

Dr. Fischer



Biologische Zentralanstalt

der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Flugblatt Nr. 27

1. Auflage

Juni 1959

Die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel

(*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary)

Von Dr. S. STEPHAN

Biologische Zentralanstalt Berlin
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften
zu Berlin

Die Kartoffel gehört zu den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, deren Ertragsfähigkeit besonders stark von Krankheiten und Schädlingen bedroht wird. Unter diesen steht die Kraut- und Knollenfäule hinsichtlich der wirtschaftlichen Bedeutung mit an erster Stelle. Im Interesse einer Erhöhung und Sicherung der Kartoffelerträge ist daher eine wesentliche Ausdehnung der Bekämpfungsmaßnahmen gegen diese Krankheit erforderlich. Es wäre zu wünschen, daß die Krautfäulespritzungen in naher Zukunft ebenso wie die Pflegearbeiten zu den selbstverständlichen Maßnahmen im Kartoffelanbau gehören.

1. Wirtschaftliche Bedeutung

Die Kraut- und Knollenfäule trat in Europa, nachdem sie schon einige Zeit vorher aus Amerika eingeschleppt worden war, im Jahre 1845 zum ersten Male stark auf und zwar in so verheerendem Ausmaß, daß die Existenz des Kartoffelbaus gefährdet schien. Auch in der Folgezeit blieben die Kartoffelerträge weit unter der Höhe, die sie vor Einbruch der Krautfäule erreichten. Nur allmählich gelang es, durch Züchtung von Sorten höherer Widerstandsfähigkeit die Ertragsleistung wieder zu heben. Es gibt nur wenige Jahre, in denen die Verluste durch die Krankheit wirklich bedeutungslos sind. Besonders augenfällig wurden sie bei epidemischem Auftreten, wie beispielsweise in den Jahren 1916, als die durch die Krautfäule verursachte Kartoffelmißernte in Deutschland eine Ernährungskatastrophe hervorrief, sowie 1926 und 1955.

Der vorzeitige Laubverlust kranker Stauden und die damit verbundene frühe Beendigung der Assimilationstätigkeit führen selbst bei zunächst gutem Ansatz wegen des beeinträchtigten Knollenwachstums zu erheb-

lichen Ertragsminderungen. Im Gegensatz zum normalen Abreifen ist die Abwanderung der im Sproß vorhandenen Speicherstoffe in die Knolle nicht mehr möglich. Die Schäden sind um so höher, je früher der Befall einsetzt und je rascher die Abtötung des Krautes voranschreitet. Bei späten Sorten bedeutet ein Absterben des Bestandes Mitte August einen Ertragsverlust von 20 bis 30 Prozent.

Anfang bis Mitte September einsetzender Befall später Sorten wird vielfach für ein verfrühtes Abreifen gehalten, obwohl dieses normalerweise erst mehrere Wochen später zu erwarten wäre. Da sich in dieser Zeit der Stärkegehalt der Kartoffel noch wesentlich erhöht, wirkt sich die vorzeitige Krautabtötung sehr nachteilig aus. Die Krautfäulebekämpfung gehört daher zu den wenigen im Kartoffelbau zur Verfügung stehenden Maßnahmen, durch die nicht nur eine wesentliche Erhöhung des Gesamtertrages, sondern gleichzeitig auch des Stärkegehaltes erzielt werden kann.

Durch das bei starkem Befall in den Hochsommer vorverlegte Absterben später Sorten tritt infolge der fehlenden Beschattung eine Schädigung der Bodengare ein. Auch die sich entwickelnde starke Verunkrautung führt zu einer erheblichen Verminderung des Vorfruchtwertes der Kartoffel.

Nicht weniger bedeutend als die in der Senkung von Ertragshöhe und Stärkegehalt zum Ausdruck kommenden Schäden sind die durch den Befall der Knollen hervorgerufenen Lagerverluste. Die Braunfäule ist höchstwahrscheinlich die Ursache für den größten Teil der im Lager auftretenden Fäulnisverluste. Dieser Zusammenhang wird vielfach nicht erkannt, da die Zerstörung phytophthorakranker Knollen in vielen Fällen durch Folgeparasiten, die allein nicht zur Infektion befähigt sind, vollendet wird. Bei hoher Feuchtigkeit können selbst nur schwach braunfaule Knollen im Lager oder auch schon im Boden unter Hinzutritt von Bakterien in kurzer Zeit in eine naßfaule Masse verwandelt werden. Jedoch auch bei trockener Lagerung können kranke Kartoffeln zusätzlich durch Fusariumpilze unter mumienartiger Zusammenschrumpfung zerstört werden.

