bedeutung beibehalten, auch wenn die Pflanzgutvermehrungen durch virusresistente Sorten in Zonen höherer Blattlausaktivität möglich wurde. Neben der Bewertung der Häufigkeit und Aktivität der Vektorblattläuse spielte die Forderung nach der Schaffung von „Gesundheitsinseln“ Ende der 70er Jahre (HAMANN und ULBRICHT) eine nicht zu unterschätzende Rolle. Diese Forderung gewann durch das aktuelle Infektionsgeschehen ab Mitte der Achtziger Jahre an Bedeutung. Ab dieser Zeit dominiert deutlich das nichtpersistente Kartoffel-Y-Virus vor dem persistenten Kartoffelblattroll-Virus. Es wurde vielfach beobachtet, dass die Erfolgsaussichten nach Insektizidanwendungen auf Pflanzkartoffelflächen nicht in jedem Falle von Erfolg gekrönt waren. Ursache ist die Tatsache, dass die von der Blattlaus aufgenommene Y-Viruspartikel innerhalb weniger Sekunden wieder abgegeben werden können, bevor die Laus abgetötet ist. Gestützt durch holländische Erfahrungen setzte sich die Erkenntnis durch, dass nur großräumigere Schutzlagen mit einem geringen „Virusangebot“ eine wirkungsvolle Virusabwehr bieten.

2.3.3 Pflanzguterzeugung und Stufenaufbau

Wie bei allen vegetativ vermehrten Kulturpflanzen ist auch bei der Kartoffel die Erzeugung und Vermehrung gesunden Pflanzgutes neben der Resistenzzüchtung die wichtigste Maßnahme zur Bekämpfung der Virosen. Sie beginnt mit der Erzeugung virusfreien und sortenechten Pflanzenausgangsmaterials, die je nach Marktbedeutung der Sorten mit klassischen Verfahren, vielfach aber auch fast ausschließlich mit der „schnellen Vermehrung“ im Reagenzglas im Labor beginnt. Die Verkürzung der Zeitdauer im Zuchtaufbau impliziert eine Reduktion möglicher Rückinfektionen durch blattlausübertragbare Viren und garantiert nach sorgfältiger Testung den Start mit gesunden Pflanzen .

Trotz dieser hohen Aufwendungen im „Gesundheitswert“ der hohen Anbaustufen kam es in den zurückliegenden Jahren immer wieder zu Aberkennungen des Pflanzgutes. Die Ursache waren zu hohe Infektionsraten mit dem nichtpersistenten Y-Virus, welches durch die zugelassenen Insektizide nur unzulänglich bekämpft werden konnte. Das war insbesondere dort der Fall, wo Vermehrungs- und Konsumbestände räumlich eng zusammenstanden. Läuse befallen durch ihr Flugverhalten vor allem kleine und lückig auflaufende Bestände. Zudem ist eine junge Pflanze leichter infizierbar als ältere Pflanzen. Alle Strategien zur Virusabwehr müssen sichern, dass sich der Bestand schnell und gleichmäßig entwickelt und eine erste Selektion möglich ist, bevor Blattläuse im stärkeren Maße auftreten. Eine rechtzeitige Krautabtötung verhindert schließlich die Virusabwanderung in die Knolle. Es gilt die von HAMANN, Groß Lüsewitz, in den 70er Jahren geprägte Formel der drei großen R's, die den Selekteuren immer wieder nahe gebracht werden muss: **Rechtzeitig**, **Radikal** und **Richtig**.

Eine stufengerechte, virusarme Pflanzgutvermehrung ist nur durch eine Reihe von Maßnahmen zu sichern, die von der Standortwahl mit Berücksichtigung kleinklimatischer Verhältnisse über pflanzenbauliche Maßnahmen bis hin zur gezielten Insektizidapplikation reicht.

In Versuchen konnte gezeigt werden, dass eine Ummantelung von Kartoffelparzellen mit einem 1 m breiten Fangstreifen von Hafer den Einflug der Haferblattlaus merklich reduzierte. Das Verfahren war allerdings nur von Erfolg gekrönt, wenn die Haferlaus der dominierende Vektor war. In anderen Versuchen wurde auch eine Reduzierung der Zahl der Blattläuse auf Stroh-gemulchten Flächen ermittelt.

2.3.4 Beschreibung einzelner Viruserkrankungen

2.3.4.1 Kartoffel-Y-Virus (potato virus Y, PVY)

Schadbild

Bei der „Strichelkrankheit“, verursacht durch die herkömmlichen Y^o-Stämme, treten neben der ausgeprägten mosaikartigen Blattscheckung dunkelbraune, tintenspritzerartige, nekrotische Flecke und Strichel an den Blättern auf. Die Blattspitzen rollen sich ein, am Stängel bleiben eingetrocknete, abgeknickte Blätter hängen (vgl. Abbildung 16 und Abbildung 17).

Diese früher häufig beobachteten Symptome sind seltener geworden. Nach deutschlandweiten Erhebungen (LINDNER, 2002) liegt der Anteil der Tabakrippenbräunestämme (Y^N-Stämme) an den Gesamtinfektionen mit Y-Virus mindestens bei 50 %, meist aber deutlich darüber. Primärinfektionen mit den Y^N-Stämmen sind schwer erkennbar. Kranke Pflanzen fallen lediglich durch leichte Mosaikscheckungen der Blätter auf. Gelegentlich sind braune Strichel auf den Blattadern blattunterseits erkennbar (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 19). Die Sekundärsymptome variieren in Abhängigkeit von Sorte und Umwelteinflüssen von auffal-

lenden Mosaikscheckungen bis hin zum leichten Mosaik wesentlich stärker. Unter den Y^N-Stämmen hat sich in ganz Deutschland der Knollenringnekrose-Stamm (Y^{NTN}-Stamm) verbreitet, der an den Knollen ringförmige Nekrosen hervorruft. Dieses Schadbild kann als geschlossener Ring mit einem Durchmesser von 1 – 2 cm oder nur als Ringabschnitt ausgebildet sein (vgl. Abbildung 20 und Abbildung 21). Mitunter fallen lediglich Muster in Wellen- oder Linienform auf der Oberfläche der Knollen auf. Die Nekrose kann auch nur am Auge sitzen und ist in ihrer Ringform kaum erkennbar. Im Unterschied zu anderen Viren, die ebenfalls Symptome an den Knollen hervorrufen, bleiben die Nekrosen nach einer Y^{NTN}-Infektion dicht unter der Schale und dringen nur wenig ins Knolleninnere ein. Am Blatt zeigen sich nur leichte Symptome, die von anderen Y-virusbedingten Infektionen nicht unterschieden werden können.



Abb. 16 Schwere Ausprägung eines Befalls durch PVY im Bestand



Abb. 17 Blattsymptome (Mosaik-Verfärbung) durch Y-Virus während der Augenstecklings-Prüfung (links: gesunde Pflanze)



Abb. 18 Strichelsymptome blattunterseits durch Normal- bzw. o-Stämme (PVY^o) (Augenstecklings-Prüfung)



Abb. 19 Strichelsymptome blattunterseits durch Normal- bzw. o-Stämme (PVY^o) (Feldbestand)



Abb. 20 anfängliche Knollensymptome durch den Knollenringnekrose-Stamm des Y-Virus (PVY^{NTN})



Abb. 21 ausgeprägte Knollensymptome durch den Knollenringnekrose-Stamm des Y-Virus (PVY^{NTN})

Verbreitung

häufig und weltweit (vgl. Text)

Übertragungswege

Das Y-Virus wird durch eine große Anzahl von Blattlausarten in nichtpersistenter Weise übertragen. Ein Probesaugstich kann für eine Infektion genügen! In jüngster Zeit wurde wiederholt bestätigt, dass auch Blattläuse, die Kartoffeln nicht besiedeln (auf Kartoffelblättern keine Kolonien bilden), wie beispielsweise die Kleine Pflaumenlaus oder die Haferlaus, eine wichtige Rolle bei der Virusübertragung spielen (vgl. 2.4.4 Blattläuse als Virusvektoren). Die Weitergabe des Virus erfolgt ebenfalls mechanisch und durch Pflanzgut. Das Y-Virus zeichnet sich durch einen großen Wirtspflanzenkreis aus und wird in vielen Ackerwildkräutern und Zierpflanzenarten gefunden.

2.3.4.2 Kartoffelblattroll-Virus (potato leafroll virus, PLRV)

Schadbild

Geringere Variation als Y-Virus, aber auch Einflüsse von Sorte und Umwelt zu beobachten. Tütenförmiges Einrollen der oberen (Primärinfektion) oder unteren Blätter (Sekundärinfektion), die durch den Anstau der Assimilate hart und brüchig werden (Knackprobe durchführen!). Vielfach ist eine steile Blattstellung, verbunden mit einer leichten Aufhellung, zu beobachten. Die älteren, außen befindlichen Blätter können auch gelb-rötliche bis violette Verfärbungen an den Rändern und blattunterseits aufweisen.



Abb. 22 Blattrollvirus (PLRV)

Verbreitung

häufig und weltweit (vgl. Text)

Übertragungswege

Persistente Übertragung; erst nach einiger Zeit (Tagen) sind verschiedene Blattlausarten (vor allem Grüne Pfirsichblattlaus) zur Abgabe des Virus befähigt. Keine mechanische Übertragung, Weitergabe durch Pflanzgut. Es sind zahlreiche Wirtspflanzen bekannt!

2.3.4.3 Kartoffel-A-Virus (potato virus A, PVA)

Schadbild

Alle Übergänge von Symptomlosigkeit bis zum „Raumosaik“ und stark gerollten Blättern sind bekannt. Vielfach zeigen die Blätter eine Mosaikfärbung mit Blatttrandwellung und Einrollen der Blätter im oberen Bereich auf. Im Gegensatz zum Blattroll-Virus bleiben die Blätter weich und elastisch (Verwechslung mit *Rhizoctonia solani* ist möglich).



Abb. 23 Kartoffel-A-Virus (PVA)

Verbreitung

selten, aber weltweit vorkommend (vgl. Text)

Übertragungswege

Die Übertragung erfolgt wie bei dem mit ihm verwandten Y-Virus durch verschiedene Blattlausarten in nicht persistenter Weise. Das Virus wird mechanisch durch Bearbeitungsgeräte weitergegeben und ebenso durch Pflanzgut.

2.3.4.4 Kartoffel-X-Virus (potato virus X, PVX)

Schadbild

Es treten leichte mosaikartige Aufhellungen der Blätter auf, die Virusinfektion bleibt aber oft auch symptomlos. Schwere mosaikartige Verfärbungen sind möglich; mit zunehmendem Alter der Pflanze nimmt die Symptomausprägung ab.



Abb. 24 Kartoffel-X-Virus (PVX)

Verbreitung

selten, aber weltweit vorkommend (vgl. Text)

Übertragungswege

Nur mechanische Weitergabe durch Bearbeitungsgeräte und Kontakt und durch das Pflanzgut.

2.3.4.5 Kartoffel-M-Virus (potato virus M, PVM)

Schadbild

Mosaik und Blattkräuselungen, teilweise Blattrollen („Rollmosaik“, im Unterschied zum Blattroll-Virus aber in der Wipfelregion) und Stängel- sowie Adernnekrosen. Blätter bleiben weich und geben keine Knackgeräusche. Es bestehen Verwechslungsmöglichkeiten mit *Rhizoctonia*-Symptomen, bei der Infektion mit dem M-Virus ist der Fußbereich aber gesund !

Verbreitung

selten, in SO- und Ost-Europa häufiger vorkommend (vgl. Text)

Übertragungswege

Nicht persistente Übertragung, mechanisch und durch Pflanzgut.

2.3.4.6 Kartoffel-S-Virus (potato virus S, PVS)

Schadbild

Wellung der Blattränder, leichte Vertiefungen der Blattrippen auf der Oberseite, selten schwerer mit Ähnlichkeiten zu PVY oder PVM. Oft bleibt eine Infektion mit S-Virus völlig latent, d. h. symptomlos.

Verbreitung

häufig und weltweit (vgl. Text)

Übertragungswege

Nicht persistente Übertragung, mechanisch und durch Pflanzgut.

2.3.4.7 Tabak-Rattle-Virus (tobacco rattle virus, TRV)

Schadbild

Bei der „Stängelbunt- und Pfropfenkrankheit“ sind häufig nur einzelne Triebe einer Kartoffelstaude befallen. Blätter sind auffällig gelbflechtig, gescheckt und gewellt. An den Blättern nekrotische Flecke, zuweilen auch schwarzbraune Stängelnekrosen. Knollen zeigen an der Oberfläche bogenförmige Nekrosen (Pfropfen), die sich im Knollenfleisch fortsetzen. Im Inneren einer Knolle auch mehr oder wenig deutlich bräunliche Flecke mit Ähnlichkeiten und Übergängen zur physiologischen Eisenfleckigkeit.

Verbreitung

meist nur lokal und nesterweises Auftreten, auf sandigen Böden bevorzugt

Übertragungswege

Eine Übertragung erfolgt meist durch freilebende Nematoden; nicht in jedem Falle wird das Virus durch Pflanzgut weitergegeben. Eine Saftübertragung ist schwierig.

2.3.4.8 Spindelknollenkrankheit der Kartoffel (potato spindle tuber viroid, PSTVd)

Der Erreger der Krankheit ist ein Viroid, ein virusähnlicher „Organismus“, aber ohne typische Virushülle.

Schadbild

Es entstehen nach der Infektion keine Symptome am Kraut. Die Knollen sind jedoch deformiert, rissig und spindelförmig.

Verbreitung

keine Bedeutung in Deutschland, lokales Vorkommen in Ost-Europa (vgl. Text)

Übertragungswege

Pollen und Samen (wichtig für Genbanken), mechanisch, Pflanzgut. Die Übertragung durch Vektoren (Blattläuse, Grüngestreifte Kartoffellaus, Grüne Wiesenwanze) ist untergeordnet.

2.3.4.9 Stolburkrankheit, Gummiknollenwelke (potato stolbur mycoplasma)

Die Erreger sind Phytoplasmen (ältere Bezeichnung: Mykoplasmen), die in ihrer Entwicklung zwischen Viren und Bakterien einzuordnen sind.

Schadbild

Vom Blattrand her fortschreitende Gelbfärbung und löffelartiges Einrollen der oberen Blätter mit gelegentlicher Violettäufärbung. Blätter und Triebe stehen steil aufrecht („Gotik“). Bei trockenem Wetter sterben die Pflanzen rasch ab, allerdings ist der Verlauf witterungsabhängig und bleibt dann ggf. auf Seitentriebe beschränkt. An den Blattachsen des Haupttriebs treten unter diesen Umständen blaurot gefärbte „Luftknollen“ und verdickte Seitentriebe auf. Bereits vorhandenen Knollen wird durch die Triebe das Wasser entzogen und es entstehen „Gummiknollen“. Infektionen mit Rhizoctonia können allerdings auch zu „Luftknollen“ und „Gummiknollen“ führen.

Verbreitung

Keine Bedeutung in Deutschland, lokales Vorkommen in SO- und Ost-Europa, regelrechte Epidemien traten z.B. in Bosnien, Herzegowina 1955 und 1964 auf (vgl. Text).

