Kartoffelanbau: Krautfäuleberatung via Internet

Tomke Steenblock und Hans-Rudolf Forrer, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich
Auskünfte: Tomke Steenblock, e-mail: tomke.steenblock@fal.admin.ch Fax+41 (0)1 377 72 01, Tel. +41 (0)1 377 72 39

Seit Mai 2001 steht den Schweizer Kartoffelproduzenten das Warn- und Prognosesystem PhytoPRE+2000 zur Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel auf dem Internet unter www.phytopre.ch zur Verfügung. Hauptelemente dieses Beratungssystems sind die momentane Krautfäule-Situation in der Schweiz und ein Modell, das aus aktuellen und prognostizierten Wetterdaten die Hauptinfektions- und Sporulationsperioden (HISPs) des Erregers *Phytophthora infestans* berechnet. Da einzelne Wetterereignisse für die Entwicklung der Epidemie eine grosse Rolle spielen, ist für eine effiziente Beratung ein schneller Informationsweg entscheidend. Das Internet bot sich als ideales Medium an. Mit PhytoPRE+2000 hat die FAL ein neues, vollständig überarbeitetes interaktives Warn- und Prognose-System entwickelt. Dieses ermöglicht eine parzellenspezifische Beratung, die einen wesentlichen Beitrag zu einer effizienten und gleichzeitig ökologischeren Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule leistet.

Abb. 1a. Symptome der Krautfäule.

Abb. 1b. Symptome der Knollenfäule.

Die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel, hervorgerufen durch den Pilz *Phytophthora infestans*, ist immer noch die gefährlichste Krankheit im Kartoffelanbau (Abb. 1). In der Schweiz bricht die Krankheit in den Kartoffel-Hauptanbaugebieten meist sehr früh, das heisst zwischen anfangs und Mitte Mai, aus. Da das Angebot an Krautfäule resistenten Sorten klein ist und diese auf dem Markt kaum erhältlich sind, werden in der Schweiz hauptsächlich hoch- und mittelanfällige Sorten angebaut. Um die Krankheit unter Kontrolle zu halten, wenden viele Produzenten vom Reihenschluss bis zum Ende der Saison Fungizide in Abständen von sieben bis zehn Tagen an. So werden in der Schweiz durchschnittlich fünf bis zehn Behandlungen pro Jahr ausgeführt (Schepers, 2000).

Computergestütztes Warn- und Prognosemodell

Zur Unterstützung der Bauern in ihrem Kampf gegen die Kraut- und Knollenfäule und um den Einsatz von Fungiziden zu reduzieren, wurde an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) das computergestützte Warn- und Prognosemodell PhytoPRE entwickelt (Forrer *et al*., 1993). Dieses berücksichtigt für die parzellenspezifischen Fungizid-Empfehlungen verschiedene Faktoren: den ersten Krautfäulebefall in der Schweiz, die Sortenanfälligkeit, das Wachstumssta-

Abb. 2. Zur Überwachung der Krautfäule-Epidemie werden unbehandelte Binjte-Rasterflächen wöchentlich kontrolliert. Kleines Bild: Stängelbefall

dium des Bestandes, die Niederschlagsmenge seit der letzten Behandlung sowie ein minimales und maximales Spritzintervall.

Um zuverlässige Informationen über das erste Auftreten von Krautfäule und den Epidemieverlauf zu erhalten, wurden seit 1989 zwei Beobachtungsnetze zwischen der FAL, den Kartoffelproduzenten und -produzentinnen, den Beratern und den kantonalen Pflanzenschutzstellen (KZP) aufgebaut: ein Monitoring zur Erfassung des ersten Krautfäule-Befalls und ein Rasterflächen-Beobachtungsnetz.

Rasterflächen sind kleine unbehandelte Bintje-Flächen, die über das ganze Kartoffelanbaugebiet verteilt angebaut werden (Abb. 2). Sobald sie befallen sind, wird dies sofort der FAL mitgeteilt. Anhand dieser Informationen können Epidemien der einzelnen Jahre miteinander verglichen werden. Der gesamte Informationsaustausch im PhytoPRE-System erfolgte vorerst mit der Post.