2. Befallsbild

Die ersten Anfänge der durch den Pilz *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary verursachten Krautfäule äußern sich auf den Blättern in punkt- oder strichförmigen Verbräunungen, seltener als dunkel- oder gelbgrüne Verfärbungen. Sehr bald entstehen hieraus größere braungraue oder hell- bis schwarzbraune Flecke, die sich bei feuchter Witterung rasch auf große Teile des Blattfieders ausdehnen (Abb. 1). Diese unregelmäßig geformten Flecke gehen vielfach von der Blattspitze oder dem Blattrand aus und führen, nachdem sie eine gewisse Größe erreicht haben, nicht selten zu einer Wellung oder schwachen Einrollung des Fieders. Die Verfärbung weist einen allmählichen Übergang in den noch grünen Blatteil auf. Zuletzt hängen die völlig abgetöteten Fiederblätter schlaff herab und das ganze Blatt löst sich vom Stengel. Bei feuchtem Wetter geht das kranke Laub in Fäulnis über, wobei es einen eigentümlichen süßlichen Geruch verbreitet. Setzt trockene Witterung ein, so hört die weitere Vergrößerung der Flecke auf. Sie werden dann spröde und brüchig, wobei sie sich scharf abgrenzen. Derartige Trockenflecke werden vielfach nachträglich von nichtparasitischen Schwärzepilzen besiedelt.

Auf der Blattunterseite erscheint an Tagen mit hoher Luftfeuchtigkeit dort, wo am Rande der Flecke gesundes und krankes Gewebe aneinander grenzen, ein weißer schimmelartiger Pilzrasen. An Sorten geringer Anfälligkeit läßt sich dieser unter weniger feuchten Witterungsverhältnissen oft nur mit einer Lupe von der Blattbehaarung unterscheiden. Bei anhaltender Trockenheit fehlt der Pilzrasen in der Regel völlig.

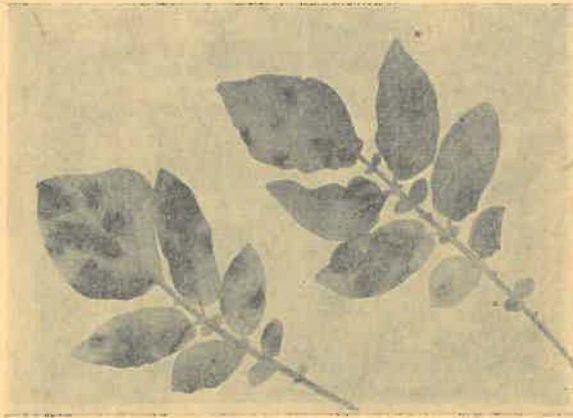


Abb. 1: Krautfäuleflecke an Blättern der Sorte Erstling

Der Befall beginnt normalerweise an den unteren Blättern und schreitet von hieraus nach oben fort. Sind die Witterungsbedingungen für die Krankheit günstig, so kann der Kartoffelbestand, zumal wenn es sich um anfällige Sorten handelt, wenige Wochen nach Befallsbeginn vollständig abgetötet sein. Bei dichtem Schluß der Stauden fällt die Erkrankung der unteren Blätter kaum auf, so daß man vielfach den Eindruck eines „schlagartigen“ Zusammenbruchs des Bestandes hat.

Der Befall des einzelnen Blattes geht zumeist vom Spitzenfieder oder dem folgenden Fiederpaar aus, von wo er sich dann auf die übrigen Blattteile ausdehnt. Nicht selten ist zu beobachten, daß der Pilz von einem Fiederblättchen aus in die Mittelrippe des Blattes eindringt (Abb. 2). Da an dieser Stelle die Leitungsbahnen zerstört werden, stirbt der außerhalb davon gelegene Blatteil ab.

Wenn der typische weiße Flaum auf der Blattunterseite nicht ausgebildet ist, können Krautfäuleflecke mit anderen Blattkrankheiten verwechselt werden.