Übertragungswege

Die Übertragung erfolgt durch Zikaden, in der Knolle überlebt der Erreger selten. Zahlreiche Wirtspflanzen sind bekannt.

2.4 Tierische Schädlinge

2.4.1 Kartoffelkäfer (*Leptionotarsa decemlineata*)

2.4.1.1 Schädling

Der wichtigste tierische Schädling im Kartoffelanbau ist nach wie vor der Kartoffelkäfer. Mit dem Anbaurückgang in Sachsen und Thüringen nahm zwar sein Auftreten ab, so dass in manchen Jahren auf Behandlungen verzichtet werden kann. In für den Kartoffelkäfer günstigen Jahren (z. B. 2003) kann es aber zu einem verstärkten Auftreten kommen.



Abb. 25 Larve eines Kartoffelkäfers



Abb. 26 Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*)

2.4.1.2 Schadsymptome und wirtschaftliche Bedeutung

Der Kartoffelkäfer kann die Pflanzen während der gesamten Vegetation schädigen. Sowohl der Käfer als auch die Larven ernähren sich von Kartoffelblättern. Bei geringem Befall sind Loch- und Randfraß zu beobachten. Diese Symptome verursachen noch keinen wirtschaftlichen Schaden. Erst ab 20 % Blattverlust kommt es zu Ertragseinbußen. Bei verstärkter Vermehrung verursachen die Larven Skelettier- und Kahlfraß, der Ertrag und Qualität der Kartoffeln erheblich beeinträchtigt. Je nach dem Zeitpunkt des Kahlfraßes sind Verluste von 35 % bis 60 % möglich. Blattverluste während der Blüte wirken sich besonders ertragsmindernd aus.

2.4.1.3 Biologie

Der Kartoffelkäfer überwintert im Boden und kommt bei einer Temperatur von ca. 10°C in 10-20 cm Bodentiefe an die Oberfläche. Dieser Termin entspricht ungefähr der Vollblüte des Löwenzahns und dem Auflaufen der Kartoffelbestände. Der Käfer legt die orangegelb gefärbten Eier blattunterseits ab, aus denen etwa 10 bis 14 Tage später die Larven schlüpfen. Innerhalb von 4 bis 5 Wochen durchlaufen sie vier Larvenstadien und verpuppen sich anschließend im Boden. Nach der etwa 14-tägigen Puppenruhe schlüpfen die Jungkäfer. Der größte Teil der Käfer sucht danach bereits den Boden zur Überwinterung auf. Die übrigen Tiere beginnen sich noch im Sommer zu vermehren. Ihre Nachkommen können sich aber nur bei anhaltend warmem Wetter voll entwickeln, sonst sterben die Larven im Herbst ab.

2.4.1.4 Überwachung und Bekämpfung

Es ist bisher nicht gelungen, Kartoffelsorten mit Fraßresistenz gegen den Käfer zu züchten.

Regelmäßige Bestandeskontrollen sind Voraussetzung für ein frühzeitiges Erkennen des Befalls und den erfolgreichen Einsatz von Insektiziden.

Die Bekämpfungsschwelle für Kartoffelkäfer ist erreicht, wenn mehr als 10 bis 15 Eier oder Larven je Pflanze vorhanden sind bzw. die Blattverluste durch Fraß 20 % betragen. Oft reicht schon eine Randbehandlung. Die zur Bekämpfung eingesetzten Insektizide wirken als Kontakt- und Fraßgifte. Über die Kontaktkomponente werden die Larven abgetötet, während das Fraßgift die Käfer erfasst.

Der Bekämpfungserfolg hängt ab vom:

- Entwicklungsstadium der Käferpopulation, am empfindlichsten sind die Junglarven L₁, (L₂),
- den Temperaturen bei der Insektizidanwendung (bei über 25°C werden die Wirkstoffe nur unzureichend aufgenommen, der Einsatz ist in die frühen Morgen- oder späten Abendstunden zu verlegen) und
- der Resistenzsituation. Es ist daher auf einen Wirkstoffwechsel zu achten !

2.4.2 Erdruppen

2.4.2.1 Schädling

Als Erdruppen werden die Larvenstadien einiger Eulenfalterarten bezeichnet, weil sie überwiegend im Boden leben. Dazu gehören die Gemeine Graseule, die Y-Eule, die Weizen- und die Getreideeule. Die bei weitem wichtigste Art ist nicht nur im Kartoffelbau die Wintersaateule.

Ihre Eier sind fast kugelig, weiß und 0,6 mm groß. Die Körperfärbung der Erdruppen ist hell- bis dunkelgraubraun. Ausgewachsen erreichen sie eine Körperlänge von 4 – 5 cm. Die Falter haben eine Flügelspannweite von 3,5– 4 cm. Die Vorderflügel sind hell bis dunkel graubraun mit schwärzlich gesäumten Flügelmakeln, während die Hinterflügel eine weißliche Färbung aufweisen. Die Männchen haben gekämmte Fühler.

2.4.2.2 Schadenssymptome und wirtschaftliche Bedeutung

Die aus den Eiern schlüpfenden Jungruppen fressen zunächst unauffällig an dem Boden aufliegenden Blättern. Gegen Ende des 2. Larvenstadiums wandern sie auch zur Basis der Stängel und vollführen hier einen Lochfraß, der auffällig wird. Der Hauptschaden, vor allem durch die älteren Raupen, wird durch Lochfraß an den Knollen verursacht. Bereits bei einem Befall von 1 Raupe / Pflanze sind Einbußen über 10 % möglich. Bei solchen Kalamitäten, zuletzt 1976 aufgetreten, sind Totalverluste möglich. Auf diluvialen Standorten ist bei trockener Witterung von April – Juli stets mit einer gewissen Schadwirkung zu rechnen.

2.4.2.3 Biologie

Nach der Überwinterung als ausgewachsene Raupe im Boden erfolgt im Verlauf des Monats Mai bis in den Juni hinein die Verpuppung. Der Falterflug beginnt ca. Anfang 3. Maidekade und damit 10 – 14 Tage früher als noch vor 20 – 30 Jahren. Er ist über mehrere Wochen verzettelt. Der Flughöhepunkt wird in der 2. Junihälfte bis Anfang Juli erreicht. Die Eiablage beginnt 2 – 7 Tage nach dem Schlupf der Weibchen, die durchschnittlich 800 Eier ablegen können. Die Eier werden fast ausschließlich auf den Boden abgelegt. Ab dem 3. Stadium leben die Raupen tagsüber unterirdisch und beginnen mit dem Knollenfraß, der bis zum 6. Stadium über mehrere Wochen anhält. Sie verursachen während der Monate August und September den Hauptschaden. Vor allem die Raupen des letzten Stadiums sind sehr gefräßig. Es gibt Schnellentwickler, deren Raupenzeit etwa 50 Tage beträgt und Langsamentwickler, die die doppelte Entwicklungszeit benötigen. Dieses Verhalten wird durch die Tageslänge gesteuert. Die Schnellentwickler können eine partielle 2. Generation hervorbringen. Ihre Schadwirkung ist allerdings gering, weil die meisten Raupen sich bis zum Eintritt des Winters nicht weit genug entwickeln können und absterben. Anhaltende Trockenheit und Wärme während des Falterfluges und des Raupenschlupfes begünstigen ein stärkeres Auftreten der Erdruppen. Leichte Böden werden bevorzugt befallen.

Die Überwinterung des Schädlings erfolgt als Altraupen in Bodentiefen von 20 – 40 cm. Im Frühjahr verpuppen sich die Raupen der Wintersaateule in einem Erdkokon in nur 5 – 10 cm Tiefe ohne jede Nahrungsaufnahme.

2.4.2.4 Überwachung und Bekämpfung

Die Überwachung des Falterfluges ist durch Licht- und Pheromonfallen möglich. Lichtfallen bedürfen der Genehmigung der zuständigen Naturschutzbehörde. Allerdings gestatten die Falterfänge in der Regel keine Aussagen über den zu erwartenden Erdruppenbefall. Deshalb sind Bestandesuntersuchungen besonders auf leichten Standorten unbedingt ergänzend notwendig. Nur wenn extrem hohe Falterzahlen festgestellt werden und gleichzeitig anhaltend trockene Witterung herrscht, ist mit einer Massenvermehrung verstärkt noch durch Zuflug aus südlichen Regionen zu rechnen. 30 Tage nach dem Beginn des Falterfluges sollte die Bestandeskontrolle auf die Jungruppen einsetzen. Ein weiterer phänologischer Anhaltspunkt für diese Kontrolle ist die Vollblüte der Winterlinde. Es sollten Kartoffelblätter mit Bodenberührung (auch bereits abgestorbene!) sowie die Stängelbasen und die sie umgebende oberste Bodenschicht auf Raupen untersucht werden. Die L₁ und L₂ sind auf Grund ihrer geringen Größe (1 – 2 mm) nicht leicht zu finden. Der Bekämpfungsrichtwert liegt in Kartoffeln bei 5 Raupen / 25 Pflanzen (Linienbonitur).

Die Verteilung der Raupen auf einem Feld ist normalerweise zufallsbedingt. Lückige und sandige Stellen im Schlag weisen aber meist eine höhere Raupendichte auf.

Durch Beregnung der Kartoffelschläge bei trockener Witterung während der Jungruppenzeit im Juni/Juli kann eine erhebliche Dezimierung erreicht werden.

Da die Altraupen wegen ihrer überwiegend unterirdischen Lebensweise nicht sicher bekämpfbar sind, muss sich der Einsatz von Insektiziden gegen die ersten Raupenstadien richten.

2.4.3 Drahtwürmer und Wanzen

Drahtwürmer sind die Larven von Schnellkäfern (Elateridae). Von einiger Bedeutung können Drahtwurmschäden in Kartoffeln nach dem Umbruch einer Stilllegungsfläche sein. Da eine direkte Bekämpfung wegen fehlender Zulassung geeigneter Insektizide derzeit nicht möglich ist, sollte der Kartoffelanbau auf solchen Flächen möglichst vermieden werden.



Abb. 27 Drahtwurm (Larve eines Schnellkäfers)

Manche Wanzenarten (Heteroptera) verursachen an Kartoffeln Blattmissbildungen, so dass die Bereinigung virusverdächtiger Pflanzen erschwert wird. Es ist zwar kein Präparat gegen Wanzen zugelassen, aber sie werden in der Regel durch die gegen die Blattläuse eingesetzten Mittel mit erfasst.

2.4.4 Blattläuse als Virusvektoren

Mehr als 30 verschiedene Blattlausarten sind in der Lage, Kartoffelviren zu übertragen. Zu den wichtigsten gehören die folgenden Arten in der Reihenfolge ihrer Vektorfähigkeiten:

Blattlausart	Winterwirt	übertragene Viren*
Grüne Pfirsichblattlaus (<i>Myzus persicae</i>)	Pfirsich, Spätblühende Traubenkirsche	PLRV, PVY, PVA, PVM, PVS, PAV
Kreuzdornblattlaus (<i>Aphis nasturtii</i>)	Kreuzdorn	PVY, PLRV, PVM, PAV
Gefleckte Kartoffelblattlaus (<i>Aulacorthum solani</i>)	z. T. Holozyklus ohne Wirtswechsel z. T. Anholozyklus (Gewächshausüberwinterung)	PLRV, PVY, PVA, PVM, PAV
Gestreifte Kartoffelblattlaus (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	Gewächshausüberwinterung	PLRV, PVY, PVA, PVM, PAV
Faulbaumblattlaus (<i>Aphis frangulae</i>)	Faulbaum	PVY, PVA, PVM

* PLRV=Kartoffelblatrollvirus, PVM=Kartoffel-M-Virus, PVY=Kartoffel-Y-Virus, PVS=Kartoffel-S-Virus, PVA=Kartoffel-A-Virus, PAV=Kartoffel-Aucuba-Virus

Tab. 3 Die für den Kartoffelbau wichtigsten virusübertragenden Blattläuse

Darüber hinaus spielen auch andere Blattläuse, die zu einer Vermehrung auf der Kartoffelpflanze in der Regel nicht in der Lage sind, eine bedeutende Rolle als Überträger des Kartoffel-Y-Virus. Sie übertreffen dann als Vektoren schon wegen ihres massenhaften Auftretens den sonst effektivsten Überträger Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*). Als in Mitteldeutschland wichtigste haben sich die folgenden Arten erwiesen:

- Kleine Pflaumenblattlaus (*Brachycaudus helichrysi*),
- Schwarze Rübenblattlaus (*Aphis fabae*),
- Haferblattlaus (*Rhopalosiphum padi*),
- Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*).



Abb. 28 Kreuzdornläuse (*Aphis nasturtii*) auf einem Kartoffelblatt

2.4.4.1 Schädigung und wirtschaftliche Bedeutung

Als Direktschädlinge sind Blattläuse in Kartoffeln nur sehr selten zu beachten, weil die Saugschäden an sich überhaupt nicht ins Gewicht fallen. Umso größer ist ihre Schädigung als Virusüberträger. Die virusbedingten Ertragsausfälle, an denen die Blattläuse durch ihre Vektorfunktion wesentlich beteiligt sind, können 80 % übersteigen. Viele Kartoffelsorten mussten deshalb in der Vergangenheit vom Markt genommen werden (→ 2.3 Viruskrankheiten).

2.4.4.2 Biologie

Die Mehrzahl der oben genannten Blattlausarten vollführt alljährlich einen

Wirtswechsel von Gehölzarten als Winterwirte zu krautigen Pflanzen als Sommerwirte. Die Überwinterung erfolgt als Winterei am Gehölz. Nach der Entwicklung einiger Generationen entstehen Geflügelte, die im Mai / Juni die Sommerwirte aufsuchen.

In milden Wintern ist bei manchen Arten, z. B. der Pfirsich- und der Kleinen Pflaumenblattlaus eine Lebendüberdauerung möglich. Diese sehr früh fliegenden Blattläuse stellen eine besondere Gefahr dar, weil sie auf die gerade auflaufenden Kartoffelpflanzen treffen und schon mit Viruspartikeln infiziert sein können.

Mit der Frühjahrsmigration (Mai bis Anfang Juni) erfolgt der Wirtswechsel von den Winter- zu den Sommerwirtspflanzen auch über größere Entfernungen (Distanzflug). Erforderlich dafür sind trockene Blattoberflächen, Temperaturen > 17 °C, helles Tageslicht und Windgeschwindigkeiten < 3 m/s. Die Blattläuse können dann mit vertikalen Luftströmungen bis in 1200 m Höhe und durch Windverfrachtung mehrere Hundert Kilometer weit fliegen. Bei bedecktem Himmel erstreckt sich ihr Aktionsradius häufig nur auf bis 100 m. Am Ende des Distanzfluges werden bodennahe Luftschichten und aktiv neue Wirtspflanzen aufgesucht (Befallsflug). Diese Suche ist völlig wahllos. Es kommt zu häufigem Pflanzenwechsel mit Probesaugstichen, bis die geeignete Wirtspflanze gefunden wird und eine Ansiedlung erfolgt. Durch dieses Verhalten erklärt sich die Eignung der Blattläuse als Virusvektoren. Nach dem Ende des Zufluges setzt auf den Kartoffelpflanzen eine mehrwöchige Vermehrungsphase mit nur sehr geringer Flugaktivität ein. Der Beginn des sommerlichen Befallsfluges (Dispersionsflug) wird durch das Erscheinen geflügelter Morphen in den Blattlauskolonien gekennzeichnet. Im Laufe des Monats Juli erfolgt eine mehr oder weniger starke Degression der Blattlausvermehrung, weil die Sommerhitze (Temperaturen > 30 °C), eine nachlassende ernährungsphysiologische Eignung der Wirtspflanzen und mitunter auch natürliche Gegenspieler vermehrungshemmend wirken. Eine einfache lineare Korrelation zwischen dem Blattlausflug und der Virusverseuchung der Kartoffelbestände besteht nicht, weil das Befallsgeschehen durch viele Faktoren beeinflusst und modifiziert werden kann.

