



Krautfäulebekämpfung in Kartoffeln nach den Empfehlungen der Prognosemodelle SIMPHYT 1 und SIMPHYT 3

Die Kraut- und Knollenfäule, *Phytophthora infestans*, ist weltweit der bedeutendste Schaderreger der Kartoffel. Diese Pflanzenkrankheit verursacht alljährlich auch in Deutschland Verluste in Millionenhöhe.

Problematik

Aufgrund der Eigenschaften dieser aggressiven Pilzart muss unter allen Umständen eine epidemieartige Ausbreitung des Erregers in Praxisflächen verhindert werden. Eine besondere Gefahr geht dabei von der hohen Anpassungsfähigkeit des Pilzes aus. Im gesamten Vegetationsverlauf kann sich die Ausgangssituation mehrmals ändern. Für den Landwirt heißt das, dass er jederzeit flexibel sein muss, um seine Bekämpfungsstrategie anzupassen. Daraus lässt sich ableiten, dass die Bekämpfung dieser Krankheit für die Landwirte und Berater im integrierten Kartoffelanbau alljährlich eine sehr große Herausforderung darstellt.

Rechtzeitiger Spritzstart, der optimale zeitliche Spritzabstand und die passende Fungizidtaktik sind dabei die wesentlichsten Kriterien einer effektiven Bekämpfung dieser Pflanzenkrankheit. Über die beiden rechnergestützten Prognosemodelle SIMPHYT 1 und SIMPHYT 3 soll dieser bedeutende Fortschritt bei der Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule erzielt werden. Der Nutzer soll durch die Modelle vor allem darin Unterstützung finden, dass er daraus alle notwendigen Informationen beziehen kann, die er für eine fachgerechte Behandlung der Kartoffelbestände benötigt. Im Vordergrund stehen dabei wichtige Entscheidungskriterien mithilfe derer die bisherige Kraut- und Knollenfäule-Bekämpfungsstrategie optimiert werden kann.

Strategie

In einer 3-jährigen Landesversuchsreihe wurde überprüft, ob der Spritzstart gegen Krautfäule durch das Prognosemodell SIMPHYT 1 optimiert und in der Folge durch Berücksichtigung des regionalen Infektionsdruckes nach SIMPHYT 3 die bisherige Bekämpfungsstrategie gegen Krautfäule korrigiert werden kann. Die Ergebnisse der beiden Warndienstsysteme mussten denen der nach ortsüblichen Richtlinien behandelten Gesundvariante standhalten. In einer Kooperation zwischen dem Saatbauamt Donaueschingen (jetzt Außenstelle des LTZ Augustenbergs) und der Landesanstalt für Pflanzenschutz (ehemals LfP jetzt LTZ Augustenberg) wurden zur Klärung dieser Fragen 6 Versuche durchgeführt, die die Aussagen der beiden Prognosemodelle zur Krautfäulebekämpfung mit den Realitäten vor Ort gegenüberstellen sollten. Ausgangspunkt der Untersuchungen waren eine bis zum Saisonende unbehandelte Kontrolle, eine als Gesundvariante konzipierte und dabei vollkommen an die örtlichen Gepflogenheiten angepasste Behandlungsstrategie, sowie eine am prognostizierten Infektionsdruck orientierte Variante. Die FungizidAuswahl war in allen Fällen freigestellt, sollte aber v.a. wirkungs- und kostenorientiert erfolgen. In der Folge richtete sich der Behandlungsmodus im Falle der Gesundvariante ausschließlich an der von den Herstellern angegebenen Wirkungsdauer der einzelnen Produkte. Im Falle der an den Prognoseaussagen orientierten Maßnahmen erfolgte die Behandlung in jedem Fall nach dem jeweils prognostizierten Infektionsdruck.



Wie arbeiten die Prognosemodelle

Witterungsereignisse spielen in der Systematik der beiden Prognosemodule eine zentrale Rolle und stehen daher im Mittelpunkt der Verfahren. Infektionsbedingungen werden anhand von graphischen Darstellungen ausgegeben, so dass der Nutzer die mögliche Entwicklung der Krautfäule zu jeder Zeit auch optisch vor Augen hat.