Eine gewisse Ähnlichkeit besitzt die Dürrefleckenkrankheit (*Alternaria solani*), die allerdings seltener und vor allem bei höherer Temperatur auftritt und infolge der langsameren Ausbreitung bei uns wirtschaftlich bedeutungslos ist. Die von ihr verursachten Flecke erreichen zumeist nur

einen Durchmesser von 3 bis 6 mm und sind in größerer Anzahl über das Blatt verstreut. Als charakteristisches Merkmal, das die Unterscheidung in der Regel ermöglicht, besitzen die *Alternaria*-Flecke konzentrische Ringe, die allerdings nur bei älteren Flecken deutlich zu erkennen sind. Abgesehen von einigen anderen, selten vorkommenden Blattfleckenkrankheiten sowie gelegentlich auftretenden Blattschäden durch Trockenheit oder Düngemittel, die zuweilen Anlaß zu Verwechslungen mit der Krautfäule geben können, wäre in dieser Beziehung noch die Strichelkrankheit zu nennen. Es ist das besonders bei den Sorten der Fall, an denen das Strichelvirus größere Blattnekrosen verursacht, die sich allerdings meist durch ihr tiifenspritzerartiges Aussehen von *Phytophthora*-Flecken unterscheiden.

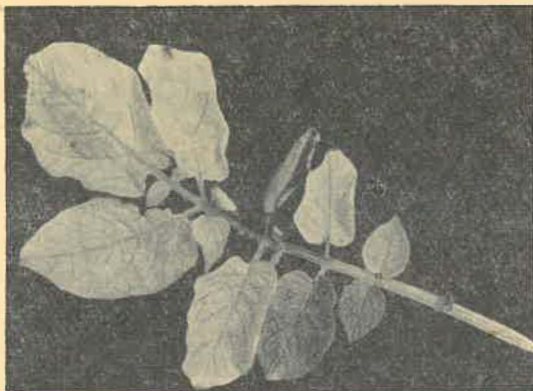


Abb. 2: Eindringen des Pilzes in die Blattrippe von einem Seitenfieder aus

Die Krautfäule kann auch, sei es durch direkte Infektion oder Eindringen von den Blättern her, den Stengel erfassen. Es kommt hier zu einer streifenförmigen Bräunung, die sich vielfach zunächst auf eine Stengelkante beschränkt (Abb. 3). Späterhin umfaßt sie in der Regel unter gleichzeitiger Ausdehnung in der Längsrichtung den Stengel in seinem ganzen Umfang. Die Stengel-*Phytophthora* geht fast stets von der Achsel eines Blattes oder Seitentriebes aus und befällt vielfach auch den oberen Stengelteil. Der Sproßteil über der Befallsstelle welkt entweder im ganzen ab, wodurch manchmal ganze Bestände in kurzer Zeit absterben oder es werden, da nur die Rinde erfaßt ist, lediglich die jeweils von der Verfärbung erreichten Blätter abgetötet.

An der Knolle ruft der Pilz eine Trockenfäule, die sogenannte Braunfäule, hervor. Auf der Schale macht sich die Erkrankung durch bleigraue oder graubraune, späterhin schwach eingesunkene, Flecke von unregel-



Abb. 3: Stengel-*Phytophthora*

mäßiger Form bemerkbar. Diese sind an hell- und glattschaligen Knollen am deutlichsten zu erkennen. Beim Durchschneiden der Knolle wird eine rost- bis dunkelbraune fleckige Verfärbung des Fleisches erkennbar (Abb. 4). Diese ist vielfach auf die bis etwa 1 cm starke Rinden-

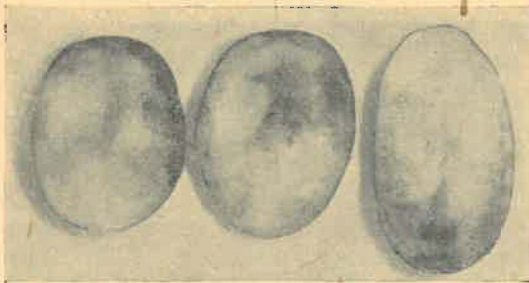


Abb. 4: Braunfaule Kartoffelknollen

schicht beschränkt, kann aber auch das gesamte Knolleninnere erfassen. Im Unterschied zur Hartfäule (*Alternaria solani*) geht das verfärbte Gewebe ohne scharfe Grenze allmählich in den noch gesund erscheinenden Knollenteil über.

Die Braunfäule kann schließlich mit dem Anfangsstadium der Älchenkrätze verwechselt werden, bei der jedoch der erkrankte Bezirk eine trocken-krümlige Beschaffenheit annimmt, wohingegen er bei Phytophthoraabfall fest und feucht bleibt.

3. Lebensweise des Krankheitserregers

Der Erreger der Kraut- und Knollenfäule gehört in die Verwandtschaft der Falschen Mehltaupilze (*Peronosporazeen*).