Fungizideinsparungen dank HISP-Modell

Das Warn- und Prognosemodell PhytoPRE gewährleistete zwar eine sichere Kontrolle der Kraut- und Knollenfäule. Ausser in wenigen Jahren waren Fungizideinsparungen wegen den meist frühen Epidemien, den damit verbundenen frühen Erstbehandlungen und dem eher konservativen Ansatz für die Folgespritzungen gering. Mit dem Ziel, den Fungizid-Verbrauch zu reduzieren und ein befalls- und wetterereignisbezogenes Modell zu entwickeln, wurden epidemiologische Feldstudien durchgeführt und das neue Hauptinfektions- und Sporulationsperioden-Modell (HISP) entwickelt (Cao *et al.*, 1996, 1997).

Seit 1996 wurde das HISP-Modell intensiv in Feldversuchen geprüft. Im Vergleich zum «alten» PhytoPRE und anderen internationalen Prognosemodellen hat sich gezeigt, dass das HISP-Modell ein zuverlässiges Instrument ist, um die Krautfäule gezielt, das heisst kurz vor oder nach Infektionsperioden, zu bekämpfen und gleichzeitig rationell mit Fungiziden umzugehen (Abb. 3). Mit dem neuen HISP-Modell können in eher trockenen Jahren bis zu 30 % der Behandlungen eingespart werden. In regenreichen Jahren gibt es zwar kaum Einsparungen, aber die Krankheit wird sicher bekämpft (Steenblock *et al.*, 2000).

Da Behandlungen kurz vor oder nach HISP-Ereignissen zu applizieren sind, war der Informationsaustausch mit der Post nicht mehr genügend schnell. In Zusammenarbeit mit den Produ-

Abb. 3. Das Hauptinfektions- und Sporulationsmodell (HISP) wurde in Feldversuchen entwickelt. Kleines Bild: Wetterstation

zenten, den kantonalen Pflanzenschutzstellen (KZP) und den Sponsoren von PhytoPRE haben wir uns für eine Internetversion entschieden und diese auf einem öffentlich zugänglichen Server in Bern installiert. Die Hälfte der Projektkosten wird von den Trägerorganisationen der Kartoffelbranche Swisspatat, den KZP sowie den Produzenten und Produzentinnen getragen. Die andere Hälfte finanziert die FAL.

Information in drei Detaillierungsgraden

Seit Mai 2001 steht das neue PhytoPRE+2000 den Produzenten auf dem Internet unter www.phytopre.ch zur Verfügung (Abb. 4). Zur Nutzung des Systems benötigen die Teilnehmer den Browser Internet Explorer 5.0 oder Netscape Navigator 4.5 oder eine höhere Version. PhytoPRE+2000 kann für allgemeine und regionale Krautfäule-Informationen oder zur parzellenspezifischen Fungizidberatung genutzt werden. Folgende Angebote stehen zur Auswahl:

- Kostenlose Informationsseite mit Angaben zur aktuellen Befallssituation und Zugang zur Fungizid- und Sortenliste

- Abonnement 1: mit detaillierten Informationen zur Krautfäule-Befallslage (Karte/Liste) und der Anzeige der Krautfäule-Befallstage (HISP) von 32 MeteoSchweiz Wetterstationen, sowie wöchentlich aktualisierte Krautfäule-Bulletins (Kosten: 30.- Franken pro Saison)

- Abonnement 2: wie Abonnement 1, zusätzlich parzellenspezifische Behandlungsempfehlungen (Kosten: 50.- Franken pro Saison)

Die Landwirte können sich selbst ab Mitte April unter der oben angegebenen Internet-Adresse anmelden. Je nach Teilnehmertyp sind verschiedene Angaben erforderlich: Für Abonnement 1 sind Teilnehmerangaben wie Name und Adresse sowie eine repräsentative MeteoSchweiz-Wetterstation, die vom Programm vorgeschlagen wird, nötig. Parzellenspezifische Daten sind nicht notwendig, da dieses Angebot keine Fungizidberatung beinhaltet. Abonnement 2 benötigt die gleichen Angaben wie Abonnement 1, für die Fungizidempfehlungen müssen jedoch zusätzlich parzellenspezifische Daten, wie zum Beispiel die angebaute Kartoffelsorte, eingegeben werden (Abb. 5). Nach Eingabe von Adresse und

Abb. 4. Homepage von PhytoPRE+2000. Der Zugriff auf die rot beschrifteten Menüpunkte ist nur mit Registrierung möglich. Für die anderen Angebote ist der Zugriff frei.