Das Modell SIMPHYT 1 prognostiziert die Wahrscheinlichkeit des Erstauftretens von Krautfäule (*Phytophthora infestans*) an Kartoffeln im Bereich einer Wetterstation. Das Programm berechnet den Epidemiebeginn der Krautfäule für 8 Auflaufterminklassen und zwei Gefährdungsgruppen, wovon die drei Auflaufterminklassen veröffentlicht werden, die für die betreffende Region am zutreffendsten sind. Ziel des Verfahrens ist es, den optimalen Tag für den Spritzbeginn prognostisch zu ermitteln, um im weiteren Verlauf der Vegetation vorzeitige Behandlungsmaßnahmen abzuwenden, die aus fachlicher und ökonomischer Sicht vermeidbar wären.

Dafür berechnet SIMPHYT 3 den Infektionsdruckverlauf der Krautfäule der Kartoffel (*Phytophthora infestans*). Dieser Infektionsdruck ist in 5 Klassen von "sehr niedrig" bis "sehr hoch" eingeteilt. Daraus lassen sich nicht nur Empfehlungen zum Spritzabstand und den zu wählenden Fungiziden ableiten. In einer graphischen Darstellung bekommt der Nutzer die Phytophthora-Effizienz angezeigt, d.h. wie günstig die Witterungsbedingungen am jeweiligen Tag für die Entwicklung der Krautfäule sind (**Abb. 1**). Die Werte liegen dabei zwischen 0 (kein Wachstum von Krautfäule möglich) und 1 (optimale Bedingungen für Neuinfektionen). Folgen im Vegetationsverlauf 7 Tage mit einer Phytophthora-Effizienz von 0 hintereinander, können die Spritzabstände deutlich verlängert werden. Im Gegensatz dazu, beispielsweise über längere Feuchteperioden hinweg, kann das 3er-Modul auch helfen, die Spritzabstände entsprechend zu verkürzen. Die Berechnungen der Abstände für einzelne Schläge erfolgen über einen, im System integrierten, Taschenrechner. Bei dieser Berechnung finden Standortfaktoren wie das Krautwachstum, die Sortenanfälligkeit, sowie Angabe des Wirkungsspektrums der zu wählenden Mittel (Kontakt- oder (teil)systemischer Mittel) und tagesaktuelle Niederschlagswerte Berücksichtigung. Diese Angaben spielen bei der Berechnung des Spritzabstandes eine wichtige Rolle. Eine direkte Mittelempfehlung erfolgt derzeit noch nicht.

Ergebnisse

Die Versuchsfrage, nach der Optimierung des Spritzstarts, ist nach 3 Versuchsjahren und den damit verbundenen Erkenntnissen eindeutig mit ja zu beantworten, und zwar sowohl in schwierigen als auch in leichten Befallsjahren. Im gesamten Untersuchungszeitraum gab es zu Behandlungsbeginn an keinem der Standorte Vorbefall durch Krautfäule. Das Befallsniveau bei den Abschlussbonituren lag am Standort Donaueschingen dabei zwischen 0 und 100%.

Die drei Versuchsjahre hatten sehr unterschiedliche Witterungsverläufe. Die Infektionsbedingungen waren daher ebenfalls sehr unterschiedlich. Tabelle I zeigt die Daten für die drei Versuchsjahre und die Jahre zuvor am Standort Donaueschingen. Während in 2001 der Spritzstart deutlich zu früh (28 Tage) prognostiziert wurde, war es im darauffolgenden Jahr 2002 mit nur 7 Tagen äußerst knapp. Im Anschluss an den ersten Spritztermin können dann mit dem Programm SIMPHYT 3 via Internet schlagspezifisch die weiteren Behandlungen optimiert werden.

Die einzelnen Jahre zeigten am Standort Donaueschingen folgendes:

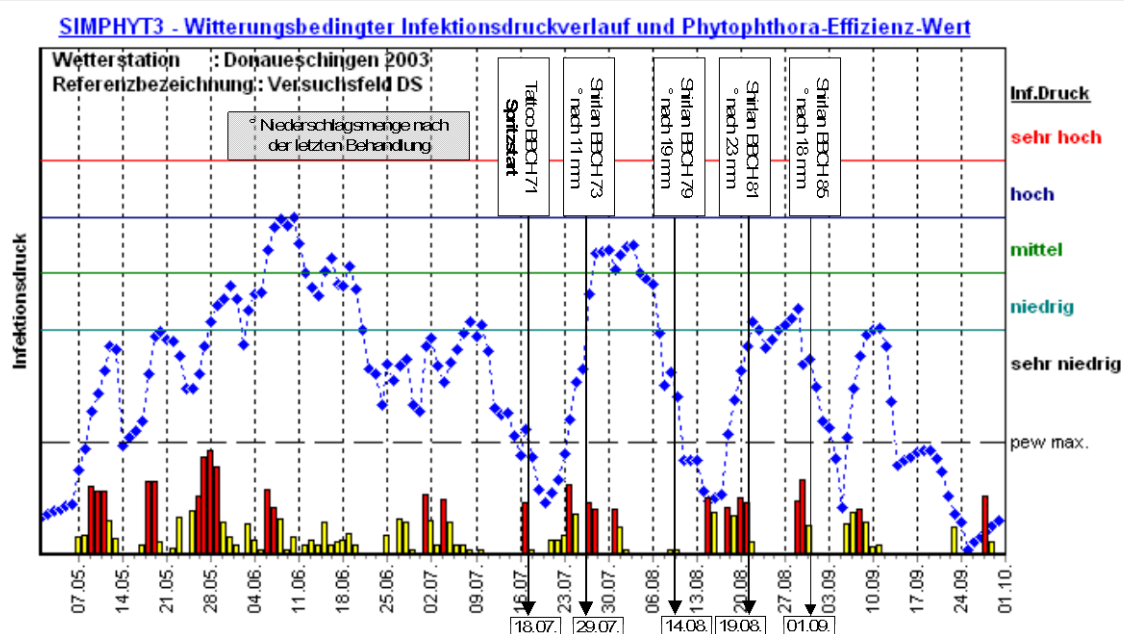
2001: Da zum Zeitpunkt des errechneten Spritzbeginns der Infektionsdruck sehr niedrig war, erfolgte die Erstbehandlung mit einem Kontaktfungizid. Gegenüber der Gesundvariante (Spritzbeginn am 13.06.) konnte eine Behandlung eingespart werden. Den Epidemieverlauf schätzte das Prognosemodell **SIMPHYT 3** richtig ein. Aufgrund der Niederschläge während der Vegetation musste der Spritzbelag trotz niedrigem Infektionsrisiko in kürzeren Abständen erneuert werden. Dies führte dazu, dass insgesamt sechs Behandlungen für die Gesunderhaltung des Kartoffelbestandes notwendig waren. Die Krautfäule trat in der unbehandelten Kontrollparzelle erst ab Mitte August verstärkt auf. Bei der Befallsbonitur Mitte September wurde ein Befall (Blatt/Stängel) von 99/88 % festgestellt. Aufgrund

der sehr spät einsetzenden Krautfäule wurde in den behandelten Parzellen ein Mehrertrag von \varnothing 26% gegenüber der unbehandelten Kontrollparzelle erreicht.

2002: Die sehr hohen Niederschläge von Juli bis zur Ernte verursachten in diesem Jahr einen hohen Krautfäuledruck. Erschwerend kam hinzu, dass die Bestände aufgrund langanhaltender Niederschläge häufig nicht zum optimalen Termin befahrbar waren und durchgeführte Spritzungen bei nachfolgenden Starkniederschlägen nicht voll zur Geltung kamen. Der Befall breitete sich sehr schnell aus. Innerhalb einer Woche war die unbehandelte Kontrollparzelle zu 50 % mit Krautfäule befallen. Die erste Fungizidmaßnahme wurde im Jahr 2002 noch rechtzeitig durchgeführt.

Durch den um zwei Wochen später errechneten Spritzbeginn konnte gegenüber der Gesundvariante (Behandlungsbeginn 02.07.) eine Fungizidanwendung eingespart werden. Den Epidemieverlauf schätzten das Prognosemodell SIMPHYT richtig ein. Aufgrund der sehr hohen Niederschläge während der Vegetation musste der Kartoffelbestand in kürzeren Abständen bzw. sobald der Acker befahrbar war, erneut behandelt werden. Dies führte dazu, dass insgesamt 6-7 Behandlungen für die Gesunderhaltung des Kartoffelbestandes notwendig waren. Die Prognosemodellvariante zeigte in der Krautfäulebonitur einen höheren Befall auf, als die Gesundvariante. Dies ist vermutlich auf die Behandlungsmaßnahme am 31.07. mit Kontaktmitteln zurückzuführen. Durch das starke Auftreten von Alternaria, wurde bei SIMPHYT das Mittel Polyram WG eingesetzt. Unmittelbar nach der Behandlung regnete es über 30 mm. Somit war bei diesen Varianten bis zur erneuten Behandlung am 05.08. so gut wie kein Fungizidschutz mehr vorhanden. Dies führte zu einer sehr starken Infektion des Kartoffelbestandes. Deutliche Unterschiede zwischen der Gesund- und der Prognosemodellvariante wurden erst vier Wochen später bei der Abschlussbonitur festgestellt. Hier schnitt die Modellvariante deutlich besser ab.