Die Infektionsherde, von denen die Krankheit im Frühjahr ihren Ausgang nimmt, entstehen durch Eindringen des Pilzes von der kranken Knolle her in den jungen Trieb, was allerdings nur sehr selten und bei stark anfälligen Sorten gelingt. Im Stengel wächst der Erreger weiter nach oben und bildet an den oberirdischen Organen der Pflanze Sporen aus, die für die Ausbreitung der Krankheit sorgen.

Die Sporen besitzen vorwiegend eine zitronenförmige Gestalt bei einer Länge von 0,025 bis 0,030 mm und einer Breite von 0,017 bis 0,020 mm. Charakteristisch für sie ist der Besitz eines kurzen Stielchens an der ursprünglichen Ansatzstelle und einer kleinen Verdickung (Papille) am gegenüberliegenden Ende (Abb. 5). Durch den Wind können die Sporen auf Entfernungen von mehreren Kilometern transportiert werden.



Abb. 5: Phythophthoraspore

Liegen die Temperaturen zwischen 8 und 15 Grad, so teilt sich der Inhalt jüngerer Sporen zumeist in 6 bis 10 begeißelte Schwärmsporen auf, die durch eine Öffnung ausschlüpfen. Sie setzen sich auf der Blattoberfläche fest und entsenden einen keilförmigen Keimschlauch in die Oberhaut.

Bei älteren Sporen und höheren Temperaturen tritt der Keimschlauch unmittelbar aus der Spore aus. Die Infektion kommt in der Regel dadurch zustande, daß die Oberhaut durchbohrt wird, nur in seltenen Fällen werden die Spaltöffnungen benützt. Nachdem der Erreger auf diese Weise in das Blatt eingedrungen ist, wächst er in den Zwischenzellräumen als sich vielfältig verästelndes Pilzgeflecht ständig weiter. In die Zellen schiebt er kurze Seitenzweige (Saugfortsätze), mit denen er der Pflanze die für seine Entwicklung benötigten Stoffe entnimmt. Die betroffenen Zellen gehen nach etwa 48 Stunden unter Verbräunung des Inhalts und Verlust der Zellspannung zugrunde.

In dem noch nicht völlig abgetöteten Blatteil bildet der Pilz bei feuchter Witterung Sporenträger, die durch die Spaltöffnungen der Blattunterseite nach außen wachsen. Sie erreichen unter günstigen Bedingungen eine Länge von 1 bis 2 mm und bilden an den Enden der wenigen Seitenzweige jeweils eine Spore, die sich unter Zurücklassung einer charakteristischen blasenförmigen Auftreibung ablöst. Danach wächst das Ende des Astes weiter und bringt noch weitere Sporen hervor, so daß an einem einzelnen Sporenträger bis zu 50 Sporen nacheinander entstehen können. Auf einer Fläche von 1 qmm können so bei einer Zahl von mehreren Hundert Sporenträgern zehntausend und mehr Sporen gebildet werden.

Der Pilz kann nicht vom oberirdischen Sproß her in die Knollen einwachsen. Die Ansteckung erfolgt vielmehr durch Sporen, die durch starke Regengüsse von den Blättern abgespült werden und mit dem Sickerwasser tiefer in den Boden eindringen. Das ist auf gut gekrümeltem Lehm- und Tonboden leichter möglich als auf Sandboden. In den meisten Fällen sind Infektionen der Knollen jedoch darauf zurückzuführen, daß diese bei der Rodung mit krankem, sporenbesetztem Laub in Berührung kommen. Als Eintrittspforten für den Pilz, der die unverletzte Schale wahrscheinlich nur bei jungen Knollen überwinden kann, kommen vor allem die Augen und Atemöffnungen in Frage, letztere besonders dann, wenn sie durch hohe Bodenfeuchtigkeit gewuchert sind. Ein großer Teil der Knolleninfektionen wird jedoch auch durch Verletzungen, Abschürfungen und feine Schalenrisse ermöglicht, wie sie leicht beim Roden entstehen.

In die Knolle eingedrungen, breitet sich der Pilz bei Temperaturen über 10 bis 12 Grad unabhängig von der äußeren Feuchtigkeit unter Abtötung des Gewebes ständig weiter aus. Wenn nicht ausreichend abgetrocknetes Erntegut bei zu hohen Temperaturen eingelagert wird, kann es zur Sporenbildung auf den Atemöffnungen der Schale kommen. In diesen allerdings nur selten vorkommenden Fällen ist noch auf dem Lager die Ansteckung gesunder durch kranke Knollen möglich. In der Regel beruht die vielfach angenommene Ausbreitung der Krankheit im Kartoffelstapel jedoch darauf, daß schon bei der Einlagerung vorhandene, äußerlich kaum sichtbare, Infektionsstellen erst nach längerer Zeit erkennbar werden.