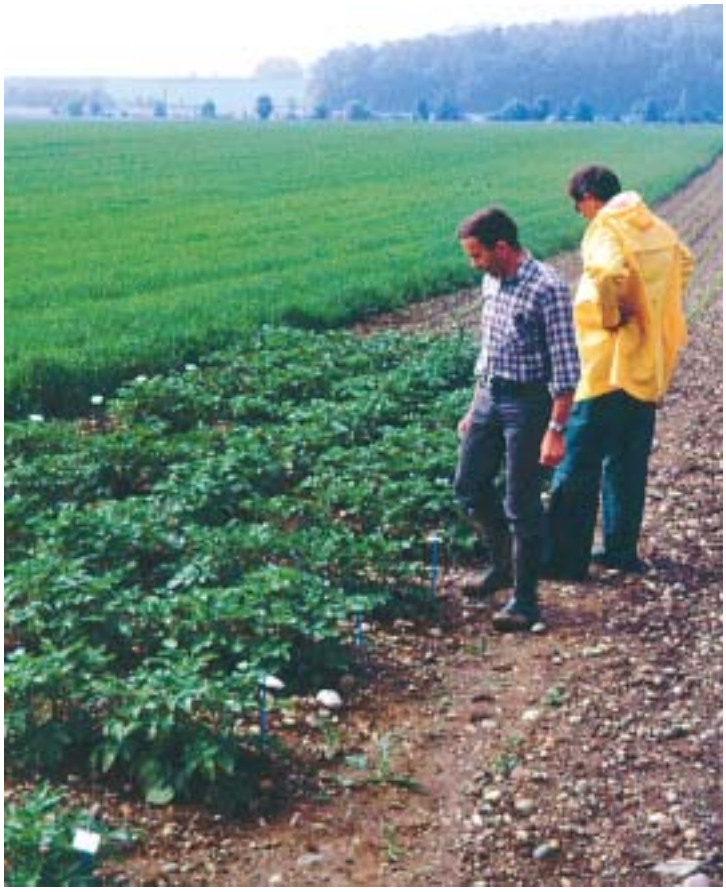


Abb. 5. In zahlreichen Kantonen wird zur Überprüfung der Krautfäule-Anfälligkeit ein Sortenversuch angelegt.

Wohnort wird dem Teilnehmer zu seiner Identifikation ein Benutzername zugeteilt und er selbst muss ein Passwort wählen. Sobald der entsprechende Teilnehmerbeitrag bei der FAL eingetroffen ist, wird der Zugang zu den einzelnen Angeboten freigegeben.

Von der aktuellen Krautfäulesituation...

Die Registrierung neuer Befallsmeldungen kann über die FAL oder direkt über autorisierte Personen, zum Beispiel KZP, vorgenommen werden. Die PhytoPRE-Teilnehmer und Teilnehmerinnen können ebenfalls Befälle eingeben, diese werden jedoch in einem ersten Schritt nur für ihre eigenen Abfragen berücksichtigt. Nach Überprüfung der Meldung wird der Krautfäulebefall anschliessend für alle Benutzer und Benutzerinnen aktiv. Dieses Vorgehen wurde eingeführt, um Fehleingaben und