2003: Durch den um vier Wochen später errechneten Spritzbeginn von SIMPHYT 1 (Behandlungsbeginn 18.07. BBCH 71) konnten gegenüber der Gesundvariante zwei Fungizidanwendungen eingespart werden. Anfang Juni und Ende Juli wurde von SIMPHYT ein kurzfristig mittlerer Infektionsdruck prognostiziert. In dieser Zeit konnten früh morgens auch stärkere taunasse Bestände beobachtet werden. Trotzdem kam es zu keinem Ausbruch der Krautfäule, da die Bedingungen durch die extreme Bodentrockenheit sehr ungünstig waren. Aufgrund der höheren Niederschläge (>10 mm nach der Behandlung) im Monat August musste aufgrund der Empfehlungen des Prognosemodells innerhalb von zwei Wochen der Bestand in kürzeren Abständen mit Kontaktfungiziden behandelt werden. Dies führte dazu, dass je nach Variante insgesamt 5-8 Behandlungen zustande kamen.



Insgesamt kann man eine positive Bilanz ziehen. Der Spritzstart wurde in den drei Versuchsjahren nie zu spät prognostiziert. In der SIMPHYT-Variante wurden am Standort Donaueschingen \varnothing nur 5,7 Behandlungen durchgeführt, während in der Gesundvariante 7 Behandlungen notwendig waren. (siehe Tabelle II). Die Mittelkosten konnten durch die Erhöhung des anteiligen Einsatzes von Kontaktmitteln im Vergleich zur Gesundvariante zusätzlich bewusst gedrückt werden. Neben dem Kostenvorteil muss auch die Sicherheit hervorgehoben werden. Das Programm ist nur ein Hilfsmittel und ersetzt keinesfalls die Bestandeskontrolle vor Ort.

Tabelle I: Errechneter Spritzstart von SIMPHYT I

Jahr	SPRITZBEGINN Betrieb				Erstauftreten der Krautfäule [Ⓐ]		Tage nach Spritzbeginn von SIMPHYT I
	Datum	EC	Datum	EC	Datum	EC	
1996 ^①	04.07.	49	18.07.	61	02.08.	69	15
1997 ^②	18.06.	35	01.07.	40	15.07.	51	14
1998 ^③	19.06.	41	22.06.	41	06.08.	75	45
1999 ^④	16.06.	35	20.06.	39	30.06.	51	10
2000 ^⑤	14.06.	50	30.06.	60	31.07.	71	31
2001 ^⑤	13.06.	39	25.06.	49	23.07.	65	28
2002	19.07.	60	19.07.	60	26.07.	63	7
2003	20.06.	73	18.07.	71	-		

[Ⓐ] in der Kontrollparzelle ^① - ^④ Ausgangsverseuchung gering (im Vorjahr kein starker Kraut- und Braunfäulebefall im Ausgangspflanzgut) ^⑤ Ausgangsverseuchung hoch

Tabelle II: Anzahl Spritzungen (davon reine Kontaktmittel) und Fungizidkosten

Jahr	Anzahl der Spritzungen		Kosten in €/ha	
	Gesundvariante	SIMPHYT	Gesundvariante	SIMPHYT
2003	7 (4)	5 (4)	261	180
2002	7 (1)	6 (2)	276	206
2001	7 (3)	6 (5)	544	405
MW	7 (2,7)	5,7 (3,7)	360	264

Die Frage ob die bisherige Bekämpfungsstrategie gegen Krautfäule in Zukunft korrigiert werden kann beantwortet sich im Detail so: Im Versuchszeitraum hat sich gezeigt, dass die exakte Bestimmung des Erstbehandlungstermins (SIMPHYT 1) von entscheidender Bedeutung ist. Dem Befallsdruck und Wachstum angepasste Spritzabstände haben sich als Spritzstrategie für Folgespritzungen bewährt. Das Prognosemodell SIMPHYT 3 gibt hierbei wertvolle Unterstützung über den aus den Wetterdaten errechneten Infektionsdruck, den Termin der nächstfolgenden Behandlung und die schlagspezifische Spritzabstandsermittlung. Besonders wichtig ist, dass der Epidemieverlauf durch SIMPHYT 3 richtig abgeschätzt wird. In der Folge verdeutlichen die Versuche einmal mehr die Bedeutung der Spritzabstände unter schweren aber auch unter leichten Rahmenbedingungen. In den drei Jahren wurden die Behandlungsintervalle an allen Standorten richtig bestimmt. Hier nimmt der Anwender entscheidenden Einfluss auf den erfolgreichen Einsatz der Modelle. Der Berater hat die Möglichkeit das Modell zielorientiert durch die Saison zu lenken. Er hat es in der Hand, und kann das Modell SIMPHYT 3 durch seine standort- und kulturspezifischen Eingaben so steuern, dass es für die jeweilige Bestandsführung optimal ist. Unter Berücksichtigung der