4. Ausbreitung der Krankheit und Witterungsabhängigkeit

Für die Bildung von Krankheitsherden durch Hochwachsen des Pilzes aus kranken Knollen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Es kann sich um ausgepflanzte Knollen handeln oder um solche, die beim Pflanzen wegen des Vorhandenseins von Faulstellen an Ort und Stelle weggeworfen wurden. In beiden Fällen entsteht die Ansteckungsquelle in-

mitten des auflaufenden Bestandes, wodurch sie besonders gefährlich wird. Vielfach werden jedoch auch beim Pflanzen oder Abräumen der Mieten die kranken Knollen in größeren Mengen zu Haufen zusammengetragen, aus denen dann kranke Stauden aufwachsen, so daß die Krankheit auch von hier ihren Ausgang nehmen kann. Auf diese Weise setzt unter günstigen Witterungsbedingungen eine ständig weiter um sich greifende Verseuchung der umliegenden Felder ein. Im allgemeinen geht die Ausbreitung der Krankheit zunächst auf den Frühkartoffeln vor sich und greift von hier aus auf die späten Sorten über. Deren Befallsstärke wird daher weitgehend von Lage und Entfernung der nächsten Frühkartoffelschläge beeinflusst.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Krankheit ist sehr stark witterungsbedingt. Da die wesentlichen Entwicklungsvorgänge des Pilzes wie Sporenkeimung, Infektion und Bildung der Sporenträger an das Vorhandensein hoher Luftfeuchtigkeit bzw. an längere Blattbefeuchtung gebunden sind, kommt den Feuchtigkeitsverhältnissen entscheidende Bedeutung zu. Demzufolge macht der Krautfäulebefall bei regnerischer Sommerwitterung rasche Fortschritte.

Abgesehen von der Witterung ist die Krankheitsausbreitung auch abhängig von der Dichte und Sortenzusammensetzung des Kartoffelanbaues in den einzelnen Gebieten. Auf anfälligen Sorten bildet der Pilz in kurzer Zeit große Sporenmassen aus, so daß benachbarte Bestände stark gefährdet sind. Dort, wo ein hoher Anteil der Kartoffelanbaufläche aus stark anfälligen Sorten besteht (Frühkartoffelanbaugebiete), ist daher mit einem besonders heftigen Befall auch der weniger anfälligen Sorten zu rechnen.

5. Bekämpfungsmaßnahmen

a) Sortenwahl

Das seit langem von der Züchtung verfolgte Ziel, völlig krautfäule-resistente Sorten zu schaffen, ist bisher noch nicht erreicht worden, da sich der Pilz durch Bildung neuer Rassen ständig an die veränderten Wirtschaftseigenschaften anpaßt. Für unser Gebiet sind bisher 7 *Phytophthora*-Rassen nachgewiesen worden, wovon jedoch nur 3 allgemeine Verbreitung besitzen.

Es gibt indessen eine Reihe von Sorten, die zwar nicht voll resistent sind, aber dennoch eine beachtliche Widerstandsfähigkeit (Feldresistenz) besitzen.

Die in der Deutschen Demokratischen Republik zugelassenen Früh-sorten sind mit Ausnahme von Frühmölle und Vera sämtlich stark krautfäuleanfällig. Von den mittelfrühen Sorten weist der größte Teil mittlere Anfälligkeit auf. Frühnudel und Cornelia sind sehr, Bona und Leona wenig widerstandsfähig. Auch in den späten und mittelspäten Reifegruppen wiegen Sorten mittlerer Anfälligkeit vor. Verhältnismäßig stark haben Aquila, Johanna und Schwalbe unter der Krautfäule zu leiden.

Diese Angaben beziehen sich auf die Anfälligkeit der Blätter, wovon die der Knollen bei einigen Sorten abweicht. So ist bei Frühbote, Bona, Leona, Johanna und Aquila die Widerstandsfähigkeit der Knollen deutlich höher als diejenige des Krautes, während bei Frühmölle das Umgekehrte der Fall ist.

b) Sonstige vorbeugende Maßnahmen

Da die Stärke des Krautfäulebefalls eines Kartoffelfeldes in hohem Maße von der Lage zu der Ansteckungsquelle abhängt, lassen sich viele Schäden schon durch eine zweckmäßige Anbauplanung vermeiden. Wenn irgend möglich sollten Sorten verschiedener Reifegruppen und Krautfäuleanfälligkeit in möglichst großer Entfernung voneinander, auf jeden Fall aber nicht auf dem gleichen Schlag angebaut werden. Diese Forderung wird sich in der Regel in den sozialistischen Großbetrieben, besonders wenn sie einen geschlossenen Flurteil bewirtschaften, ohne große Schwierigkeiten erfüllen lassen.