2.4.4.3 Überwachung und Bekämpfung

Eine grobe Prognose des zu erwartenden Anfangsauftretens der Blattläuse ermöglicht die Untersuchung der Winterwirte auf die Stärke der Eiablagen der wirtswechselnden Virusvektoren.

Die Überwachung des Flugverlaufes der Blattläuse ist von großer Bedeutung für den Beginn und die Fortführung von Bekämpfungsmaßnahmen. Dazu bedient sich der Blattlauswarndienst der Gelbschalen- und der 50-Blattmethode. Auf einer Bracheparzelle von 15 x 15 m Größe im Pflanzkartoffelbestand werden 2 Gelbschalen diagonal im Abstand von 5 m auf den Boden gestellt. Als Fangflüssigkeit dient Wasser mit Entspannungsmittel. Damit sich keine Bienen und Schwebfliegen fangen, werden die Schalen mit Gaze von 5 mm Maschenweite abgedeckt. Die

Leerung und Auswertung der Fänge erfolgt zweimal wöchentlich.

Mittels der 50-Blattmethode lässt sich die Besiedlung der Kartoffelbestände durch die Blattläuse verfolgen. Dazu werden nach der Linienbonitur 50 ganze Kartoffelblätter entnommen und die Blattläuse ausgezählt. Treten in den Blattlauskolonien Nymphen auf, steht der sommerliche Befallsflug bevor.

Da eine direkte Virusbekämpfung nach wie vor nicht möglich ist, kann gesundes Kartoffelpflanzgut als Voraussetzung für die anhaltende Anbauwürdigkeit einer Sorte und für stabile Erträge nur durch ein ganzes Maßnahmenbündel erzeugt werden.

Dazu gehören:

- Anbau nur anerkannten, gesunden Pflanzgutes nicht nur im Hinblick auf Virusfreiheit, sondern auch zur Vermeidung von Fehlstellen,
- Bevorzugung wenig virusanfälliger Sorten,
- möglichst frühe Pflanzung vorgekeimter Knollen,
- wiederholte sorgfältige Selektion aller virusverdächtigen Pflanzen in den Vermehrungsbeständen,
- Beseitigung von Kartoffeldurchwuchs auf benachbarten vorjährigen Schlägen,
- möglichst große räumliche Trennung von Vermehrungs- und Konsumflächen sowie Vermeidung des Anbaus in Siedlungsnähe,
- intensive Blattlausbekämpfung nach Warndiensthinweisen,
- rechtzeitige Krautabtötung, um das Vordringen der Viren in die Knollen zu verhindern und
- unbedingte Unterbindung eines eventuellen Wiederaustriebs.

Für die Erzeugung von Pflanzkartoffeln existieren neben einer unzureichenden Selektion zwei besondere Schwachstellen, deren Nichtbeachtung zur virusbedingten Aberkennung von Pflanzgut führen kann:

Frühinfektion

Während der Auflaufphase sind die gerade die Bodenoberfläche durchstoßenden Kartoffelpflänzchen für Blattläuse sehr attraktiv. Es ist deshalb erforderlich, in die auflaufenden Kartoffeln zu spritzen und die Behandlung schon nach 3 – 5 Tagen zu wiederholen. Eine insektizide Pflanzgutbehandlung beim Legen der Knollen kann die Übertragungsraten ebenfalls reduzieren. Die Spritzapplikationen lassen sich dadurch aber nicht ersetzen.

Spätinfektion

Besonders gefährlich ist der Wiederaustrieb von bereits krautabgetöteten Beständen. Der Neuaustrieb wird von Blattläusen sofort besiedelt und infiziert. Auch Öko-Betriebe können gesunde Pflanzkartoffeln produzieren. Voraussetzung ist allerdings der Anbau widerstandsfähiger Sorten sowie die strikte Beachtung aller oben genannten pflanzenbaulichen Maßnahmen.

2.4.5 Nematoden

Der starke Rückgang der Kartoffelanbauflächen in Sachsen und Thüringen seit Beginn der 90-iger Jahre hat die Gefahr von Nematodenschäden in größerem Ausmaß vermindert. Es ist jedoch naheliegend, dass wegen der bevorzugten Auswahl von Böden, die für den Anbau von Kartoffeln besonders geeignet sind, trotzdem in einigen Gebieten hohe Anbaudichten vorkommen. Auch bei geringer Ausgangsverseuchung kann durch einmaligen Anbau einer anfälligen Sorte auf Grund der dann wirksamen hohen Vermehrungsrate die Populationsdichte rasch ansteigen. Als Folge des zunehmenden europäischen Binnenhandels ist außerdem mit der Einschleppung von Schadnematoden, insbesondere der Ausbreitung bisher hier noch nicht nachgewiesener Pathotypen, aus den entsprechenden Befallsländern zu rechnen.

Einige Nematodengattungen verlieren im Verlauf ihrer Entwicklung die typische drehrund – langgestreckte Gestalt. Sie sind dann nicht mehr zum Ortswechsel befähigt. Dazu gehören die zystenbildenden Gattungen (*Heterodera*, *Globodera*), aber auch Gallen erzeugende Nematoden (*Meloidogyne*).

2.4.5.1 Zystenbildende Nematoden der Gattung *Globodera*

Sie sind die bekanntesten Schadnematoden an Kartoffeln. Als Wirtspflanze kommen neben der Kartoffel vor allem Nachtschattengewächse in Frage, aber auch einige Vertreter anderer Pflanzenfamilien sichern den Älchen das Überleben. Angelockt durch Wurzelauausscheidungen dringen die Larven (L_2) in die Wurzelrinde ein. Unter Einwirkung des Nematoden bildet die Wirtspflanze Riesenzellen (Syncydien), die für eine vollständige Entwicklung der Weibchen erforderlich sind. Mit jeder Häutung geht deren wurmförmige Gestalt zunehmend verloren, bis schließlich nach ca. 70 Tagen vom ausgereiften Weibchen das Rindengewebe durchbrochen wird; nur der Kopfteil verbleibt noch im pflanzlichen Gewebe. Zu diesem Zeitpunkt erfolgt die Befruchtung durch die inzwischen aus der Wurzel ausgewanderten, nach wie vor älchenförmigen Männchen. An frisch entnommenen Kartoffelwurzeln sind die kugelförmig angeschwollenen, etwa 1 mm im Durchmesser großen Weibchen recht gut zu erkennen. Später fallen sie ab und bilden als Zysten ein reichliches Jahrzehnt das Infektionsreservoir auf dem Standort. Obwohl unter dem Einfluss der Mikroflora und Fauna jährlich etwa ein Drittel verloren gehen, kann nach Anbau einer Wirtspflanze erneut ein sehr rascher Populationsanstieg erfolgen. Im Normalfall enthält eine Zyste 2 – 300 Eier, eigentlich Eilarven (L_1), denn in der Eihülle ist die wurmförmige Gestalt der vollständig ausgebildeten Tiere gut zu erkennen.

In Deutschland sind zwei Arten des Kartoffelnematoden nachgewiesen. Es handelt sich dabei um den Gelben Kartoffelnematoden (*Globodera rostochiensis*) und um den selteneren, aber aus Resistenzgründen gefährlicheren Weißen Kartoffelnematoden (*Globodera pallida*). Beide Arten werden entsprechend ihrer Fähigkeit, auf genetisch unterschiedliche Kartoffelsorten mit differenziertem Befall zu reagie-

ren, in Rassen (oder Pathotypen) eingeteilt. Für *G. rostochiensis* sind zur Zeit die Pathotypen Ro 1 bis Ro 5 bekannt, der Weiße Kartoffelnematode kann den Rassen Pa 1, Pa 2 und Pa 3 zugeordnet werden.

2.4.5.2 Wurzelgallen nematoden der Gattung *Meloidogyne*

Mehr oder weniger rundliche Anschwellungen an den Wurzeln, Wuchsdepressionen der gesamten Pflanze und narbige Knollen mit dicht unter der Oberfläche eingebetteten birnenförmigen Weibchen sind der Hinweis auf Befall durch Wurzelgallenälchen. Unter unseren Klimabedingungen ist die häufigste im Freiland vorkommende Art das Nördliche Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne hapla*). Bei schwachem Befall können die relativ kleinen Gallen leicht der Aufmerksamkeit entgehen.

Die ursprünglich drehrunden Larven dringen meist in Nähe des meristematischen Gewebes dicht an der Wurzelspitze ein. Seitenwurzeln werden bevorzugt. Ähnlich wie bei den Kartoffelnematoden, entstehen unter dem Einfluss von Larvenssekreten Riesenzellen. Zusätzlich schwellen die Nachbarzellen an, so dass schließlich die typischen Gallen herausgebildet werden. Die Männchen behalten lebenslang ihre typische Älchenform, während die Weibchen nach der Befruchtung zunächst auf mehrfache Körperbreite und schließlich birnenförmig anschwellen. Mit dem Durchbruch durch die Wurzelhaut werden in einem gelatinösen Eisack mehr als 500 Larven abgesetzt. Bei einer (temperaturabhängigen) Entwicklungsdauer von 30-90 Tagen entwickeln sich unter unseren Verhältnissen in der Regel 2 Generationen. Die Larven überwintern in Pflanzenresten oder im Boden in diesem Eisack.

In den europäischen Nachbarstaaten häufen sich Hinweise auf das Vorkommen weiterer *Meloidogyne* – Arten (*M. incognita*, *M. chitwoodi*). Die Gefahr, sich mit ausländischen Pflanzkartoffeln aus europäischen Nachbarstaaten diese Nematoden (Quarantäneschädlinge !) einzuhandeln, ist nicht außer Acht zu lassen. In Sachsen und Thüringen ist ein entsprechender Nachweis aber bisher noch nicht erfolgt.

2.4.5.3 frei lebende Nematoden

Freilebende Nematoden behalten in beiden Geschlechtern zeitlebens ihre ursprüngliche Gestalt. Gleich, ob sie als Ekto- oder Endoparasiten leben, können sie das befallene Gewebe jederzeit aktiv verlassen. Ein typischer Vertreter dieser Kategorie ist *Pratylenchus penetrans*. Neben einer Vielzahl anderer Pflanzenarten können, vor allem auf leichten Böden, auch Kartoffelwurzeln besiedelt werden. Die direkten Schäden sind dabei von geringer Bedeutung, aber neben den Läsionen unter dem Einfluss des Nematoden werden anderen Schaderregern Eintrittspforten geschaffen.

Stängelälchen der Gattung *Ditylenchus*

Von größerer Bedeutung sind die gleichfalls zu den freilebenden Nematoden zu rechnenden Vertreter der Gattung *Ditylenchus*.

Neben dem Getreide und weiteren über 400 Wirtspflanzen kann die Kartoffel auf besseren Böden bei hoher Bodenfeuchte durch das 0,8 – 1,2 mm große Stock- und Stängelälchen (*Ditylenchus dipsaci*) befallen werden. Die oberirdischen Organe zeigen in kalten und nassen Jahren Wuchsanomalien, welche einem latenten Wuchsstoffschaden ähneln. Auf der Schale der Kartoffelknollen entstehen schorfige, flache Flecken, unter denen das Gewebe kegelförmig zerstört wurde. Durch das morphologisch ähnliche Kartoffelkrätzeälchen (*Ditylenchus destructor*) werden vor allem Schäden an den Knollen verursacht. Die Älchen dringen in der Nähe der Augen durch die Lentizellen in die Knolle ein und verursachen zunächst dicht unter der Oberfläche kleine, mehlig-fleckenartige Flecken, auf denen die Epidermis zunächst dünner und dann schließlich rissig wird. Das Gewebe darunter wird später bräunlich und bekommt eine krümelige Struktur. Dieses Schadbild ist erst nach dem Anschneiden zu erkennen. Auf das Vorkommen beider *Ditylenchus* - Arten ist bei Kartoffelexporten zu achten.

2.4.5.4 Bodenuntersuchung auf Nematoden

In Deutschland ist vor der Erzeugung von Pflanzkartoffeln die dafür vorgesehene Fläche auf das Vorhandensein von Zysten des Kartoffelnematoden zu untersuchen. Zur Ermittlung des Zystenbesatzes werden in einem engen Raster von der vorgesehenen Anbaufläche Mischproben entnommen. Dieser Boden wird dann in lufttrockenem, siebfähigem Zustand im Labor auf das Vorhandensein von Zysten untersucht.

Diese seit vielen Jahren durchgeführte Untersuchung ermöglichte die Sanierung der Befallsflächen und in Verbindung mit den inzwischen zahlreich vorhandenen resistenten Sorten die Auswahl der für eine gezielte Bekämpfungsstrategie erforderlichen Konsumkartoffel.

Bei Verzicht auf diese restriktiven Maßnahmen könnte durch Anbau anfälliger Sorten schon nach kurzer Zeit ein hohes Befallsniveau entstehen.

2.5 Unkraut- und Durchwuchsbekämpfung

Die frühzeitige und effektive Bekämpfung von Unkräutern und Ungräsern ist eine wichtige Maßnahme für den Landwirt, um Ertrags- und Qualitätsverluste in seiner Kultur zu vermeiden. Eine wesentliche Voraussetzung für eine optimale Unkrautbekämpfung ist die termin- und qualitätsgerechte Durchführung der acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen. Grundsätzlich sollte die Unkrautkontrolle im Rahmen der Fruchtfolge erfolgen, denn Wurzelunkräuter, wie Ackerkratzdistel oder Ackerwinde, sind in Kartoffeln nicht ausreichend bekämpfbar.

2.5.1 Verunkrautung

Eine umweltgerechte und ökonomisch vertretbare Herbizidanwendung setzt vor allem Kenntnisse zum Auftreten der Schadpflanzen voraus. Bei der Einschätzung der Verunkrautung ist wie folgt vorzugehen:

Vorauflaufbehandlung

- Prognostische Einschätzung der Verunkrautung auf der Grundlage langjähriger schlagspezifischer Aufzeichnungen,

Nachauflaufbehandlung

- Schadpflanzenaufnahme im Rahmen der Bestandesüberwachung.