Witterungsverhältnisse, der örtlichen Gegebenheiten und der Programmaussage (mit Wahrscheinlichkeitsangaben), bestimmt der Berater darüber, ob z.B. Kartoffelbestände aufgrund hoher Niederschläge während der Vegetation in verkürzten Abständen behandelt werden müssen oder nicht, oder ob aufgrund günstiger Witterungseinflüsse das Behandlungsintervall verlängert werden kann oder auch nicht. Für den Landwirt gilt es vor allen Dingen, sich bei der Entscheidung zu einer Folgebehandlung die Einflussfaktoren wie z.B. Niederschläge, Sortenanfälligkeit und vor allem das Krautwachstum (Verkürzung bzw. Verlängerung des Spritzabstandes) zu berücksichtigen. Er entscheidet auch darüber, welches Mittel oder welche Mittelkombination zum Einsatz kommt. Seine Eingaben werden in SIMPHYT 3 aufgenommen, und dadurch eine optimale schlagspezifische Behandlungsabfolge gewährleistet, die sich auch auf die regionale Ebene umsetzen lassen. Die Beratung wird bei der nächsten Prognoseabfrage mittel- und befallsspezifisch sowie an der Witterung orientiert aufgebaut. Über die Auswahl des Mittels legt der Nutzer fest, in welchem Zeitraum die nächste Behandlung empfohlen wird. Im Versuchszeitraum konnten an der Witterung und am tatsächlichen Befallsgeschehen orientiert in den Jahren 2001 und 2002 im Vergleich zu den ortsüblichen Standardbehandlungen 1-2 Behandlungen eingespart werden. Aufgrund der außerordentlichen Witterungsverhältnisse stieg die Anzahl der eingesparten Anwendungen 2003 auf bis zu 4 Behandlungen. Die Behandlungsintensität war entsprechend der Witterungsbedingungen 2003 wesentlich geringer. Betrachtet man die praxisorientierten Varianten, so zeigt sich, wie notwendig es gerade im Kartoffelanbau ist, zuverlässige Prognosesysteme im Einsatz zu haben. Denn nur dadurch kann eine weitestgehend bedarfsorientierte Behandlungsweise der Bestände ermöglicht werden.

War der Einsatz des Prognosemodells auch wirtschaftlich?

Über die Jahre hinweg war die nach SIMPHYT behandelte Variante ebenbürtig mit den ortsüblichen Varianten. Im Durchschnitt der dreijährigen Berechnung liegt SIMPHYT auch nach Abzug der Pflanzenschutz- und Ausbringungskosten ca. 80.- € vor den ortsüblichen Behandlungsmaßnahmen. Bei verringerter Behandlungsintensität wird also der gleiche wirtschaftliche Erfolg erzielt.

Grenzen der Krautfäule-Prognose

Für die Festlegung der Behandlungstermine werden mit SIMPHYT 1 und 3 ausschließlich die Infektionswahrscheinlichkeiten für die oberirdischen Pflanzenteile berechnet. Mögliche Infektionen, die über den Blattapparat erfolgen und von benachbarten, infizierten Beständen, oder von den Blättern infizierter Nachbarpflanzen ausgehen, werden durch die beiden Prognosemodule gut erfasst.