Beim Abräumen von Mieten und Auspflanzen der Kartoffeln dürfen angefaulte Knollen nicht achtlos liegen gelassen werden, sondern müssen tief vergraben werden. Anderenfalls können sie zum Ausgangspunkt der Krankheitsausbreitung werden.

Vor allem bei stark anfälligen Sorten muß durch frühe Bestellung, Vorkeimung oder Keimstimmung eine Vorverlegung der Wachstumszeit angestrebt werden, da sich die Krautfäuleschäden dann nicht so stark auswirken können.

c) Chemische Bekämpfungsmaßnahmen

Zahlreiche Versuche, die in den letzten Jahren in verschiedenen Teilen Deutschlands durchgeführt wurden, haben ergeben, daß durch die Krautfäulespritzung im Durchschnitt mehrerer Jahre bei Spätsorten eine Ertragssteigerung von 10 bis 15 Prozent und bei Frühsorten von 15 bis 25 Prozent zu erreichen ist. In Jahren starken Krautfäuleauftretens kann der Mehrertrag durch chemische Bekämpfung bei hochanfälligen Sorten jedoch auch über 40 Prozent betragen.

Von der früher ausschließlich verwendeten Kupferkalkbrühe ist man heute zu Fertigpräparaten, vor allem Kupferoxychlorid (Grünkupfer), übergegangen. Bei Verwendung von Mitteln mit 45 Prozent Kupfergehalt (Spritz-Cupral 45) und Ausbringung von 600 l pro Hektar, soll die Konzentration der Spritzbrühe zwischen 0,50 und 0,75 Prozent liegen. Das entspricht einem Mittelverbrauch von 3 bis 4,5 kg je Hektar. Diese Menge muß auch bei geringerer Brühmenge gleich hoch bleiben, wodurch sich deren Konzentration entsprechend erhöht. Das Ausbringen von weniger als 600 l je Hektar ist wegen der unbefriedigenden Wirkung nicht zu empfehlen.

Die in jüngster Zeit entwickelten organischen Fungizide, wie vor allem Thiocarbamat- und Rhodandinitrobenzol-Präparate, können auch in der Krautfäulebekämpfung mit gutem Erfolg eingesetzt werden. Die organischen Wirkstoffe haben bei geringerer Haftfähigkeit und daher in manchen Fällen nicht ganz so guter Wirkung wie die Kupfermittel den Vorteil, daß die bei diesen an jungen Stauden gelegentlich zu beobachtenden Wuchsstöckungen vermieden werden können. Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, den ersten Teil der Behandlungen mit organischen Mitteln, den letzten mit Kupfermitteln vorzunehmen. Die Vorteile beider Gruppen lassen sich auch durch die Verwendung von kombinierten Präparaten miteinander verbinden.

Entscheidend für den Spritzerfolg ist die Wahl des richtigen Zeitpunktes. Spätestens beim Sichtbarwerden von Befallsanzeichen muß die erste Behandlung durchgeführt werden. Setzt diese erst bei fortgeschrittener Erkrankung ein, so ist der Erfolg sehr unsicher und

zwar um so mehr, je anfälliger die Sorte und je günstiger die Witterung für den Krankheitserreger ist. Ebenso falsch wäre es, die Spritzung schon vor dem Vorhandensein einer Infektionsgefahr durchzuführen. Da der Spritzbelag infolge von Abwaschverlusten durch Regenfälle und des ständigen Zuwachses an ungeschützter Blattmasse fortlaufend lückenhafter wird, führen zu frühe Spritzungen nicht selten zum Mißerfolg, besonders dann, wenn die weiteren Behandlungen in zu großen Abständen folgen. Wegen der Schwierigkeiten bei der Wahl des richtigen Spritztermines kommt der Beratung durch den Warndienst des Pflanzenschutzes große Bedeutung zu.