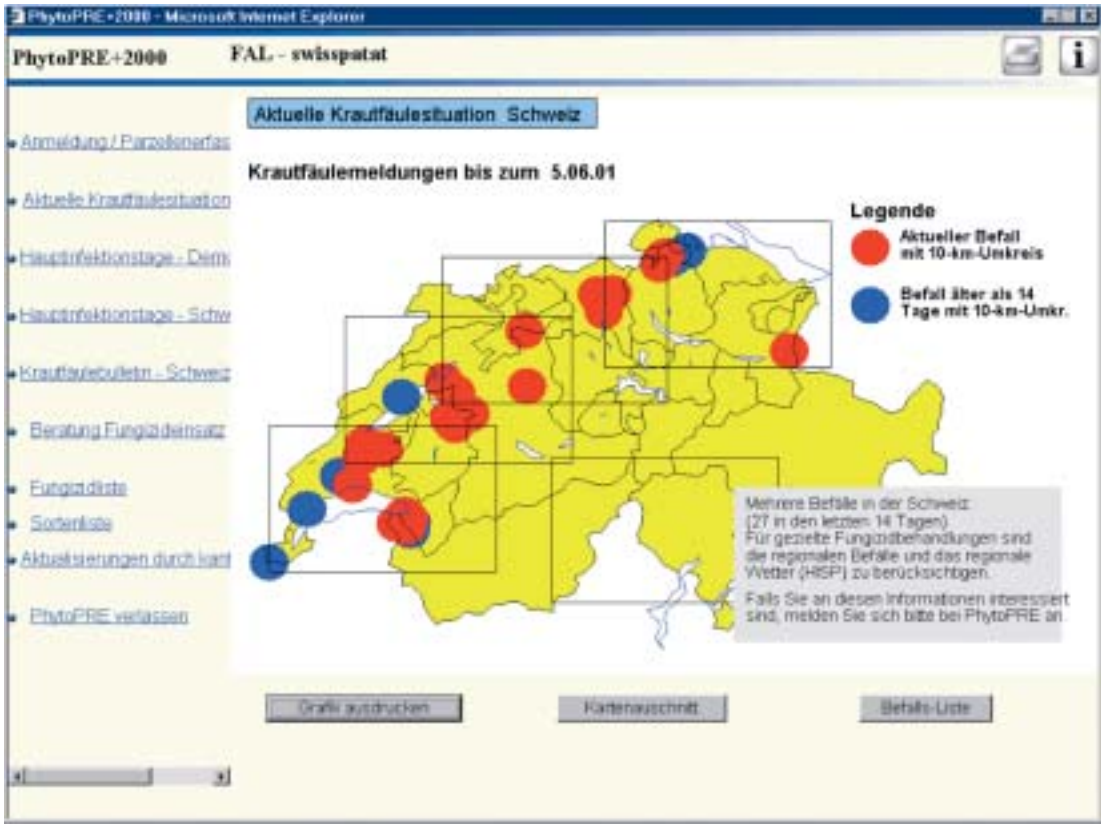


Abb. 6. Aktuelle Krautfäule-Situation. Die Karte, wie auch die detaillierte Befallsliste, kann ausgedruckt werden.

damit auch Empfehlungen für unnötige Behandlungen zu vermeiden. Befallsliste und -karte werden täglich mehrmals aktualisiert, so dass der neuste Stand gewährleistet ist. Zusätzlich können die KZP ihre eigenen Bulletins verfassen und auf regionale Besonderheiten hinweisen. Wie oft sie die Angaben erneuern, steht ihnen frei.

Die FAL gibt weiterhin einmal wöchentlich ein nationales Bulletin heraus, das auch in zwei landwirtschaftlichen Zeitungen veröffentlicht wird.

Auf einer Schweizer Landkarte werden alle Befallsmeldungen aufgezeichnet, die bis zum entsprechenden Zeitpunkt erfasst wurden (Abb. 6). Diese Graphik bietet den Teilnehmern eine gute Übersicht über das geographische Auftreten der Epidemie. Für detailliertere Informationen steht eine Tabelle der registrierten Krautfäule-Befallsmeldungen zur Verfügung. Darin sind das genaue Datum, der Ort und die Sorte aufgelistet. Zusätzlich kann die Distanz der eigenen Parzelle zum nächsten und neusten Befall berechnet werden.

...über die aktuelle Wettersituation...

Täglich erhält die FAL gemessene Wetter- und 48-Stunden-Prognosedaten von 32 Meteo-Schweiz- und privaten Wetterstationen. Diese Wetterdaten werden einmal pro Tag anhand der HISP-Regeln auf der FAL-Datenbank analysiert und anschliessend an den öffentlichen Internet-Server in Bern geleitet.

Um die aktuellen und vorhergesagten Hauptinfektions- und Sporulationsperioden (HISP) darzustellen, haben wir uns für die einfach verständlichen Ampelfarben entschieden: Rote Punkte bedeuten eine hohe, gelbe Punkte eine mittlere und grüne Punkte keine Infektions- oder Sporulationsgefahr. Graue Punkte werden angezeigt, falls keine Wetterdaten vorhanden sind. Die Definition der HISP-Regel ist in einem Agrarforschungs-Artikel (Cao *et al.*, 1996) beschrieben.