Die wichtigsten einjährigen und ausdauernden Schadpflanzen in Sachsen und Thüringen sind in der Tabelle 4 aufgeführt. Die im unteren Teil der Tabelle 4 angegebenen Arten treten wieder zunehmend auf. Auf den D-Standorten werden als Leitschadpflanzen oft Weißer Gänsefuß und Schadhirs beobachtet. Kletten-Labkraut dagegen kommt bevorzugt auf den Lö- und V-Standorten oft schon als Leitunkraut vor. Vielfach entstehen auch Mischverunkrautungen aus Arten der einzelnen Schadpflanzengruppen. Verbindliche Bekämpfungsrichtwerte liegen noch nicht vor.

Einjährige Schadpflanzen		Ausdauernde Schadpflanzen	
Unkräuter	Ungräser	Unkräuter	Ungräser
Weißer Gänsefuß	Hirse-Arten	Acker-Kratzdistel	Gemeine Quecke
Knöterich-Arten		Ackerwinde	
Kletten-Labkraut			
Feld-Stiefmütterchen			
Acker-Hellerkraut			
Kamille-Arten			
Vogelmiere			
Amarant-Arten	Flug-Hafer		
Schwarzer Nachtschatten			
Franzosenkraut-Arten			

Tab. 4 Einjährige und ausdauernde Schadpflanzen in Kartoffeln

2.5.2 Behandlungsstrategien

Im konventionellen Kartoffelanbau wird überwiegend die kombinierte Unkrautbekämpfung praktiziert.

Dabei müssen die mechanischen und chemischen Maßnahmen sinnvoll aufeinander abgestimmt werden (→ 1.6.1 mechanische Bekämpfung). Bei der Mittelauswahl sind die Standortbedingungen wie Bodenart, Niederschlagsmenge, sowie die Unkrautflora und die Verwendungsrichtung zu beachten. Eine Anwendung der Pflanzenschutzmittel erfordert eine genaue Einhaltung der Behandlungstermine (Abbildung 29). Die Wirkungsbreite ausgewählter Herbizide ist aus der Tabelle 6 zu entnehmen. Die Wirkungslücken einzelner Mittel können durch Tankmischungen weitestgehend geschlossen werden.



Abb. 29 Unkräuter im Kartoffelbestand durch falsche Bekämpfungsstrategie

2.5.3 Vorauflaufbehandlung (VA)

Die schwache Konkurrenzkraft der Kartoffel sowie die hohe Blattempfindlichkeit gegenüber Herbiziden bedingen den Einsatzschwerpunkt der Bodenherbizide. Die einmalige Anwendung eines Bodenherbizides bzw. von Tankmischungen im Vorauflaufverfahren bietet ein großes Maß an Bekämpfungssicherheit. Präparate, die bis zum Durchstoßen der Kartoffeln anzuwenden sind, können flexibel eingesetzt werden. Die optimale Nutzung der bodenwirksamen Komponenten der Wirkstoffe setzt feinkrümelige, gut abgesetzte und feuchte Dämme voraus.

Bei überwiegend blattwirksamen Herbiziden muss die mechanische Pflege etwa 8 - 10 Tage vor dem geplanten Behandlungstermin abgeschlossen sein. Damit wird abgesichert, dass bei entsprechenden Bedingungen Schadpflanzen kurz vor dem Auflauf bzw. kurz vor dem Durchstoßen der Kartoffel bekämpfungswürdig aufgelaufen sind.

Auf Hirse-Standorten ist zu bedenken, dass der Auflauf dieser Ungräser meist erst in der ersten Maihälfte beginnt.

Zu beachten ist, dass besonders in Maisfruchtfolgen zunehmend triazin-resistente Biotypen von Weißem Gänsefuß, Schwarzem Nachtschatten und Amarant-Arten auftreten können. Dies bedeutet, dass triazinhaltige Präparate gegen diese Biotypen keine Wirkung mehr zeigen und durch Herbizide mit anderer Wirkungsweise ersetzt werden müssen.

2.5.4 Nachauflaufbehandlung (NA)

Leider stehen für diese Behandlung nur wenige Herbizide zur Verfügung. Hinzu kommt, dass sie nur bis zu einer bestimmten Wuchshöhe der Kartoffel angewendet werden dürfen (vgl. Tabelle 5).

Der einzige in Kartoffeln zugelassene Sulfonylharnstoff (Wirkstoff: Rimsulfuron) nimmt im Nachauflauf eine Sonderstellung ein, da neben den Ungräsern auch eine erhebliche Wirkung gegen breitblättrige Unkräuter, besonders Kletten-Labkraut, Kamille, Bingelkraut sowie Franzosenkraut erzielt wird. Andererseits benötigt das Mittel zur ausreichenden Wirkung gegen Knöterich-Arten und Weißen Gänsefuß einen Partner in einer Spritzfolge z. B. Metribuzin.

Bei den meisten Graminiziden richtet sich der Behandlungstermin nicht nach der Wuchshöhe der Kartoffel, sondern nach dem Entwicklungsstadium bzw. der Wuchshöhe der Ungräser. Die Wirkung der eingesetzten Herbizide ist stark witterungsabhängig und lässt im Laufe der Vegetation nach, sodass in ungünstigen Jahren eine starke Spätverunkrautung auftreten kann. Die Krautminderung in den Kartoffelbeständen (→ 1.8.1 Krautminderung) sichert gleichzeitig die Abtötung vorhandener Unkräuter und verhindert deren Samenreife.

	ES	01	05	09	11	13	19
	Vorauflauf			Auflauf	Nachauflauf		
	→						
Tage	← 20 - 30 →		← 5 - 10 →			← 20 - 30 →	
Metribuzin	← →						
Prosulfocarb	← →						
Aclonifen	← →						
Metribuzin + Flufenacet	← →						
Clomazone	← →						
Flurochloridon	← →						
Betazon					← →		
Rimsulfuron + FHS*					← →		

* FHS Formulierungshilfsstoff

Tab. 5 Zeitspannen der Anwendung ausgewählter Kartoffelherbizide

2.5.5 Bekämpfung von Kartoffeldurchwuchs

Kartoffeldurchwuchs in der Folgekultur führt zu einer Konkurrenz um Wasser, Licht und Nährstoffe. Daneben ergeben sich indirekte Effekte im phytosanitären Bereich. Aufwachsende Kartoffelpflanzen legen Tochterknollen an, vermehren sich also unbemerkt und unterbrechen die Fruchtfolge. Die angestrebte Wirkung der Anbaupausen hinsichtlich Nematoden, Wurzeltöterkrankheit, Schorf und besonders Bakterieller Ringfäule bzw. Schleimkrankheit (→ 2 Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter) bleibt somit aus und die Gefahr der Vermehrung der Krankheits-erreger wächst.

Eine chemische Bekämpfung des Kartoffeldurchwuchses in den Folgefrüchten ist schwierig. In Getreide und Mais stehen Herbizide mit den Wirkstoffen Fluroxypyr und Mesotrione zur Verfügung. In der Einzelanwendung darf die Aufwandmenge von 1,0 l/ha nicht unterschritten werden. Durch Splittingapplikation von 2 x 0,75 l/ha wird die Nachwirkung auf die Tochterknollen verbessert. Die Einsatzzeit dieser Präparate ist aber stark eingegrenzt. Einerseits sollen die Kartoffelpflanzen eine gewisse Größe haben, um den Wirkstoff über das Blatt aufnehmen zu können. Andererseits schränkt die Verträglichkeit der Hauptfrucht die Anwendung ein. Durchwuchskartoffeln haben eine enorme Regenerationsfähigkeit, sodass mit einem Herbizideinsatz zum falschen Termin sogar Schaden angerichtet werden kann (Kartoffelpflanzen nur geschädigt → Wiederaustrieb → Anlage von Tochterknollen = Vermehrung). In Zuckerrüben und Leguminosen besteht derzeit keine Möglichkeit, den Kartoffeldurchwuchs chemisch zu bekämpfen. Nach schwierigeren Erntebedingungen im Kartoffelanbau sollten daher auf keinen Fall Rüben nachgebaut werden.

Alle Anstrengungen müssen also darauf gerichtet sein, das Auftreten von Kartoffeldurchwuchs zu verhindern:

- Rodeverluste sind gering zu halten,
- nach der Rodung nur nichtwendende, flache Bodenbearbeitung durchführen, damit die verbliebenen Knollen erfrieren können. Für Knollen, die nach tiefer Bodenbearbeitung in 15 bis 20 cm Tiefe liegen, ist die Dauer der Winterfröste in vielen Jahren nicht ausreichend,
- Ernterückstände stellen nicht nur im ersten Jahr nach dem Kartoffelanbau ein Problem dar. Gelingt es nicht, im ersten Jahr den Durchwuchs nachhaltig zu bekämpfen, können die Restpflanzen neue Knollen bilden, die dann im Folgejahr noch größerer Probleme verursachen.

Tab. Wirkungsbreite ausgewählter Herbizide (auf Wirkstoffbasis)

Wirkstoff	Klettenlabkraut	Vogel-Knöterich Floh-Knöterich	Winden- Knöterich	Gänsefuß-Arten	Amarant-Arten	Schwarzer Nachtschatten	Taubnessel-Arten	Vogelmiere	Kamillen-Arten	Feld- Stiefmütterchen
Vorauflauf Bodenherbizide										
Aclonifen	+(+)	+	+(+)	++	++	-	++	++	++	++
Flurochloriden	+	-	-	+	++	++	+	+	-	-
Metribuzin + Flufenacet	++	+	+	++	+	++	++	++	++	++
Clomazone	+(+)	+	+	+		+	+	++	-	-
Prosulfocarb	++	+	+	+		++	+	++	-	-
Vor- und Nachauflauf Bodenherbizide mit Blattwirkung										
Metribuzin	-	+	+	++	+	+	++	++	++	+(+)
Nachauflauf Spezialbehandlung										
Bentazon	++	-	-	-	+	+(+)	-	++	++	-
Rimsulfuron + FHS*	+(+)	-**	-	-	++	-	++	+(+)	++	+(+)
Tankmischungen										
Aclonifen + Metribuzin	++	+	+	++	+		++	++	++	++
Prosulfocarb + Metribuzin	++	+	+	++		+	++	++	++	+(+)
Spritzfolgen										
Metribuzin / Rimsulfuron + FHS*	++	+	+	++	+		++	++	++	+(+)
Prosulfocarb / Metribuzin	++	+	+	++	+	+	++	++	++	+(+)

* Formulierungshilfsstoff** sehr gute Wirkung gegen Floh-Knöterich

++ gut bekämpfbar

+ weniger gut bekämpfbar

- nicht ausreichend bekämpfbar

+(+) gut bekämpfbar im frühen Entwicklungsstadium bzw. unter optimalen Bedingungen

Wirkstoff	Winde	Ackerkratzdistel	Hühnerhirse	Einjährige Rispe	Gewöhnliche Quecke	Ausfallgetreide	Bemerkungen
Vorauflauf Bodenherbizide							
Aclonifen	-	-	+(+)	++	-	-	keine Pflanzkartoffeln keine Reifegruppen „sehr früh“ und „früh“ sortenspezifisch
Flurochloriden	-	-	+	++	-	-	
Metribuzin + Flufenacet	-	-	++	++	-	-	keine Pflanzkartoffeln
Clomazone	-	-	-	+	-	-	
Prosulfocarb	-	-	-	++	-	-	
Vor- und Nachauflauf Bodenherbizide mit Blattwirkung							
Metribuzin	-	-	+	++	-	-	Stauden bis 5 cm sortenspezifisch keine Anwendung auf Sandböden < 1% Humus- gehalt
Nachauflauf Spezialbehandlung							
Bentazon	-	-	-	-	-	-	Stauden 10 - 15 cm
Rimsulfuron + FHS*	-	-	++	++	+	+	Stauden 5 - 20 cm keine Pflanzkartoffeln keine Reifegruppen „sehr früh“ und „früh“
Tankmischungen							
Aclonifen + Metribuzin	-	-	+(+)	++	-	-	sortenspezifisch
Prosulfocarb + Metribuzin	-	-	-	++	-	-	sortenspezifisch
Spritzfolgen							
Metribuzin / Rimsulfuron + FHS*	-	-	++	++	+	-	sortenspezifisch
Prosulfocarb / Metribuzin	-	-	++	++	+	-	sortenspezifisch

* Formulierungshilfsstoff** sehr gute Wirkung gegen Floh-Knötterich

++ gut bekämpfbar

+ weniger gut bekämpfbar

- nicht ausreichend bekämpfbar

+(+) gut bekämpfbar im frühen Entwicklungsstadium bzw. unter optimalen Bedingungen

Tab. 6 Wirkungsbreite ausgewählter Herbizide (auf Wirkstoffbasis)

3 Rechtliche Fragen

3.1 Pflanzengesundheitliche Bestimmungen beim Handel mit Kartoffeln

Der internationale Handel mit Pflanzen und pflanzlichen Erzeugnissen wird unter anderem durch das Internationale Pflanzenschutzübereinkommen von 1951 (International Plant Protection Convention, IPPC) geregelt, dem fast alle Staaten beigetreten sind. Hier wurde z. B. festgelegt, dass Pflanzen im internationalen Handel von Pflanzengesundheitszeugnissen begleitet werden müssen, wenn die Einfuhrländer dies für notwendig erachten. In Pflanzengesundheitszeugnissen wird vom Ausfuhrland bescheinigt, dass die jeweiligen Anforderungen des Einfuhrlandes eingehalten werden. Diese Regelungen sollen einerseits eine Einschleppung gebietsfremder Schaderreger verhindern, andererseits aber auch den Handel mit Pflanzen bzw. pflanzlichen Produkten ermöglichen.

Für den Handel innerhalb der EU-Mitgliedstaaten ist kein Pflanzengesundheitszeugnis mehr erforderlich. Importe in die EU werden an den Einlassstellen der EU-Außengrenze kontrolliert. Die Richtlinie 2000/29/EG schreibt vor, welche Schaderreger nicht in die EU verbracht werden dürfen. Weiterhin legen eine Reihe von EU-Staaten in Form von Schutzgebieten ganz besonderen Wert auf Freiheit von bestimmten Schaderregern.

Für den Handel mit Pflanzen und pflanzlichen Produkten in der EU sind für bestimmte Kulturen, an denen häufig gefährliche Schaderreger auftreten können, **Pflanzenpässe** vorgeschrieben. Die Kartoffel gehört zu den passpflichtigen Kulturen. Voraussetzung für die Ausstellung von Pflanzenpässen ist neben pflanzengesundheitlichen Untersuchungen die **Registrierung des Betriebes** durch den Pflanzenschutzdienst. Mit der Registrierung des Betriebes sind Auflagen zu Kontrollen auf Schaderreger verbunden und die Vergabe einer Registriernummer. Betriebe mit Pflanzkartoffelproduktion sind grundsätzlich registriert. In diesem speziellen Fall gilt das Anerkennungsetikett als Pflanzenpass. Es hat alle passrelevanten Aussagen, wie z. B. Sorte, Vermehrungsstufe, Betriebsnummer zu enthalten.

Neben den Pflanzkartoffelproduzenten müssen nach einer anderen EU-Richtlinie (RL 93/50/EWG) auch alle Erzeuger, Sammel- und Versandstellen für Kartoffeln registriert werden. Damit ist jeder Kartoffelproduzent, der gewerbsmäßig Kartoffeln anbaut, erfasst. Durch die Registrierung ist eine Kontrolle der Kartoffeln auf Krankheiten, die ein Risiko für den Handel darstellen, gewährleistet. Ohne diese amtliche Registrierung ist der gewerbsmäßige Handel mit Kartoffeln untersagt. Lediglich Kleinproduzenten, die nur für den Ab-Hof-Verkauf anbauen, werden in der Regel nicht registriert.