Der Zeitpunkt des Erscheinens der Krankheit kann von Jahr zu Jahr sehr schwanken. Bei den frühen Sorten liegt er zuweilen schon in der ersten Junihälfte, meistens jedoch erst Ende Juni/Anfang Juli, bei den Spätsorten ein bis zwei Wochen später. Da der Befall häufig bei dem Reihenschließen einsetzt, wenn sich die Stauden innerhalb der Zeile zu berühren beginnen, kann dieses Stadium als Anhaltspunkt für die erste Spritzung der frühen und mittelfrühen Kartoffelbestände dienen. Es muß jedoch damit gerechnet werden, daß dieser Zeitpunkt noch zu früh sein kann. Die erste Behandlung der mittelspäten und späten Sorten sollte 7 bis 10 Tage auf den Befallsbeginn in den Frühkartoffelschlägen der Gemarkung folgen. Wenn die Voraussetzungen für eine rasche Durchführung der Spritzung vorhanden sind, wird besser der vom Warndienst bekanntgegebene Termin abgewartet.

Eine einmalige Spritzung führt nur in Ausnahmefällen zu einem gewissen Erfolg. In der Regel sind wenigstens zwei, in Jahren frühen Auftretens der Krankheit drei Behandlungen notwendig. Der günstigste Abstand der Spritzungen schwankt zwischen 10 Tagen und etwa drei Wochen. Er muß bei feuchter Witterung infolge verstärkter Abwaschung des Wirkstoffbelages, raschen Zuwachses an Blattmasse und erhöhter Infektionsgefahr wesentlich kürzer sein als bei anhaltender Trockenheit. Nach Abschluß des Hauptwachstums der Kartoffelbestände, das etwa mit dem Ende der Blütezeit zusammenfällt, sowie bei wenig anfälligen Sorten können die Spritzungen verhältnismäßig weit auseinanderliegen.

Die Spritzmittel benötigen, wenn sie eine gute Haftfähigkeit erreichen sollen, eine gewisse Antrocknungszeit, die je nach Brühmenge und Witterung zwischen 20 und 60 Minuten liegt. Fallen vorher stärkere Niederschläge, so kann sich eine Wiederholung der Spritzung als notwendig erweisen.

In manchen Jahren ist eine gemeinsame Durchführung der Krautfäulespritzung mit der Kartoffelkäferbekämpfung möglich, wobei entweder die beiden Wirkstoffe in den jeweiligen Konzentrationen gemischt oder besser Kombinationspräparate verwendet werden. Ein voller Erfolg einer derartigen kombinierten Behandlung ist jedoch nur dann zu erwarten, wenn sie zu einem Zeitpunkt durchgeführt wird, der sowohl für die Bekämpfung des Kartoffelkäfers als auch der Krautfäule günstig ist. Am häufigsten ist das bei den frühen Kartoffelsorten der Fall, seltener bei den Spätsorten, da bei diesen die erste Behandlung gegen den Kartoffelkäfer für die Krautfäulespritzung zumeist noch zu früh liegt. Bei einem späten Krautfäuleaufreten besteht die Möglichkeit, die erste oder zweite Phytophthora-Behandlung mit der Bekämpfung der Jungkäfer zu verbinden.

Nicht selten werden gegen das Durchfahren hochwüchsiger Kartoffelbestände mit Traktor und Spritzgerät Bedenken erhoben. Es hat sich aber gezeigt, daß selbst bei mehrmaliger Behandlung dichter Spätkartoffelfelder nur geringe Schäden entstehen, die gegenüber der erzielten Ertragssteigerung nicht ins Gewicht fallen. Durch Verwendung von Geräten großer Arbeitsbreite, sorgfältiges Einhalten der Spur und Befahren derselben Zeilen bei allen Behandlungen lassen sich ertragsmindernde Staudenbeschädigungen weitgehend vermeiden.

Eine Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Krautfäulespritzung ergibt für eine zweimalige Behandlung folgendes Bild:

Die Aufwendungen pro Hektar setzen sich wie folgt zusammen: Die Mittelkosten (Spritz-Cupral 45) belaufen sich je nach Aufwandmenge und Einkaufsart auf 13 bis 20 DM, die Spritzkosten bei Ausführung durch die MTS entsprechend den verschiedenen Tarifen auf 2 bis 8 DM und die Kosten für das Wasserfahren bei Gespannzug auf etwa 5 DM. Die Ausgaben für die Spritzung im ganzen liegen demnach zwischen 20 und 33 DM. Ihnen steht an Mehreinnahmen für einen Ertragszuwachs von 20 bis 30 dz unter Berechnung des Erfassungs- bzw. Aufkaufpreises für Einkellerungskartoffeln ein Betrag von 150 bis 300 DM gegenüber. Noch größer als bei den späten Sorten ist die Rentabilität der Spritzung bei den stark phytophthoragefährdeten und höher bezahlten Frühkartoffeln. Gerade bei diesen fällt außerdem noch ins Gewicht, daß der Anteil marktfähiger Ware infolge der geringeren Zahl kleiner Knollen durch die Krautfäulebehandlung erhöht wird. Bei Verwendung als Futter- oder Fabrikkartoffeln ist auch die Steigerung des Stärkegehaltes in Rechnung zu stellen.