Unter dem Menüpunkt «Aktuelle HISP-Situation» werden zuerst HISP-Daten einer Auswahl von Wetterstationen gezeigt (Abb. 7). In einem weiteren Schritt können die Landwirte die HISP-Situation von repräsentativen Wetterstationen in ihrer Region abrufen. In einem dritten Schritt können individuelle Wetterstationen ausgewählt werden, die z.B. für ein bestimmtes Kartoffelfeld repräsentativ sind. Auf allen Präsentationen sind die Wetterdaten der letzten 14 Tage sowie die vorhergesagten Daten zusammengefasst, die die Infektions- und Sporulationsgefahr übersichtlich darstellen.

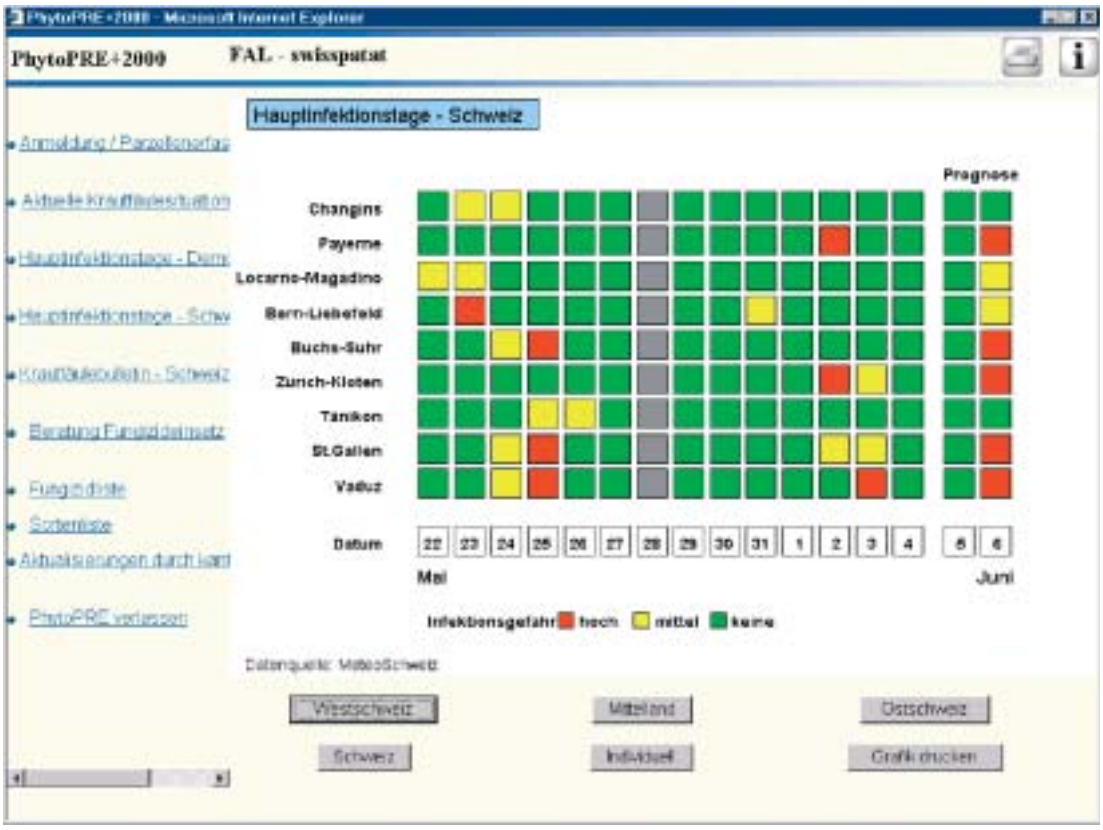


Abb. 7. Aktuelle HISP-Situation. HISP- Daten von 9 verschiedenen MeteoSchweiz-Wetterstationen (in grau: fehlende Wetterdaten).

...zur parzellenspezifischen Beratung

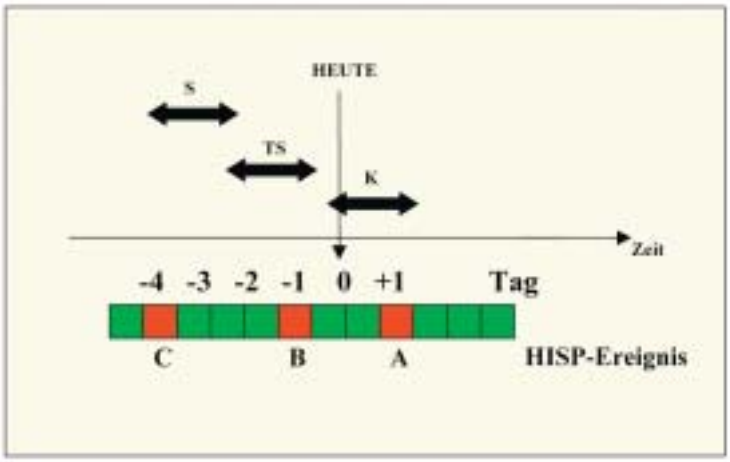
Die Teilnehmenden entscheiden selber, ob sie die oben beschriebenen Informationssysteme nutzen, oder ob sie eine feldspezifische Fungizidberatung erhalten möchten.