3.1.1 Handel mit Pflanzkartoffeln

Die Anerkennung von Pflanzkartoffeln fordert eine phytosanitäre Untersuchung, die bestätigt, dass das Pflanzgut frei ist von:

- *Ditylenchus destructor* (Kartoffelkrätzeälchen),
- *Ralstonia solanacearum* (Bakterielle Schleimkrankheit),
- Tomato spotted wilt virus (Bronzefleckenkrankheit),
- Potato stolbur mycoplasma (Stolburkrankheit),
- *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Bakterielle Ringfäule),
- *Globodera rostochiensis* (Goldener Kartoffelnematode),
- *Globodera pallida* (Weißer Kartoffelnematode) und
- *Synchytrium endobioticum* (Kartoffelkrebs).

Bei der Lieferung von Pflanzkartoffeln in Schutzgebiete – das sind Gebiete innerhalb der EU, die mit hohem Aufwand von bestimmten Krankheitserregern frei gehalten werden sollen – sind weitere Forderungen einzuhalten. So müssen z. B. alle Lieferungen von Kartoffeln in das Vereinigte Königreich oder nach Irland frei sein von Kartoffelkäfern. Weiterhin wird gefordert, dass die Kartoffeln auf Flächen aufgewachsen sind, die frei vom Rizomania-Virus (Viröse Wurzelbärtigkeit der Rübe) sind. Die Einhaltung dieser besonderen Forderungen muss vom amtlichen Pflanzenschutzdienst bestätigt werden.

Der zuständige Pflanzenschutzdienst ist auch auskunftsfähig zu der aktuellen Schutzgebietssituation.

Bei Export von Pflanzkartoffeln in Drittländer ist im Pflanzengesundheitszeugnis die Einhaltung der phytosanitären Bestimmungen des aufnehmenden Landes zu bestätigen.

3.1.2 Handel mit Speise- und Wirtschaftskartoffeln

Wie bereits erwähnt, müssen alle Erzeuger (Erzeugung für Handel, nicht für Eigenbedarf) und Händler von Kartoffeln registriert sein. Mit der Registrierung verbunden ist die Pflicht, dass alle gehandelten Kartoffeln frei sind von folgenden **Quarantäne-Krankheiten**:

- *Ralstonia solanacearum* (Bakterielle Schleimkrankheit),
- *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Bakterielle Ringfäule),
- *Globodera rostochiensis* (Goldener Kartoffelnematode),
- *Globodera pallida* (Weißer Kartoffelnematode) und
- *Synchytrium endobioticum* (Kartoffelkrebs).

Sollte der Verdacht auf das Auftreten einer dieser Krankheiten vorliegen, so besteht unbedingte Meldepflicht beim zuständigen Pflanzenschutzdienst.

Die Registriernummer des Herkunftsbetriebes muss auf der Verpackung oder im Fall von in loser Schüttung transportierten Kartoffeln auf dem Lieferschein angegeben sein. Darüber hinaus müssen die bereits erwähnten Schutzgebietsbestimmungen der EU eingehalten werden.

Für den Handel mit Staaten außerhalb der EU sind entsprechende Pflanzengesundheitszeugnisse erforderlich.

Vor dem Verbringen von Speise- und Wirtschaftskartoffeln in andere EU-Staaten sollten die Kartoffeln, auch wenn das nicht zwingend vorgeschrieben ist, noch einmal aktuell partieweise auf bestimmte Quarantäneschaderreger untersucht werden. Damit soll vorgebeugt werden, dass Kartoffellieferungen aus Deutschland in anderen EU-Mitgliedstaaten durch die Feststellung von Quarantänekrankheiten auffällig werden. Eine Reihe von EU-Staaten kontrollieren alle Kartoffeleinfuhren mittels Nachuntersuchung.

3.2 Anerkennungsverfahren bei Pflanzkartoffeln

Pflanzgut darf zu gewerblichen Zwecken nur in den Verkehr gebracht werden, wenn es anerkannt ist. Die Anerkennung von Pflanzgut ist in der **Pflanzkartoffelverordnung** (PflKartV) geregelt, die im einzelnen alle Durchführungsbestimmungen des Anerkennungsverfahrens beinhaltet. Das Anerkennungsverfahren bei Pflanzkartoffeln beginnt mit der Anmeldung des Vermehrungsvorhabens bei der nach Landesrecht zuständigen Behörde (**Anerkennungsstelle**). Der Antrag ist also bei der Anerkennungsstelle einzureichen, in deren Territorium (Bundesland) das Pflanzgut aufwächst. Termin für die Anmeldung ist der **15. Mai** eines jeden Jahres.

Anerkennungsstelle für Sachsen:

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Saatgut und Sortenwesen
Waldheimer Str. 219
01683 Nossen

Anerkennungsstelle für Thüringen:

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Saatgut
Camburger Str. 74
07743 Jena

Bei der Auswahl der Vermehrungsfläche ist darauf zu achten, dass der Schlag im Vorfeld auf zystenbildende Kartoffelnematoden (*Globodera pallida* und *G. rostochiensis*) untersucht wird. Zur Anmeldung des Anerkennungsverfahrens muss ein amtlicher Bescheid darüber vorliegen, dass die für die Vermehrung beabsichtigte Fläche frei von Kartoffelzystenematoden ist. Auf dem Antrag sind weiterhin die Masse und die Anerkennungsnummer des Ausgangsmaterials anzugeben. Dies wird länderübergreifend bei anderen Anerkennungsstellen auf ihre Richtigkeit hin überprüft. Desweiteren hat der Antragsteller im Antrag zu erklären, dass auf den vorgesehenen Vermehrungsflächen zwei Jahre vor Antragstellung keine Kartoffeln angebaut worden sind.

Bei der Erzeugung von Pflanzkartoffeln werden verschiedene Kategorien (auch „Generationen“) unterschieden, die unterschiedliche Anforderungen an die Qualität besitzen:

Vorstufenpflanzgut

Basispflanzgut	Klasse S	B/S
	Klasse SE	B/SE
	Klasse E	B/E

Zertifiziertes Pflanzgut	1. Generation	Z1
	2. Generation	Z2

Die Vermehrung erfolgt immer von der höheren zu einer niedrigeren Kategorie. So wird zum Beispiel aus **Basispflanzgut** Klasse **SE** **Basispflanzgut** der Klasse **E** oder **Zertifiziertes Pflanzgut** erzeugt. Das „Überspringen“ von Generationen ist dabei möglich.

Sind alle Angaben entsprechend der Vorschriften der PflKartV geprüft, wird der Antrag erfasst und das Anerkennungsverfahren wird aufgenommen.

Für den Vermehrungsbetrieb (Erzeuger) ist folgendes zu beachten:

- Werden mehrere Sorten auf einem Schlag vermehrt, müssen zwischen diesen deutlich sichtbare Trennungen (z. B. Trennreihen, doppeltes Anreissen der Randreihen + Stangenmarkierung) angelegt werden,
- es dürfen sich auf den Vorgewenden keine Kartoffeln anderer Sorten oder Kategorien befinden,
- jede Vermehrung ist durch ein Schild zu kennzeichnen und
- mindestens zweimalige Feldbesichtigung des Vermehrungsvorhabens (Bonitur auf Krankheiten und Schädlinge, entsprechend § 8 der PflKartV Anlage 1).

Bei der Feldbestandsprüfung sind folgende Anforderungen einzuhalten:

Prüfungen des Feldbestandes auf ...	Norm der jeweiligen Kategorie		
	Klasse SE	Klasse E	Zertifiziert 1. Generation
1. Fremdbesatz (Anz. Pflanzen anderer Sorten)	4	8	16
2. Fehlstellen (Anz. max. auf 100 Pflanzen)	15	20	20
3. Krankheiten - Schwarzbeinigkeit (%)	0,4	0,6	1,2
– <i>Rhizoctonia</i> mit Wipfelrollen bei gleichzeitiger Fußvermorschung (%)	6	8	16
– Viruskrankheiten (leichte und schwere, %)	0,4	0,4	0,6
davon höchstens schwer (%)	0,2	0,2	0,6

Tab. 7 Grenzwerte bei der Feldbestandsprüfung (auszugsweise)

Während der Wachstumsperiode wird in der Regel durch den Vermehrungsbetrieb eine Selektion kranker Pflanzen aus dem Vermehrungsbestand durchgeführt, um die geforderten Normen zu erreichen und die Qualität des Erntegutes im allgemeinen zu verbessern. Die Selektion wird notwendig, wenn die Feldbesichtigung eine Überschreitung der Normen ergibt.



Abb. 30 Selektion viruskranker Pflanzen in einem Pflanzkartoffelbestand

Nach Abschluss der Feldbesichtigung wird das Ergebnis durch die Anerkennungsstelle mitgeteilt. Entspricht der Feldbestand nicht den Anforderungen, wird der Schlag aberkannt und das Anerkennungsverfahren wird beendet.

Um einer Spätinfektion mit blattlausübertragbaren Viren entgegen zu wirken, gibt es sog. Krautabtötungstermine. Diese haben Auswirkungen auf den Zeitpunkt der Probenahme für die Prüfung auf Virus- und Bakterienkrankheiten. Die Probenahme kann erst erfolgen, wenn der Bestand vollständig abgestorben ist und somit eine Spätinfektion mit Viren ausgeschlossen werden kann. Aus den „mit Erfolg“ geprüften Vermehrungsbeständen werden, gestaffelt nach dem Termin der Krautabtötung, Proben für die Prüfung auf Viruskrankheiten, Bakterielle Ringfäule und Bakterielle Schleimkrankheit entnommen. Sollte dies einmal aus irgendwelchen Gründen nicht möglich sein, besteht auch die Möglichkeit der Probenahme aus dem Kartoffellager.

Grundsätzlich schreibt die Pflanzkartoffelverordnung für die Virusprüfung **eine Probe je drei Hektar** vor. Für die **Virusprüfung** werden **105 Knollen** und für die Prüfung auf **Bakterielle Ringfäule und Schleimkrankheit** **210 Knollen** benötigt.

Die Prüfung auf Viruskrankheiten erfolgt durch die sogenannte Augenstecklingsprüfung. Die Augenstecklinge gewinnt man, indem aus den Knollen am Kronenende ein Auge (Keimansatz) herausgeschnitten wird. Aus diesem wächst ein Steckling heran und wird nach ca. 4-5 Wochen visuell auf Viruskrankheiten bonitiert. Bei höheren Vermehrungsstufen, wie z.B. Basispflanzgut, wird die Virusbelastung mittels **ELISA-Test** ermittelt. Der Grenzwert für **Basispflanzgut** beträgt **2 %** Virusbelastung mit schweren Virose.

Alle Symptome, die an den Pflanzen auftreten, werden erfasst und je nach Ausprägungsgrad als leichte oder schwere Mosaikkrankheiten gewertet. Hierbei wird vom Gesetzgeber die Möglichkeit eingeräumt, anstelle von 1 % schwerem Mosaik den 4-fachen Anteil mit leichten Mosaikkrankheiten als Grenzwert anzusetzen. Die Gesamtheit der viruskranken Pflanzen darf **8 %** nicht übersteigen, denn dies stellt den Grenzwert für Zertifiziertes Pflanzgut dar.

Aufgrund der sehr hohen Resistenz einiger Sorten gegenüber Viruskrankheiten kann die Anerkennungsstelle von der Prüfung auf Viruskrankheiten absehen. Diese Ausnahmeregelung ist jedes Jahr für die einzelnen Sorten neu zu prüfen und festzulegen und gilt nur für die Kategorie Zertifiziertes Pflanzgut 1. Generation. Die Befreiung von der Virusprüfung unterliegt strengeren Regelungen bei der Feldbestandsprüfung und Krautabtötung und kann jederzeit aufgehoben werden.

Die Prüfung auf Bakterielle Ringfäule und Schleimkrankheit, welche als Quarantänekrankheiten gelten, wird ausschließlich im Labor (→ 2.2.1.4 Nachweis von Quarantänebakteriosen) durchgeführt. Pflanzgut, welches anerkannt werden soll, muß vollständig frei von diesen Quarantänekrankheiten sein. Das Ergebnis dieser Prüfungen wird in Form einer amtlichen Mitteilung dem Antragsteller und dem Vermehrer mitgeteilt.

Während der Auslagerung wird die „Beschaffungsprüfung auf weitere Knollenkrankheiten und äußere Mängel“ durchgeführt. Dazu wird eine Durchschnittsprobe von 25 kg aus dem aufbereiteten Pflanzgut gezogen und auf Fäule, Schorf und äußere Fehler (z. B. beschädigte Knollen) hin untersucht und 50 Knollen geschnitten.

Mängelarten	Forderung PflKartV (max. Gewichts-%)
Kartoffelkrebs, Bakterielle Ringfäule, Bakterielle Schleimkrankheit, Nematoden	0
Naß- und Trockenfäule	0,5
Kartoffelschorf > 1/3 der Oberfläche	5
Äußere Fehler, Missgestaltung, Beschädigung	2
Gesamt :	6
Erde und andere Fremdstoffe	2

Tab. 8 Kriterien bei der Beschaffungsprüfung

Der Grenzwert für Fäule (Nass- und Trockenfäule) liegt bei 0,5 %. Dieser ist bereits erreicht, wenn in der Probe nassfaule Knollen mit einem Gesamtgewicht von 125 g vorhanden sind. Die Prüfung ist für jede Pflanzgutpartie bis zu einem maximalen Gewicht von **500 dt** durchzuführen. Verbleibt das Pflanzgut im eigenen Betrieb, kann diese Prüfung entfallen.

Das Ergebnis der Beschaffungsprüfung wird auf einem Protokoll erfasst und der Anerkennungsstelle zugeleitet. Diese erstellt dann den Anerkennungsbescheid, der den Abschluss des Anerkennungsverfahrens darstellt.

Pflanzgut, welches in den Verkehr gebracht wird, unterliegt auch Vorschriften für die Kennzeichnung und Verschließung. Die Kennfarbe der Etiketten, die für **Basispflanzgut** verwendet werden, ist **weiß**. Bei **Zertifiziertem Pflanzgut** hat das Etikett die Farbe **blau**.

Abschließend sei nur noch erwähnt, dass eine Anerkennung auch später noch zurückgenommen werden kann. Gründe dafür können sich aus der Nachprüfung ergeben. Die Anerkennungsstelle prüft anerkanntes Pflanzgut daraufhin nach, ob es oder sein Aufwuchs sortenecht ist und erkennen lässt, dass die Anforderungen an den Gesundheitszustand erfüllt waren.