Die Praxis kann aber in Bedrängnis kommen, wenn Staunässe im Bestand verstärkt zu Stängelinfektionen führt oder die Datenbasis, wie z.B. Lage der Wetterstation, Standortfaktoren oder Sortenfragen für die SIMPHYT-Modelle falsch gewählt wird. Der informelle Austausch zwischen Anbau und Beratung ist daher wichtigste Grundlage für einen erfolgsversprechenden Einsatz dieses Systems. Nicht anwendbar ist die Prognose bei Folien-, Vlies- und Beregnungsflächen. Sind Abfallhaufen in der Nähe der Ackerfläche ist Vorsicht geboten. Auch im kleinparzellierten Anbau sind andere Maßstäbe zu setzen als bei großflächiger Produktion. Auch bodenbürtige Infektionen werden nicht abgebildet. Eine zunehmende und daher ganz besondere Gefahr kann von latenten Infektionen ausgehen, die direkt von den Knollen ausgehen und meist als Symptome der Stängelphytophthora zum Vorschein treten. Der Myzel- und Sporangientransport hin zur Nachbarknolle erfolgt in diesem Fall unbemerkt über das Bodenwasser - die gnadenlose Infektion der neu austreibenden Stängel ist das Resultat. Gelangen sog. Oosporen beim Kartoffellegen an die Bodenoberfläche oder in die obersten Bodenschichten, können Stängeltriebe beim Hochwachsen ebenfalls infiziert werden. All diese Kriterien werden momentan noch nicht von den Modellen erfasst.

Schlussfolgerung

Die dreijährigen Ergebnisse zeigen, dass die beiden Prognosemodelle heute durch ihre exakte Wetterdatenauswertung einen kleinen, dafür aber ganz entscheidenden Mosaikstein bilden, um die Phytophthora erfolgreich bekämpfen zu können. Der Praktiker kann anhand der regionalen Prognose seine Behandlungsstrategie optimieren. Durch den Einsatz des Prognosemodells erhält er auch

wichtige detaillierte Informationen über den tagesaktuell möglichen Infektionsdruck sowie eine daran orientierte Abschätzung der regionsspezifischen Behandlungsnotwendigkeit.

Auch die Auswahl der Mittel, die dem Praktiker durch SIMPHYT freilich nicht abgenommen wird, ist von Bedeutung für eine erfolgreich arbeitende Krautfäuleprognose. Eine schlechte Mittelwahl, die unter allen Umständen in die nachfolgenden Beratungen einbezogen werden muss, führt in der Regel zu einer Erhöhung der Behandlungsintensität.

Fazit der Versuche ist, dass das Aufrechterhalten starrer Spritzfolgen aus fachlicher Sicht nicht mehr zeitgemäß ist. Gegenüber einer am praktischen Bedarf orientierten Gesundheitsvariante, wo streng nach Rhythmus behandelt wird, ergeben sich durch die Berücksichtigung des regionalen Infektionsdruckes nach SIMPHYT 3 ganz entscheidende Vorteile, so werden beispielsweise vorzeitige oder gar unnötige Behandlungsmaßnahmen vermieden. In der Folge ergibt sich daraus, dass der Kartoffelanbau nicht nur wirtschaftlicher wird, sondern dass er sich auch den integrierten Pflanzenschutzzielen deutlich nähert. Die SIMPHYT 1- und 3-Modelle reagieren sehr sensibel auf Witterungseinflüsse und können auf derzeitigem Entwicklungsniveau optimal in der praktischen Beratung des Kartoffelanbaus eingesetzt werden. Der erfolgreiche Einsatz steht oder fällt wie bei allen bekannten Modellen mit dem Anwender. Mit Hilfe der Modellaussagen kann der integrierte Kartoffelanbau weiter vorangebracht werden. In der Folge eines optimalen Einsatzes der Prognosemodelle wird sich das wirtschaftliche Ergebnis der Kartoffelanbaubetriebe nicht nur über die Ertragshöhe, sondern auch durch die Qualität regulieren, denn negative Einflüsse darauf wurden in den drei Versuchsjahren auch bei verminderten, aber gezielten Behandlungsintensitäten nicht festgestellt.

Tagesaktuelle Krautfäule-Befallsprognosen

Empfehlungen und Warnhinweise des amtlichen Pflanzenschutzdienstes Baden-Württemberg können derzeit auf den Internetseiten <http://www.pflanzenschutz-bw.de> und www.isip.de abgerufen werden.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Landwirtschaftliches Technologiezentrum
Augustenberg (LTZ)
Neßlerstr. 25
76227 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 9468-0

Fax: 0721 / 9468-209

eMail: poststelle@ltz.bwl.de

Internet: www.ltz-augustenberg.de

Bearbeitung und Redaktion:

LTZ Augustenberg
Bernhard Bundschuh, Peter Krämer
Ref. 31: Integrierter Pflanzenschutz im Ackerbau und
Grünland, Pflanzenschutzgerätetechnik, Warndienst;
LTZ Augustenberg - Außenstelle Donaueschingen -
Hans-Jürgen Meßmer, Ludwig Käppeler
Ref. 13: Saatgutenerkennung und Versuchswesen

Stand: Juli 2014