Die parzellenspezifische Fungizidberatung ist das Kernstück des neuen PhytoPRE+2000 Programms. Wie im «alten» PhytoPRE-Modell werden keine Fungizidempfehlungen formuliert, solange kein Befall in der Schweiz registriert wurde. Die Empfehlung für eine erste Behandlung wird gegeben, wenn die Kartoffeln aufgelaufen sind, ein erster Krautfäulebefall in der Region gemeldet wurde und ein HISP-Ereignis vorhergesagt oder aufgetreten ist. Die genauen Bedingungen, die zur ersten und folgenden Fungizidempfehlung führen, sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Eine Folgebehand-

Tab. 1. Bedingungen, die für eine erste oder für eine Folgebehandlung erfüllt sein müssen

Bedingungen für die Erstbehandlung bei PhytoPRE+2000:			
Stadium (DC)	**HISP**	**Distanz zu Befall**	**Empfehlungs-Massnahme**
DC <10			Behandlung erst an DC 10
DC > 10	n.r.	0 km (Befall im Feld)	"Doppelschlag"
	n.r.	0-5 km	TS/S
	+	5-20 km	K/TS/S (Ausn.: SO/VD)
DC> 20	+	20-50 km	K/TS/S
	+	50-80 km	K/TS
	+	>80 km	Keine Behandlung
Bedingung für Folgebehandlung bei PhytoPRE+2000:			
DC > 10	+	< 80 km	K/TS/S* *falls Fungizidschutz abgelaufen ist

n.r.: nicht relevant, DC: Dezimalcode für das Wachstum, K: Kontaktfungizid, TS: teilsystemisches Fungizid, S: systemisches Fungizid, Doppelschlag: bei Befall im Feld wird unverzüglich eine Behandlung mit einem teilsystemischen Fungizid und eine zweite Behandlung mit einem Kontakt- oder teilsystemischen Fungizid innerhalb der nächsten 2-3 Tage empfohlen.



K: Kontaktfungizid (HISP-Ereignis A), TS: teilsystemisches Fungizid (HISP-Ereignis B oder B und A), S: systemisches Fungizid (HISP-Ereignis C oder C, B und A).
+1: morgen, -1: gestern, ■ HISP-Ereignis, ■ kein HISP-Ereignis

Abb. 8. Wahl der Fungizidklasse entsprechend dem zeitlichen Auftreten der HISP-Ereignisse.

lung wird erst dann empfohlen, wenn der Fungizidschutz abgelaufen und ein HISP-Ereignis aufgetreten oder vorhergesagt ist. Die Entscheidung welche Fungizidklasse verwendet werden soll, hängt vom zeitlichen Auftreten der HISP ab (Abb. 8).

Neu berechnet das Modell für jedes eingesetzte Fungizid die Wirkungsdauer und stellt diese graphisch dar. Die Schutzdauer hängt von der Anfälligkeit der Kartoffelsorte, vom verwendeten Fungizid, von der Regenmenge seit der letzten Behandlung, vom Krautwachstum und von der aktuellen HISP-Situation ab. Die Schutzdauer wird jeweils für günstige Bedingungen berechnet und kann sich beispielsweise durch heftige Regenfälle verkürzen. Deshalb werden die Teilnehmenden gebeten, das Programm kurz vor Ablauf des Fungizidschutzes zu konsultieren.