4 Vorsorge gegen Bakterielle Quarantänekrankheiten

4.1 Betriebliche Vorsorge

Die Bakterielle Ringfäule und die Bakterielle Schleimkrankheit stellen gegenwärtig die größte Gefahr für den Kartoffelanbau dar. Bei Nachweis dieser Krankheiten in Kartoffelbeständen oder -lagern sind die im Verfolg der „Verordnung zur Neuregelung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften zur Bekämpfung von Schadorganismen der Kartoffel“ (www.bba.de/ag/gesund/national) gesetzlich festgeschriebenen Maßnahmen durch die zuständige Behörde einzuleiten. Dies kann für Pflanzkartoffeln die Vernichtung ganzer Partien bzw. Bestände bedeuten (→ 2.2.1.6 Folgen eines Befalls).

Es ist jedem Betrieb dringend zu raten, die betriebliche Vorsorge sehr ernst zu nehmen und entsprechende Maßnahmen festzuschreiben. Ausgehend von der Biologie und den Infektionsmodalitäten der Krankheiten ist es oberste Priorität, Infektionsketten, wo auch immer im Betriebsgeschehen sie auftreten können, zu unterbrechen.

In der „Leitlinie zur Durchführung von Maßnahmen zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel in Deutschland“, geändert am 5. Februar 2003 (www.bba.de/ag/gesund), werden die Mindestanforderungen formuliert, die von den Pflanzenschutzdiensten in Deutschland zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule in Anwendung zu bringen sind.

Diese dort aufgezeichneten Aktionen geben den Betrieben Anhaltspunkte, wo entsprechende Vorsorgemaßnahmen getroffen werden müssen, um einem Befall entgegenzuwirken bzw. bei entsprechenden Positivbefunden im Betrieb den Schaden zu begrenzen.

Insbesondere Pflanzkartoffeln erzeugende Betriebe sind in jedem Fall gut beraten, ein auf den Betrieb zugeschnittenes Vorsorgeprogramm aufzustellen und für die Betriebsabläufe als verbindlich zu erklären. Entsprechende Unterweisungen der Betriebsangehörigen sind aktenkundlich festzuhalten.

Einen hohen Stellenwert in der betrieblichen Vorsorge nehmen die Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen im Rahmen der Betriebsabläufe und die Abtrennung von separaten Produktionsstätten (Betriebsteile) ein.

Die Pflanzenschutzdienste der Länder sind rechtzeitig in die Planung der phytosanitären Betriebsteilung einzubeziehen. Anträge auf Anerkennung der Betriebsteiltrennung sind formlos bis jeweils 30.4. des Jahres den zuständigen Behörden zu übergeben. Diese prüfen bei einem Vororttermin den Antrag und erteilen die notwendigen Auflagen.

In der Vorsorge gegen die Bakterielle Schleimkrankheit ist in Erweiterung der Maßnahmen gegen Ringfäule zu beachten, dass aufgrund einer anderen Biologie des Erregers weitere Wirtspflanzen in die Kontrollen einzubeziehen sind. Zudem sollten Oberflächengewässer, die zur Beregnung der Bestände eingesetzt werden sowie zusätzlich Abwässer, die aus Verarbeitungs- und Verpackungsanlagen stammen, beprobt und untersucht werden.

Die Landwirte werden dringend aufgefordert, die Gefahr durch die angeführten Bakteriosen für die Betriebe, aber auch insgesamt für den deutschen Kartoffelanbau, sehr ernst zu nehmen. Eine rechtzeitige und durchdachte betriebliche Vorsorge wird vom Sächsischen Qualitätskartoffel-Verband und dem Erzeugnisverband Thüringer Qualitätskartoffeln als wesentlich angesehen.

Die erwähnte Leitlinie wird nachfolgend als Handlungsrichtschnur beigelegt.

Anhang

Leitlinie zur Durchführung von Maßnahmen zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel in Deutschland

Vom 8. Oktober 1999, geändert am 5. Februar 2003

Die Initiative zur Entwicklung der Leitlinie geht auf den Beschluss der Abteilungsleiter „Landwirtschaftliche Erzeugung“ des Bundes und der Länder vom 22. bis 24. Oktober 1997 zurück, unterstützt durch die koordinierende Tätigkeit der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), eine gezielte und abgestimmte Vorgehensweise zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel zwischen den Ländern herbeizuführen. Als Folge dieses Auftrags wurde auf Fachebene von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in enger Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder und unter Mitwirkung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die vorliegende Leitlinie erarbeitet. Grundlage der Leitlinie sind die Ergebnisse der Fachgespräche der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft mit Vertretern der Pflanzenschutzdienste der Länder über die Anwendung von Maßnahmen zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel [*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* [Cms]] (22. September 1998, 1./2. Februar 1999, 16. Juni 1999 und 1./2. September 1999), in denen Konsens zu den dargestellten Anforderungen erzielt wurde. Darüber hinaus wurden in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft am 16. Juni 1999, am 2. September 1999, 14. September 2000, 28. März 2001 und 3. September 2001 Gespräche mit Vertretern der Berufsverbände im Bereich der Kartoffelwirtschaft unter Beteiligung der Pflanzenschutzdienste der Länder geführt.

Die dargestellten Maßnahmen stellen Mindestanforderungen dar, die von allen Pflanzenschutzdiensten in Deutschland angewendet werden, um eine wirksame Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel in Deutschland zu erreichen. Sie beziehen sich auf alle in diesem Rahmen erforderlichen Aktionen, wie die allgemeine Erhebung auf *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*, die Befallsanalyse, die Maßnahmen bei Befall einschließlich Desinfektion, die Abgrenzung von Sicherheitszonen und den Informationsaustausch.

Die Möglichkeiten einer Betriebsteilabtrennung sind in Artikel 2 Abschnitt 2 § 10 Absatz 7 der Verordnung zur Neuregelung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften zur Bekämpfung von Schadorganismen der Kartoffel vom 5. Juni 2001 vorgesehen. Eine detaillierte Festlegung eines einheitlichen Vorgehens in den Bundesländern ist erforderlich, da eine Vielzahl technisch/wissenschaftlicher Faktoren zu berücksichtigen sind, um ein vergleichbares Sicherheitsniveau zu erreichen. In Teilfragen ist der Wissensstand noch unzureichend. Begleitend zur Leitlinie sind daher umfassende Untersuchungen von Kartoffelpartien im Folgejahr in den Ländern vorgesehen. Ergänzend werden auch wissenschaftliche Untersuchungen in diesem

Zusammenhang durchgeführt. Eine zunächst jährliche Überprüfung der Leitlinie auf der Grundlage einer zusammenfassenden Auswertung der Untersuchungsergebnisse insgesamt ist daher vorgesehen.

Die Leitlinie basiert auf Artikel 2 der Verordnung zur Neuregelung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften zur Bekämpfung von Schadorganismen der Kartoffel vom 5. Juni 2001¹ (VO) und der Richtlinie 93/85/EWG des Rates zur Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel und präzisiert die fachlichen Erfordernisse für eine wirksame Bekämpfung der Bakteriellen Ringfäule der Kartoffel in Deutschland.

Gliederung:

- 1 Erhebung in der Kartoffelproduktion**
 - 1.1 Stichprobengröße
 - 1.2 Probenahme
- 2 Befallsanalysen**
 - 2.1 Befallsursprung
 - 2.1.1 Befallsverdacht
 - 2.1.2 Befallsbestätigung
 - 2.2 Abgrenzung des wahrscheinlichen Befalls und der Sicherheitszone
- 3 Abgrenzung des Befalls**
 - 3.1 Ausnahmen vom Pflanzverbot
 - 3.2 Abgrenzung von verschiedenen Produktionsorten in den Betrieben
 - 3.2.1 Begriffsbestimmung
 - 3.2.2 Bewertung der Verschleppungsrisiken
 - 3.2.3 Allgemein
 - 3.2.3.1 Voraussetzungen
 - 3.2.3.2 Auflagen
 - 3.2.4 Spezifische Anforderungen
 - 3.2.4.1 Risikogruppe A
 - 3.2.4.1.1 Voraussetzungen
 - 3.2.4.1.2 Auflagen
 - 3.2.4.2 Risikogruppe B
 - 3.2.4.2.1 Voraussetzungen
 - 3.2.4.2.2 Auflagen
- 4 Maßnahmen**
 - 4.1 Verwendung der betroffenen Partien
 - 4.2 Befallsfläche des Erzeugers (Befallsbetrieb)
 - 4.3 Andere Flächen des Erzeugers (Befallsbetrieb)
 - 4.4 Wahrscheinlich befallene Flächen
 - 4.5 Erzeuger des Ausgangspflanzgutes
 - 4.6 Sicherheitszone
 - 4.7 Desinfektion
- 5 Informationsaustausch**
 - 5.1 Befallsverdacht
 - 5.1.1 Systematische Erhebung/Pflanzkartoffelanerkennungsverfahren
 - 5.1.2 Verdacht in einem Vermehrungsvorhaben

¹ (BGBl. I, S. 1006)

1 Erhebung in der Kartoffelproduktion

1.1 Stichprobengröße

- a) Ziel für Pflanzgut sind 200 Knollen/ha oder 200 Knollen/25 t, mindestens werden aber 200 Knollen/angefangene 3 ha oder 200 Knollen/50 t untersucht; für Speise- und Wirtschaftskartoffeln (SWK) werden Proben in einem größeren Raster genommen.
- b) Im Falle erhöhter Risiken ist eine höhere Zahl von Stichproben je 200 Knollen erforderlich.
- c) In Pflanzkartoffelbetrieben mit Produktion hoher Anbaustufen (Vorstufen, Basis) werden auch die erzeugten Speise- und Wirtschaftskartoffelpartien (SWK) beprobt und untersucht.

Anmerkung: Wegen des erhöhten Risikos einer möglichen Verschleppung von Befall aus SWK in die Pflanzkartoffelpartien durch Kontakt oder Vermischung wird empfohlen, im Betrieb bzw. im Produktionsort nicht die gleiche Sorte für Pflanzkartoffeln und SWK anzubauen.

1.2 Probenahme

Die Probenahme erfolgt in jedem Fall amtlich.

- a) In der Regel wird die Probe aus gelagerten Partien entnommen. Eine Probenahme aus dem Feld ist aber auch möglich (Schalenfestigkeit muss gegeben sein). Eine Probenahme aus dem Feld ist dann vorteilhaft, wenn es sich um Partien handelt, die sofort nach der Ernte vermarktet werden sollen, Exportpartien, Partien für ein Schüttlager oder um Untersuchungen in Betrieben in der Sicherheitszone. Die Untersuchung sollte zur Verbesserung der Nachweissicherheit erst so spät wie möglich nach der Ernte erfolgen.
- b) Bei der Probenahme von Pflanzkartoffeln aus dem Lager werden Einmalschuhe verwendet und gewechselt, wenn Partien verschiedener Erzeuger beprobt werden oder wenn bei der Probenahme eine Partie aus technischen Gründen begangen werden muss. Eine Reinigung der Hände zwischen verschiedenen Partien muss erfolgen bzw. es sind Einweghandschuhe zu verwenden.

Für die Proben sind jeweils neue, ungebrauchte Behältnisse zu verwenden. Der Transport der Proben erfolgt in amtlich verschlossenen Säcken oder Kisten, so dass die Identität der Probe gewährleistet und ein Kontakt von Knollen verschiedener Partien oder Übertragung von Erde ausgeschlossen sind.

Erläuterung: Entscheidend für die Probenahme ist, dass sie so repräsentativ wie möglich für die zu untersuchende Partie ist. Für eine Probenahme im Feld bedeutet das: die Entnahmestellen müssen über die Fläche verteilt sein. Für eine Probenahme im Lager bedeutet das: die Knollen müssen aus allen Kisten einer Partie verteilt gezogen werden. Optimal ist eine Probenahme direkt auf der Maschine bei Ernte oder Einlagerung.

2 Befallsanalysen

2.1 Befallsursprung

2.1.1 Befallsverdacht

- a) Alle weiteren Partien des betroffenen Betriebes sind zu beproben und zu untersuchen.
- b) Alle weiteren Schwesterpartien der betroffenen Partie sind zu beproben und zu untersuchen.

2.1.2 Befallsbestätigung

- a) Alle Partien des Betriebes, der im Vorjahr das Ausgangspflanzgut geliefert hat, sind zu beproben und zu untersuchen. Für die Analyse des Befallsursprungs gehen die Recherchen zwei Jahre zurück. Diese Verfahrensweise ist zumindest bei klonalen Zusammenhängen anzuwenden.
- b) Alle Partien von Betrieben, die mit dem betroffenen Betrieb Maschinen gemeinsam genutzt haben, sind zu beproben und zu untersuchen, wenn es Anhaltspunkte dafür gibt, dass es zu einer Verbreitung des Schadorganismus mit relevanten Maschinen und Geräten (Lege-, Erntemaschinen, Krautschläger, Einlagerung, Sortieranlagen) im Befallsbetrieb gekommen ist.
- c) Um klonalen Ursprung handelt es sich, wenn in mindestens zwei Schwesterpartien Befall nachgewiesen wird und wenn es keinen Hinweis auf einen anderen Befallsursprung gibt. Dies gilt unabhängig davon, ob die notwendigen Untersuchungen vollständig durchgeführt werden konnten, und unabhängig davon, wie viele Schwesterpartien vorhanden waren und untersucht werden konnten.

Erläuterung:

In einer Partie wird Befall festgestellt. Die Recherchen ergeben, dass es noch 25 Schwesterpartien gibt. Davon können noch 18 untersucht werden. Es wird nur noch in einer weiteren Partie Befall festgestellt. Die Untersuchungen aller anderen Partien, die von den beiden Befallsbetrieben erzeugt worden sind, sind eindeutig negativ. Es gibt keine Hinweise auf eine Einschleppung von *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* über Maschinen und Geräte (Kartoffeltechnik), Wasser, Abfälle oder anderes. Dies bedeutet, dass 24 Schwesterpartien, bei denen kein Befall nachgewiesen werden konnte, als wahrscheinlich befallen erklärt werden. Damit sind dann 24 Betriebe in die Sicherheitszone einzubeziehen.

- d) Sind die Analysen vollständig oder unvollständig und es wird kein weiterer Befall festgestellt, kann der Ursprung nicht festgestellt werden.
- e) Wird in einem Betrieb Befall an zwei Sorten festgestellt und im Rahmen der Recherchen ansonsten nicht, ist im Regelfall auf eine Weiterverschleppung innerhalb des Betriebes zu schließen.

Erläuterung:

Dies bedeutet aber nicht zwingend, dass der Befall im Betrieb über Maschinen/Kartoffeltechnik (direkten und indirekten Kontakt) verbreitet worden ist. Als weite-

re Möglichkeiten könnten eine Vermischung der Kartoffeln des Ausgangspflanzguts oder des Ernteguts in Betracht kommen. Bei der Erzeugung von Speise- und Wirtschaftskartoffeln kommen beide Möglichkeiten der Vermischung durchaus häufig vor.

- f) Wird in einem Betrieb in einer Sorte Befall festgestellt und in einem weiteren Betrieb an einer anderen Sorte und sonst nicht und ein klonaler Ursprung kann ausgeschlossen werden und beide Betriebe haben gemeinsam Maschinen (Kartoffeltechnik, Transporttechnik) genutzt, ist im Regelfall auf eine Weiterverschleppung innerhalb der Betriebe zu schließen.
- g) Werden Partien in ein gemeinsames Lager (Schüttlager) gebracht, sind die Partien möglichst nicht vor dem Vorliegen des Testergebnisses einzulagern. Wird die Probe erst nach der Einlagerung gezogen, sind nach einem positivem Testergebnis alle Zulieferer in eine Untersuchung einzubeziehen.