Von hoher Wirtschaftlichkeit ist die Krautfäulespritzung auch für den Anbau von Pflanzkartoffeln, insbesondere anfälliger Sorten. Allerdings darf nicht erwartet werden, daß hierdurch die Gefahr der Knolleninfektion beseitigt wird, sondern hierzu sind unbedingt weitere Maßnahmen erforderlich.

d) Maßnahmen gegen die Braunfäule

Durch die chemische Behandlung des Krautes wird vielfach auch der Knollenbefall eingeschränkt, doch keineswegs gänzlich verhindert. Unter besonderen Umständen kann es auch vorkommen, daß diese Wirkung ausbleibt oder sogar in einzelnen Fällen eine Erhöhung der Zahl braunfauler Knollen auf gespritzten Flächen festgestellt werden muß. Die Erklärung hierfür ist darin zu suchen, daß durch eine zwei- oder dreimalige Spritzung die Erkrankung des Laubes im allgemeinen nicht vollständig verhindert werden kann, sondern lediglich um einige Wochen hinausgezögert wird. Dies genügt zwar zur Erzielung einer wesentlichen Ertragssteigerung, jedoch kann die Infektionsgefahr während der Rodung für die Knollen ebenso groß oder sogar noch höher wie bei fehlender Behandlung sein. Weiterhin ist allgemein zu beachten, daß auch in Jahren mit schwachem Krautfäulebefall des Laubes die Knollenerkrankung erheblichen Umfang annehmen kann.

In jedem Falle sind daher, gleichgültig ob der Schlag behandelt wurde oder nicht und ob das *Phytophthora*-Auftreten schwach oder stark ist, Vorsichtsmaßnahmen zur Verhinderung der Braunfäule notwendig.

Dies gilt besonders für den Anbau von Pflanzkartoffeln und Sorten hoher Knollenanfälligkeit.

Als sehr wirksam zur Bekämpfung der Braunfäule hat es sich erwiesen, mit der Rodung 10 bis 14 Tage nach Absterben des Krautes zu warten. Würde hierdurch der Erntetermin zu weit hinausgeschoben, so kann das Einhalten der Wartezeit durch den rechtzeitigen Einsatz des Krautschlägers oder auf kleineren Flächen auch durch andere Maßnahmen erreicht werden. Das in einigen Ländern übliche „Totspritzen“ oder „Abbrennen“ der Stauden mit ätzenden Unkrautbekämpfungsmitteln in hoher Aufwandmenge ist wahrscheinlich nur bei wertvollem Pflanzgut wirtschaftlich tragbar. Die Wirksamkeit der genannten Maßnahmen beruht zum Teil darauf, daß eine Berührung des kranken Laubes mit den Knollen verhindert wird, zum anderen führt die hierdurch erreichte Schalenfestigkeit zu einer Verringerung der Schalenverletzungen und der damit in vielen Fällen verbundenen Phytophthora-Infektionen.

Besonders stark gefährdet sind Knollen, die bei feuchtem Wetter gerodet werden, vor allem dann, wenn sie vor dem Aufsammeln längere Zeit liegen bleiben. Läßt sich die Ernte nicht bei trockener Witterung durchführen, dann sollte das Erntegut zumindest vor der Einlagerung oder dem Transport in einem gut gelüfteten Schuppen abgetrocknet werden.

Verluste durch die Braunfäule und namentlich durch die in ihrem Gefolge vielfach entstehende Naßfäule können durch einwandfreie Lagerung in Grenzen gehalten werden. Bei Lagertemperaturen unter sieben Grad kann sich der Pilz in der Knolle nicht weiter ausbreiten, sondern stirbt in vielen Fällen ab. Unsachgemäße Lagerung führt dagegen in stark von der Braunfäule befallenen Partien vielfach zur raschen Fäulnis.

Als vorbeugende Maßnahme ist auch die sorgfältige Untersuchung des einzulagernden Erntegutes auf Befall zu nennen. Diese ergibt allerdings frühestens 14 Tage nach der Rodung ein zuverlässiges Bild. Vorher ist die Braunfäule in der Regel nur schwer zu erkennen, weshalb kranke Knollen bei dem sofort nach der Ernte vorgenommenen Auslesen zumeist nicht erfaßt werden.