Auf der Internet-Seite «Fungizidberatung» erhält der Teilnehmer eine kurze Empfehlung in roter Schrift, eine Detail-Empfehlung ist ebenfalls abrufbar (Abb. 9). Von dieser Seite aus können feldspezifischen Daten, wie z.B. Wachstumsstadium oder Regenmenge, und Behandlungen eingegeben werden. Die Empfehlungen haben beraten-

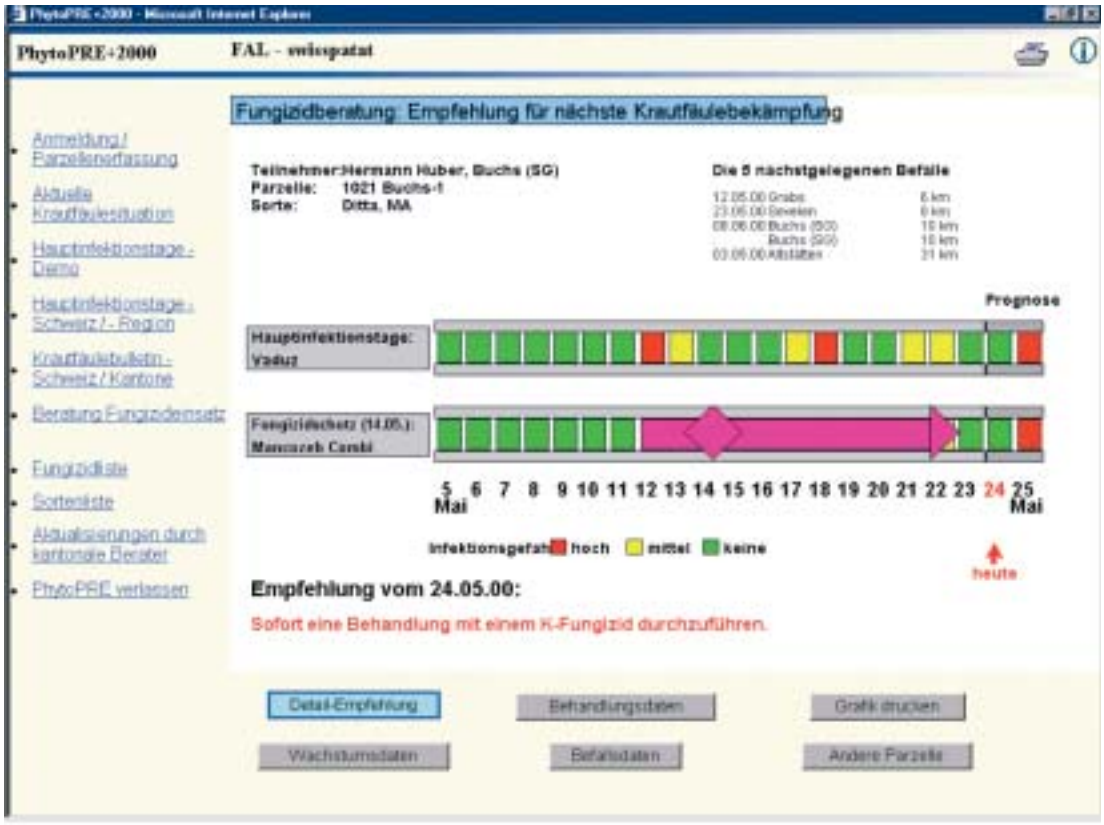


Abb. 9. Beispiel einer parzellenspezifischen Fungizidberatung.

Beispiel: Aufgrund der Wettervorhersage wird morgen (25.05.00) ein HISP-Ereignis erwartet. Das PhytoPRE+2000 empfiehlt unverzüglich eine Behandlung mit einem Kontaktfungizid durchzuführen. In der Abbildung ist die HISP-Situation der für den Landwirt repräsentativen Wetterstation dargestellt. Der rosarote Pfeil gibt die Dauer des Fungizidschutzes (12.-22.5.00) mit dem zuletzt verwendeten Fungizid an.

den Charakter und sind nicht verbindlich. Der Entscheid und die Verantwortung, ob, wann und mit welchem Fungizid eine Behandlung durchgeführt wird, liegt weiterhin bei den Produzenten und Produzentinnen.

Umfrage bei 159 Betrieben

Im Jahr 2001 haben sich 200 Personen eingeschrieben. Um festzustellen, ob und wo das Programm verbessert werden sollte, wurde am Ende der Saison eine Umfrage durchgeführt. 63 % der 159 verschickten Fragebogen kamen zurück. Die Auswertung zeigte, dass 78 % der Teilnehmer das Abonnement 2, das heisst inklusive der parzellenspezifischen Beratung, 14 % das Abonnement 1 und 8 % die kostenlose Informationsseite genutzt haben. 81,5 % der Fungizidempfehlungen wurden als «sinnvoll» bewertet. 80 % der Teilnehmer gaben an, das Programm im nächsten Jahr wieder zu nutzen und ihren Kollegen zu empfehlen.