2.2 Abgrenzung des wahrscheinlichen Befalls und der Sicherheitszone

Grundlage hierfür sind die Elemente des Anhangs III der Richtlinie 93/85/EWG und Artikel 2 Abschnitt 1 §§ 5 und 6 der VO. Für jeden Fall sind die spezifischen Bedingungen beim Erzeuger zu berücksichtigen.

- a) Alle Erzeuger, bei denen in einer Partie wahrscheinlicher Befall festgestellt wurde, sind in die Sicherheitszone aufzunehmen.
Ausnahmen sind in Betrieben nach Prüfung der Verhältnisse vor Ort möglich, wenn es sich z.B. um eine zugeführte Partie handelt, die noch nicht in den Betriebsprozess eingeführt wurde.
- b) Liegt ein klonaler Zusammenhang des Befalls vor, sind alle Schwesterpartien, die mit negativem Testergebnis untersucht wurden, als wahrscheinlich befallen anzusehen. Alle Betriebe, die Schwesterpartien mit negativem Testergebnis angebaut haben (oder Schwesterpartien, die nicht mehr getestet werden konnten), sind in die Sicherheitszone einzubeziehen.
Die für den Anbau des Ausgangspflanzguts verwendete Fläche gilt als wahrscheinlich befallen und wird in die Sicherheitszone einbezogen, wobei zumindest für ein Jahr Kontrolle und Bekämpfung von Durchwuchs vorgenommen wird.
- c) Liegt Befall in einem, zwei oder mehreren Betrieben vor, der auf Weiterverschleppung des Schadorganismus in den Betrieben zurückzuführen ist (u. a. gemeinsame Nutzung von Kartoffeltechnik), sind alle anderen Partien als wahrscheinlich befallen anzusehen und die jeweiligen Betriebe sind in die Sicherheitszone einzubeziehen.
- d) Wurden mehrere Partien in ein Schüttlager geliefert und in einer aus dem Lager gezogenen Probe wird Befall festgestellt, sind die Maßnahmen für die Zulieferbetriebe in Abhängigkeit vom Ergebnis der durchgeführten Analyse wie folgt durchzuführen:
 - Wenn ein Zulieferbetrieb noch Teile der betroffenen Partie hat und sie mit

- negativem Ergebnis getestet werden, erfolgen keine weiteren Maßnahmen.
- Wenn ein Zulieferbetrieb noch Teile der betroffenen Partie hat und sie mit positivem Ergebnis getestet werden, werden Maßnahmen nach der VO für einen Befallsbetrieb angeordnet.
- Wenn ein Zulieferbetrieb keine Teile der betroffenen Partie mehr zur Überprüfung hat, wird er im Folgejahr in die Überwachung genommen; Ziel ist es, alle Partien einzubeziehen. Eine Empfehlung zur Reinigung und Desinfektion der relevanten Maschinen und Geräte ist zu geben.
- Wenn die Untersuchungen in allen Zulieferbetrieben mit negativem Ergebnis verlaufen (Reste aller zugelieferten Partien waren vorhanden), sind die Betriebe im Folgejahr in die Überwachung zu nehmen; Ziel ist es, alle Partien einzubeziehen. Eine Empfehlung zur Reinigung und Desinfektion der relevanten Maschinen und Geräte ist zu geben.

Um die Auswirkungen im Falle einer Befallsfeststellung auf ein Minimum zu beschränken, sollten alle Zulieferer aufgefordert werden, bei Einlieferung in ein Schüttlager ausreichend große Rückstellproben bereitzustellen.

3. Abgrenzung des Befalls

3.1 Ausnahmen vom Pflanzverbot

- a) Wird in einem Kisten- oder Palettenlager in einer Partie Befall festgestellt und ist diese ohne direkten oder indirekten Kontakt mit anderen Partien (bei Ernte, Transport oder Aufstellung im Lager) eingelagert worden, so ist nur diese Partie betroffen, andere Partien im Lager sind nicht als wahrscheinlich befallen zu erklären.
- b) Ist in einer zugekauften Partie im Betrieb vor der Pflanzung Befall festgestellt worden und ist diese nicht in Berührung mit anderen Partien gekommen, so sind die anderen Partien nicht als wahrscheinlich befallen anzusehen und vom Pflanzverbot ausgenommen. Der Betrieb gilt nach Reinigung und Desinfektion nicht als Befallsbetrieb.
- c) Wird Befall in einer Partie vor oder nach der Ernte festgestellt, so dürfen alle anderen Partien des Betriebes gemäß Artikel 2 Abschnitt 2 § 10 Absatz 1 der VO nicht gepflanzt werden. Ausnahmen sind nur beim Nachweis von getrennt bewirtschafteten Betriebsteilen zuzulassen.

3.2 Abgrenzung von verschiedenen Produktionsorten in den Betrieben

Die Anwendung der hier beschriebenen Kriterien und Maßnahmen stellt keinen Regelfall dar, sondern kann nur in besonderen Einzelfällen zum Einsatz kommen. Abgrenzung von Produktionsorten in Betrieben ist für jeden Einzelfall durch den zuständigen Pflanzenschutzdienst in Abhängigkeit vom Risiko einer möglichen Verschleppung des Schadorganismus zu entscheiden und an die Erfüllung aller erforderlichen Voraussetzungen gebunden. Vom Betrieb ist die Erfüllung aller Anforderungen in einer besonderen schriftlichen Vereinbarung zuzusichern und

soweit vorgesehen zu dokumentieren. Die Kontrolle durch den Pflanzenschutzdienst darf an der Einhaltung der Verpflichtungen keine Zweifel ergeben. Bei Nichteinhaltung der Bedingungen durch den Betrieb kann die Vereinbarung durch den zuständigen Pflanzenschutzdienst jederzeit widerrufen werden.

3.2.1 Begriffsbestimmung:

Produktionsort: Betrieb oder Teil eines Betriebes, der als eine Produktions- oder landwirtschaftliche Einheit betrieben wird, d.h. aus phytosanitärer Sicht zusammengehört.

Partie: Kartoffelerntegut einer Sorte und Kategorie von einem Feldstück bzw. aus einer Lagereinheit.

3.2.2 Bewertung der Verschleppungsrisiken

Bei der Festlegung der Voraussetzungen und Auflagen für die Abgrenzung von Produktionsorten in den Betrieben kann berücksichtigt werden, dass die unterschiedlichen Produktionsrichtungen (Pflanz- oder Speise- und Wirtschaftskartoffeln) ein verschieden hohes Risiko für eine Verschleppung von *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* beinhalten.

A) Betriebe mit Produktion von Pflanzkartoffeln

B) Betriebe mit ausschließlicher Produktion von Speise- und/oder Wirtschaftskartoffeln

Durch unterschiedliche Vorsorgemaßnahmen kann in den verschiedenen Produktionsorten ein vergleichbares Sicherheitsniveau erreicht werden. Daher erfolgt in Ergänzung zu den allgemeinen Anforderungen unter Punkt 3.2.3 eine Differenzierung der Anforderungen und Auflagen für Produktionsorte der Gruppe A und B unter Punkt 3.2.4.1 und 3.2.4.2.

Allgemein

Die folgenden Voraussetzungen und Auflagen sind in allen Fällen der Abgrenzung von Produktionsorten in Betrieben (Risikogruppe A und B) anzuwenden:

3.2.3.1 Voraussetzungen

Im Betrieb hat es in den Vorjahren keine Infektionen mit *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* gegeben.

b) Eine schriftliche Vereinbarung über die Abgrenzung von Produktionsorten und Pflichten des Betriebes ist vor der Vegetationsperiode, in der Befall aufgetreten ist, mit dem amtlichen Dienst getroffen worden.

c) Es können nur deutlich voneinander getrennte Produktionsorte abgegrenzt werden.

d) Es wurde im gesamten Betrieb kein geschnittenes Pflanzgut verwendet.

e) Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen sind wie folgt durchzuführen:

Allgemein für den ganzen Betrieb:

- Mindestens einmal jährlich gründliche Reinigung und Desinfektion der Kartoffelkisten und des Lagers
- Gründliche Reinigung und Desinfektion der Transportmittel und Behältnisse vor dem Transport von Pflanzgut.

Zwischen den Produktionsorten eines Betriebes:

- Gründliche Reinigung und Desinfektion bei nachfolgenden Maschinen und Gerätschaften:
 - Pflanzmaschine
 - Erntegeräte und Erntevorbereitungsgeräte (z.B. Geräte zum Krautzupfen, Krautschlegeln, Grünroden, Unterschneiden, Roden)
 - Geräte zum Hacken, Häufeln, Striegeln (soweit angewendet)
 - Einlagerungsgeräte, Bänder, Sortierungs- und Auslagerungsgeräte

Ausnahme für Desinfektion:

- Düngungs- und Pflanzenschutzmaschinen, wenn Fahrgassen angelegt worden sind.

Erläuterung:

Das Risiko der Übertragung von *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* über das Kraut während der Vegetationsperiode wird als sehr unwahrscheinlich angesehen. Um das Restrisiko auszuschließen ist zu empfehlen, bei einem Wechsel von Beständen der Speise- und Wirtschaftskartoffelproduktion in Pflanzkartoffelbestände diese Geräte ebenfalls zu reinigen und zu desinfizieren.

e) Vom Betrieb ist über folgendes Buch zu führen:

- Herkunft und Verwendung sämtlicher im Betrieb erzeugter Kartoffelpartien,
- Art und Zeitpunkt der durchgeführten Bearbeitungsschritte auf den Produktionsorten.
- Art und Zeitpunkt der unter Buchstabe d) aufgeführten Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen.

Die Unterlagen müssen vollständig sein.

f) Die Lagerkisten werden getrennt aufgestellt, d. h. nur partieweise gestapelt und sind eindeutig gekennzeichnet. Bei Lagerung im Einzelboxenlager muss die Möglichkeit zur Vermischung ausgeschlossen werden (z. B. keine Netzabtrennung). Es hat in jedem Fall über die eingelagerten Partien ein Lageplan vorzuliegen.

g) Wird Befall festgestellt, ist die Abgrenzung von Produktionsorten in Betrieben nur vertretbar, wenn:

- sich nach Prüfung keine Anhaltspunkte für einen betriebsbedingten Befallsursprung ergeben haben und das Ausgangspflanzgut nur in dem als befallen eingestuften Produktionsort angebaut oder zugeführt wurde und
- keine Symptome aufgetreten sind.

Auflagen

Im Anbaujahr nach der Befallsfeststellung werden alle Partien des gesamten

Betriebes (d. h. aller Produktionsorte) überwacht und getestet.

Spezifische Anforderungen

Die folgenden Voraussetzungen und Auflagen sind ergänzend in den verschiedenen Fällen der Abgrenzung von Produktionsorten in Betrieben der Risikogruppe A oder B anzuwenden.

Risikogruppe A (Betriebe mit Produktion von Pflanzkartoffeln)

Voraussetzungen

- a) Alle Kartoffelpartien, einschließlich Speise- und Wirtschaftskartoffeln, der Ernte des Vorjahres sind mit negativem Ergebnis getestet worden oder es liegt ein Nachweis über den Zukauf getesteten anerkannten Pflanzgutes vor.
- b) Alle zur Pflanzung vorgesehenen Kartoffelpartien sind mit negativem Ergebnis getestet worden oder es liegt ein Nachweis über den Zukauf getesteten anerkannten Pflanzgutes vor.
- c) Getrennte Handhabung von Pflanz- und Speise-/Wirtschaftskartoffeln.
- d) Die Durchführung der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen (siehe Punkt 3.2.3.1, Buchstabe d) ist dem Pflanzenschutzdienst vor Durchführung anzuzeigen.

Der Pflanzenschutzdienst überprüft:

- mindestens 1 x jährlich alle Aufzeichnungen des Betriebes und
- stichprobenartig während der Vegetationsperiode die ordnungsgemäße Durchführung der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen

3.2.4.1.2 Auflagen

- a) Für den als befallenen eingestuften Produktionsort, d.h. für alle Flächen dieser Einheit, die befallenen Partien, wahrscheinlich befallenen Partien, Geräte und Maschinen kommen die Maßnahmen nach Artikel 2 Abschnitt 2 §§ 8 und 10 der VO zur Anwendung.

In den eindeutig als befallsfrei abgegrenzten Produktionsorten unterliegen die erzeugten Partien keinen Verwendungsaufgaben. Alle Partien sind bereits den Untersuchungen nach Leitlinie, Punkt 1.1 Buchstabe b) unterzogen und als befallsfrei festgestellt worden.

Risikogruppe B (Betriebe mit ausschließlicher Produktion von Speise- und/oder Wirtschaftskartoffeln)

Voraussetzungen

- a) Alle zur Pflanzung vorgesehenen Kartoffelpartien sind mit negativem Ergebnis getestet worden oder es liegt ein Nachweis über den Zukauf getesteten anerkannten Pflanzgutes vor.

Der Pflanzenschutzdienst überprüft die Aufzeichnungen des Betriebes wie unter Pkt. 3.2.4.1.1, Buchstabe d) beschrieben.

3.2.4.2.2 Auflagen

Wie unter Punkt 3.2.4.1.2, Buchstaben a) und b) beschrieben

4. Maßnahmen

4.1 Verwendung der betroffenen Partien

Weder befallene noch wahrscheinlich befallene Partien dürfen ausgepflanzt werden. Geeignete Verwendungen der betroffenen Partien nach Artikel 2 Abschnitt 2 § 8 Absätze 1 und 2 der VO sind im Folgenden aufgeführt. Die zuständige Behörde kann hierzu nähere Anordnungen gemäß § 8 Absatz 3 gleichlautender Verordnung treffen.

- a) Verwendung der Befallspartien:

- Dämpfen/Schweinefutter
- Verwertungsindustrie für Speisereste
- Brennerei
- Roh-/Stallfütterung/Rindermast (in einem Gebiet mit weitflächiger Grünlandnutzung, nicht in einem Kartoffelanbaugebiet)
- Verwertung zur Chips-, Pommes-Herstellung

- b) Verwendung wahrscheinlich befallener Partien:

- Kleinabpackung/Speisekartoffeln/direkte Vermarktung
- Dämpfen/Schweinefutter
- Verwertungsindustrie für Speisereste
- Brennerei
- Roh-/Stallfütterung/Rindermast (in einem Gebiet mit weitflächiger Grünlandnutzung, nicht in einem Kartoffelanbaugebiet, ggf. Befallsbetrieb;)
- Verwertung zur Chips-, Pommes-Herstellung
- Stärkefabrik

- c) Verwendung von Partien mit positivem Testergebnis im Screening, aber ohne Bestätigung des Befalls:

1. Auf der Grundlage des Beschlusses der Arbeitsgemeinschaft der Anerkennungsstellen zur einheitlichen Vorgehensweise bei Behandlung der Ergebnisse aus der Beschaffenheitsprüfung auf Quarantänekrankheiten bei Pflanzkartoffeln am 6. November 2001 in Halle (TOP 5.5) werden solche Partien aberkannt, d. h. sie sind „ohne Erfolg“ geprüft und kein anerkanntes Pflanzgut.