Geht man von einer Anbaufläche von 13'000 ha in der Schweiz aus, so könnten mit PhytoPRE Einsparungen von einer bis zwei Millionen Franken realisiert werden, da mit PhytoPRE+2000 pro Jahr eine bis drei Behandlungen weniger durchgeführt werden. Das neue Prognosemodell leistet somit einen wesentlichen Beitrag zu einer ökologischeren und ökonomischen Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule. Dies vor allem dann, wenn viele Kartoffelproduzenten und -produzentinnen Informationen und Empfehlungen von PhytoPRE+2000 nutzen. Rückmeldungen der Teilnehmer tragen ausserdem dazu bei, die Funktionsweise des Programms und die Qualität der Empfehlungen zu verbessern.

Literatur

- Cao, K.Q., Fried, P.M., Ruckstuhl, M. und Forrer H.R., 1996. Ereignisorientierte Krautfäuleprognose mit PhytoPRE+2000. *Agrarforschung* **3** (7):325-328.
- Cao, K.Q., Ruckstuhl, M. and Forrer, H.R., 1997. Crucial weather conditions for *Phytophthora infestans*: A reliable tool for improved control of potato late blight ? *In*: E. Bouma and H. Schepers (eds.), PAV-Special Report 1:85-90.
- Forrer H.R., Gujer, H.U. and Fried P.M., 1993. PhytoPRE - a comprehensive information and decision support system for late blight of potatoes. SP-Report, Danish Inst. Plant and Soil Sci. 7:173-181.
- Schepers, H.T.A.M., 200. The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe 1999. *In*: H. Schepers (eds.), PAV- Special report 6:10-18.
- Steenblock, T., Ruckstuhl, M. and Forrer, H.R., 2000. Validation of the MISP model for the control of potato late blight in Switzerland from 1996-1999. *In*: H. Schepers (eds.), PAV- Special report 6:222-234.

RÉSUMÉ

PhytoPRE+2000: lutte ciblée contre le mildiou de la pomme de terre grâce à Internet

Depuis mai 2001, le système d'avertissement et de prévision pour la lutte contre le mildiou de la pomme de terre PhytoPRE+2000 est accessible sur Internet et à disposition des producteurs suisses (www.phytopre.ch). Les paramètres principaux utilisés par ce système d'avertissement et de prévision sont la situation actuelle du mildiou de la pomme de terre en Suisse et les prévisions météorologiques. Ces paramètres permettent de déterminer la période d'infection principale ainsi que la période de sporulation (PIPS) de l'agent pathogène de *Phytophthora infestans*.
Le fait que des évènements météorologiques particuliers ou isolés peuvent grandement influencer le développement de la maladie, montre clairement que l'information nécessaire à un conseil efficace doit parvenir rapidement aux personnes ou producteurs concernés. A cet effet, Internet est un instrument idéal, ce qui nous a motivé à développer un nouveau modèle interactif d'avertissement et de prévision, remanié de fond en comble: PhytoPRE+2000. Ce système contribue à une lutte efficiente et plus écologique contre le mildiou de la pomme de terre.

SUMMARY

PhytoPRE+2000: a plot specific decision support system on the Internet

Since May 2001, Swiss potato growers are supported by the new internet-based decision support system (DSS) PhytoPRE+2000 to control potato late blight (www.phytopre.ch). Core parameters of this DSS are 1st the actual occurrence of the late blight on national and regional level and 2nd historical (recent) and forecasted weather data to recognise main infection- and sporulation periods (MISPs) of *Phytophthora infestans*.
The fact, that single weather events (temperature, relative humidity, rainfall) are crucial for the development of the late blight epidemic, revealed, that for a most efficient timing of the fungicide treatments the way of information exchange had to be accelerated. For this reason, Internet proofed to be an ideal system. With PhytoPRE+2000 the FAL developed a new, completely revised and interactive decision support system, which contributes to an efficient and more ecological control of late blight disease on potatoes.

Key words: DSS, late blight, *Phytophthora infestans*, internet warning system