In dem Betrieb, der diese Partie erzeugt hat, werden im Folgejahr alle Aufwüchse aller Partien amtlich beprobt und im Labor getestet.

2. Empfehlung an die Erzeuger bzw. VO-Firmen, ggf. vorhandene Schwesterpartien aus der Vermehrung zu nehmen.
3. Handelt es sich um eine SWK-Partie, Empfehlung an den Erzeuger, diese Partie nicht für Nachbauzwecke zu verwenden.

4.2 Befallsfläche des Erzeugers (Befallsbetrieb)

Gemäß VO

4.3 Andere Flächen des Erzeugers (Befallsbetrieb)

Gemäß VO

4.4 Wahrscheinlich befallene Flächen

(Wahrscheinlich befallene Flächen sind alle Flächen, auf denen Partien aufgewachsen sind, die als wahrscheinlich befallen eingestuft worden sind und wo es sich um einen nachweislich klonal verbundenen Befall handelt.)

Die folgenden Maßnahmen sollten durchgeführt werden:

Kontrolle und Bekämpfung des Durchwuchses im Folgejahr sowie Bekämpfung von Schwarzem Nachtschatten.

Für zwei Jahre kein Anbau von Kartoffeln bzw. von Wirtspflanzen für *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*.

Erläuterung:

Diese Maßnahmen werden weder durch die RL 93/85/EWG noch die VO ausdrücklich benannt; sie sind jedoch als Vorsorgemaßnahme aus dieser abzuleiten. Sie sind aus fachlicher Sicht ein wichtiger Beitrag zur Risikominderung und mit vertretbarem Aufwand praktisch durchführbar.

4.5 Erzeuger des Ausgangspflanzguts

Ist der Befall auf klonalen Zusammenhang zurückzuführen, ist der Erzeuger des Ausgangspflanzguts im Folgejahr in die Überwachung einzubeziehen.

4.6 Sicherheitszone (für mindestens 3 Jahre nach Befallsauftreten)

Die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen gelten für alle Betriebe in der Sicherheitszone; die zusätzlichen Maßnahmen für die Befallsbetriebe, wie z.B. Anbauverbote von Partien, Anbauverbote und -beschränkungen sowie -anforderungen für die Befallsfläche und die anderen Flächen des Erzeugungsortes, Desinfektionen, bleiben davon unberührt.

- Überwachung der Betriebe:
wie unter Punkt 1 beschrieben. Ziel ist es, mindestens eine Probe je Partie zu testen,
- Reinigung und Desinfektion der Maschinen und Geräte:
wie unter Punkt 4.7 beschrieben,
- getrennte Handhabung von geernteten Pflanzkartoffeln und Speise- oder Wirtschaftskartoffeln,
- nach VO und der RL 93/85/EWG ist der Anbau ausschließlich zertifizierten Pflanzguts vorgesehen*).

*) In Abhängigkeit von den Umständen wäre die Verwendung von Kartoffeln des eigenen Betriebes, die unter amtlicher Kontrolle (d. h. Testung) aus Z-Ware erwachsen sind, fachlich zu rechtfertigen. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wird sich bei der Europäischen Kommission für eine entsprechende Änderung der Richtlinie 93/85/EWG einsetzen.

4.7 Desinfektion

- a) Alle Maschinen, Geräte, Gegenstände und Sachen, die mit der befallenen Partie und den als wahrscheinlich eingestuften Partien in Berührung gekommen sind, sind entweder zu vernichten oder gründlich zu reinigen und zu desinfizieren. Anschließend sind sie als nicht mehr kontaminiert anzusehen.
- b) Maschinen, Geräte, Gegenstände und Sachen, die mit der befallenen Partie im Verlaufe der vorangegangenen 12 Monate in Berührung gekommen sind, werden als wahrscheinlich kontaminiert angesehen und sind entweder zu vernichten oder gründlich zu reinigen und zu desinfizieren. Anschließend sind sie als nicht mehr kontaminiert anzusehen.
- c) In Betrieben, in denen Befall festgestellt worden ist, werden jährlich bis einschließlich der ersten zulässigen Anbauperiode für Kartoffeln auf der Befallsfläche alle Geräte und Lagerräume am Erzeugungsort, die zur Kartoffelerzeugung genutzt werden, gründlich gereinigt und desinfiziert.
- d) In Betrieben, die sich in der Sicherheitszone befinden und die kein Befallsbetrieb sind, ist für den Zeitraum von 3 Jahren nach der Befallsfeststellung jährlich eine gründliche Reinigung und Desinfektion der relevanten Geräte und Maschinen durchzuführen. Es wird eine einmalige gründliche Reinigung und ggf. Desinfektion aller Geräte und Maschinen, die für die Kartoffelerzeugung verwendet werden, als angemessen angesehen.
- e) Zur Desinfektion von Lagerräumen sowie Geräten und Maschinen können die jeweils für diese Indikation zugelassenen Desinfektionsmittel eingesetzt werden oder ein vom Pflanzenschutzdienst angeordnetes Mittel.

5. Informationsaustausch

Im Folgenden wird der notwendige Informationsaustausch beschrieben, wenn befallsverdächtige/befallene Partien oder das Ausgangspflanzgut solcher Partien aus den Amtsbereichen eines anderen Pflanzenschutzdienstes stammen.

5.1 Befallsverdacht

Bei Befallsverdacht (d. h. zwei positive Screeningtests) in einer Partie sind über den eigenen Amtsbereich des Pflanzenschutzdienstes hinaus folgende Schritte einzuleiten:

5.1.1 Systematische Erhebung / Pflanzkartoffelanerkennungsverfahren

- a) Schriftlicher Bescheid an die entsprechende Anerkennungsstelle, die Vertriebsfirma (V-Firma) und den Betrieb, der das Verbringungsverbot für die betroffene Partie enthält.

- b) Der Pflanzenschutzdienst, in dessen Zuständigkeitsbereich der Verdacht festgestellt worden ist, informiert in Zusammenarbeit mit den Anerkennungsstellen schriftlich alle Pflanzenschutzdienste und die BBA/AG² unter Mitteilung der Sorte(n) und der Anerkennungsnummer(n) des Ausgangspflanzgutes.
Erläuterung: Hierdurch wird ermöglicht, Schwesterpartien einer entsprechenden Untersuchung zu unterziehen, auch wenn sie in anderen Amtsbereichen aufgewachsen sind.

5.1.2 Verdacht bei einer anerkannten Pflanzgutpartie

- a) Schriftlicher Bescheid an die entsprechende Anerkennungsstelle, die Vertriebsfirma (V-Firma) und den Betrieb, der das Verbringungsverbot für die betroffene Partie enthält.
- b) Der Pflanzenschutzdienst, in dessen Zuständigkeitsbereich der Verdacht festgestellt worden ist, informiert schriftlich den für das Herkunftsgebiet der Partie zuständigen Pflanzenschutzdienst und, wenn möglich, den Züchter/Vermehrer³, sowie alle Pflanzenschutzdienste und die BBA/Abteilung Pflanzengesundheit unter Mitteilung der Sorte(n) und der Pflanzenpassnummer(n)/ Anerkennungsnummer(n) .
Erläuterung: Die Pflanzenschutzdienste in anderen Amtsbereichen können die zugeführte Partie oder den Aufwuchs einer Untersuchung gemäß Punkt 1.1 b) unterziehen.
- c) Der Pflanzenschutzdienst, der die Meldung erhält und in dessen Amtsbereich die Partie anerkannt wurde, informiert den Züchter/Vermehrer, recherchiert Lieferungen von Schwesterpartien und informiert die möglicherweise betroffenen Pflanzenschutzdienste anderer Bundesländer darüber.
- d) Handelt es sich um eine Probe, die in einem Schüttlager gezogen wurde, informiert der Pflanzenschutzdienst alle Pflanzenschutzdienste, aus deren Amtsbereichen Lieferungen in das Lager erfolgt sind, über Lieferbetriebe und, soweit möglich, die relevanten Angaben, die eine Identifizierung gelieferter Partien ermöglichen.
- e) Wurde eine Partie in einem anderen Mitgliedstaat oder Drittland beanstandet (begründeter Verdacht oder bereits bestätigter Befall), recherchiert der Pflanzenschutzdienst, der die Meldung erhält und in dessen Amtsbereich die Partie anerkannt wurde, Lieferungen von Teil- oder Schwesterpartien und informiert die möglicherweise betroffenen Pflanzenschutzdienste anderer Bundesländer und die BBA/AG darüber.

- f) Ist eine Partie aus einem anderen EU-Mitgliedstaat oder Drittland betroffen oder wurde eine wahrscheinlich befallene Partie ausgeführt, informiert der Pflanzenschutzdienst die BBA/AG), die die Mitteilung entsprechend weiterleitet.
Die Informationen sind vertraulich zu behandeln und nur für den innerdienstlichen Gebrauch zu verwenden.

² Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit

³ Züchter und Vermehrer werden auch schriftlich informiert, wenn die Partie aus dem eigenen Amtsbereich stammt.

Anschriften der Verbände

Sächsischer Qualitätskartoffelverband e. V.
Karl-Blechen-Straße 13
04328 Leipzig

Ansprechpartner: Ariane Weiß

Telefon: 0341/ 22 84 789
E-Mail: ariane.weiss@arcor.de

Erzeugnisverband Thüringer Qualitätskartoffeln THÜKAV e. V.
Im Dorfe 1
99439 Heichelheim

Ansprechpartner: Dietmar Barthel

Telefon: 036 43/ 41 75 53
E-Mail: thuekav@t-online.de

Bildnachweis:

Bildautor	Abbildungen Nr.
2 Gebhart, Christine Dr.	10, 12, 15
2 Karalus, Wolfgang Dr.	8
3 Kürzinger, Brigitte Dr.	16, 19, 21, 22, 23, 24
2 Meinlschmidt, Ewa Dr.	29
1 Nußbaum, Ralph-Peter Dr.	5, 7, 9, 13, 17, 18, 20, 25, 26
2 Pölit, Birgit	6, 11
1 Rode, Sabine	27
1 Rödiger, Lutz	Titelbild, 30
2 Schnee, Heinz	28
1 Wölfel, Sabine	1, 2, 3, 4

- 1 Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
- 2 Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
- 3 Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Gültzow

Autorenverzeichnis

Kapitel 1 „Ackerbauliche Maßnahmen für den gesunden Aufwuchs der Kartoffeln“

Herr Dr. Jörg Pößneck
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Pflanzenbau
Gustav-Kühn-Straße 8
04159 Leipzig
Tel.: (03 41) 9 17 41 79
E-mail: Joerg.Poessneck@leipzig.lfl.smul.sachsen.de

Frau Sabine Wölfel
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
Referat Pflanzenbau
Apoldaer Str. 4
07778 Dornburg
Tel.: (036427) 868 104
E-mail: s.woelfel@dornburg.tll.de

Kapitel 2.1 „Pilzliche Krankheiten“

Frau Birgit Pölitze
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Pflanzenschutz
Stübelallee 2
01307 Dresden
Tel.: (03 51) 4 40 83-20
E-mail: Birgit.Poelitz@fb4d.lfl.smul.sachsen.de

Frau Dr. Ewa Meinlschmidt
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Pflanzenschutz
Stübelallee 2
01307 Dresden
Tel.: (03 51) 4 40 83-17
E-mail: Ewa.Meinlschmidt@fb4d.lfl.smul.sachsen.de

Kapitel 2.2 „Bakterielle Krankheiten“

Herr Dr. Ralph-Peter Nussbaum
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
Referat Pflanzenschutz
Kühnhäuser Str. 101
99189 Erfurt-Kühnhausen
Tel.: (0361) 550 681-24
E-mail: r.nussbaum@kuehnhausen.tll.de

Herr Dr. Wolfram Wiedemann
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Pflanzengesundheit und Diagnose
Alttrachau 7
01139 Dresden
Tel.: (03 51) 8 53 04-23
E-mail: Wolfram.Wiedemann@fb4a.lfl.smul.sachsen.de

Kapitel 2.3 „Viruskrankheiten“

Herr Dr. Wolfram Wiedemann
siehe Kapitel 2.2

Frau Sabine Rode
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
Referat Pflanzenschutz
Kühnhäuser Str. 101
99189 Erfurt-Kühnhausen
Tel.: (0361) 55 06 81-25
E-mail: s.rode@kuehnhausen.tll.de

Kapitel 2.4 „Tierische Schädlinge“

Herr Heinz Schnee
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Pflanzengesundheit und Diagnose
Hinter den Gärten 6
04463 Großpösna
Tel.: (03 42 97) 4 27 01
Heinz.Schnee@fb4l.lfl.smul.sachsen.de

Herr Dr. Arndt Bennewitz
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Pflanzengesundheit und Diagnose
Alttrachau 7
01139 Dresden
Tel.: (03 51) 8 53 04-24
Arndt.Bennewitz@fb4a.lfl.sachsen.de

Herr Bernd Krellig
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Saatgut- und Sortenwesen
Waldheimer Straße 219
01683 Nossen
Tel.: (03 52 42) 63-2 06
E-mail: Bernd.Krellig@nossen.lfl.sachsen.de

Kapitel 2.5 „Unkraut- und Durchwuchsbekämpfung“

Frau Dr. Ewa Meinlschmidt
siehe Kapitel 2.1

Frau Sabine Wölfel
siehe Kapitel 1

Kapitel 3.1 „Pflanzengesundheitliche Bestimmungen beim Handel mit Kartoffeln“

Herr Dr. Ralph-Peter Nussbaum
siehe Kapitel 2.2

Frau Dr. Christine Gebhart
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Pflanzengesundheit und Diagnose
Alttrachau 7
01139 Dresden
Tel.: (03 51) 8 53 04-21
E-mail: Christine.Gebhart@fb4a.lfl.sachsen.de

Kapitel 3.2 „Anerkennungsverfahren bei Pflanzkartoffeln“

Herr Lutz Rödiger
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat Saatgut
07743 Jena
Camburger Str. 74
Tel.: (03641) 45 42 21
E-mail:

Kapitel 4 „Betriebliches Vorsorgeprogramm“

Frau Dr. Christine Gebhart
siehe Kapitel 3.1

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Impressum

Herausgeber: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft,
Naturschutz und Umwelt (TMLNU)
- Referat Europa, Öffentlichkeitsarbeit -
Beethovenstraße 3
99096 Erfurt
Telefon: 0361 / 3799921/922,
Telefax: 0361 / 3799950
<http://www.thueringen.de/tmlnu>
poststelle@tmlnu.thueringen.de

in Zusammenarbeit mit dem Sächsisches Staatsministerium für Umwelt
und Landwirtschaft
Archivstraße 1
01097 Dresden
Telefon: 0351/ 564-0, Telefax: 0351/ 564-2209

Fachredaktion: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Referat Pflanzenschutz
Kühnhäuser Str. 101, 99189 Erfurt-Kühnhausen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung
Stübelallee 2, 01307 Dresden

Druck: Werbedruck Staub GmbH,
Iderhoffstraße 12, 99085 Erfurt

Dezember 2003