

**Bio-PhytoPRE – ein Warn- und Prognosesystem zur Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelanbau in der Schweiz****Bio-PhytoPRE – a decision support system for late blight control in organic potato production in Switzerland**T. Musa-Steenblock<sup>1</sup>, H.R. Forrer<sup>1</sup>

**Key words:** potato, late blight, *Phytophthora infestans*, decision support system, organic potato production

**Schlüsselwörter:** Kartoffeln, Krautfäule, *Phytophthora infestans*, Warn- und Prognosesystem, ökologische Kartoffelproduktion

**Abstract:**

*In organic potato production, copper fungicides are the only mean for an effective direct control of late blight. To avoid negative impacts of copper accumulation in the environment, intensive research is done to develop efficient copper free agents (CFA) and new strategies for disease prevention. However, the search for such CFA and strategies proves to be more difficult than expected. Therefore an abdication of copper products is not yet possible. To approach a copper free organic potato production, the Agroscope FAL Reckenholz is developing the Bio-PhytoPRE decision support system to assist Swiss organic potato producers to control late blight with reduced amounts of copper or CFA.*

Bis anhin ist im ökologischen Kartoffelbau eine wirksame direkte Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule nur mit Kupferfungiziden möglich. Ein Verzicht auf Kupfer-Produkte wird angestrebt, da sich das Schwermetall im Boden anreichert. Das ursprünglich für 2002 von der EU angekündigte Verbot für kupferhaltige Pflanzenschutzmittel, führte in den letzten Jahren zu einer intensiven Forschung nach Alternativprodukten und Massnahmen zur Krankheitsvorbeugung. Die Suche nach wirksamen Kupfer-Ersatzprodukten erweist sich jedoch schwieriger als erwartet. Viele Misserfolge mit diesen Produkten dürften neben den meist schwachen Wirkungen auch auf deren kurze Wirkungsdauer zurückzuführen sein. So dass befriedigende Wirkungen nur dann erzielt werden, wenn Applikationen ein bis zwei Tage vor oder gleichzeitig mit *Phytophthora*-Infektionen erfolgen (STEPHAN et al., 2003, CAO et al., 2003). Um die Applikationen gezielt infektionsbezogen durchzuführen, bedarf es eines Prognosesystems.

Seit 1993 unterstützt die Agroscope FAL Reckenholz die Schweizer Kartoffelproduzenten der Integrierten Produktion mit dem Warn- und Prognosesystem PhytoPRE (FORRER et al., 1993). Das System informiert täglich über die nationale Krautfäule Befallssituation, das nationale und regionale wetterbedingte Infektionsrisiko und formuliert parzellenspezifische Fungizidempfehlungen. Aufgrund epidemiologischer Feldstudien (CAO et al., 1997) wurde das System überarbeitet und wird seit dem Jahr 2001 als Internet Applikation unter [www.phytopre.ch](http://www.phytopre.ch) angeboten (STEENBLOCK et al., 2002). Im gleichen Jahr intensivierte die Agroscope FAL Reckenholz im Rahmen des EU-Projektes BlightMOP die Suche nach Kupfer-Ersatzmitteln und setzte sich zusätzlich zum Ziel, ein Warn- und Prognosesystem für den ökologischen Kartoffelbau zu entwickeln, das den Schutz der Kartoffelbestände mit Kupfer in niedriger Dosierung und Alternativen ermöglicht.

---

<sup>1</sup>Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, E-mail: [tomke.musa@fal.admin.ch](mailto:tomke.musa@fal.admin.ch), [hans-rudolf.forrer@fal.admin.ch](mailto:hans-rudolf.forrer@fal.admin.ch)

Als Basis für die Entwicklung dieses Bio-Informationssystems diente das bereits bestehende Krautfäule-Prognosesystem PhytoPRE. Einige Bestandteile konnten direkt übernommen werden, andere, wie z.B. die Entscheidungsregeln für die parzellenspezifische Fungizidberatung, mussten überarbeitet und angepasst werden.

Bio-PhytoPRE soll auf verschiedene Weise genutzt werden können. Als reines Informationssystem, bei dem die nationale Krautfäule-Befallssituation, die nationale und regionale Wettersituation, Krautfäule-Bulletins und Sorten- sowie Fungizidliste abgerufen werden können (Abb. 1a, 1b) oder als parzellenspezifisches Beratungssystem. Kernstück des Beratungssystems bilden Angaben zur aktuellen Krautfäule-Befallsituation, das Ereignis-basierte Hauptinfektions- und Sporulationsperioden (HISP)-Modell (CAO et al., 1997) sowie der bestehende parzellenspezifische Fungizidschutz. Zur Einschätzung des Infektions- und Sporulationsrisikos werden täglich gemessene und prognostizierte Wetterdaten der MeteoSchweiz anhand des HISP-Modells analysiert und mit dem leicht verständlichen Ampelcode grafisch dargestellt (Abb. 1c). Für die Berechnung der Dauer des Fungizidschutzes wird die ausgebrachte Reinkupfermenge berücksichtigt. Dies ermöglicht den Einsatz von niedrigen Kupfermengen und die Anpassung der Kupfermenge an die Krautfäule-Situation. Zusätzlich wird die gesamte bisher ausgebrachte Kupfermenge angezeigt.

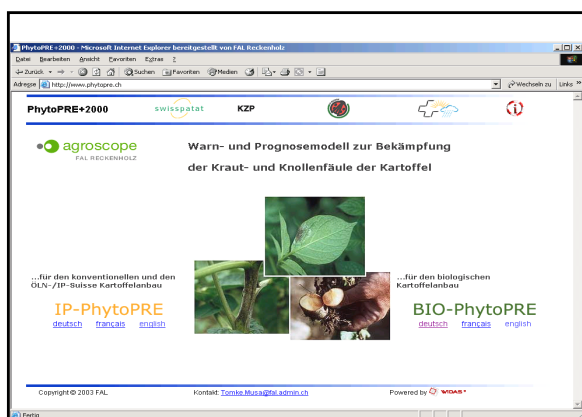


Abb.1a

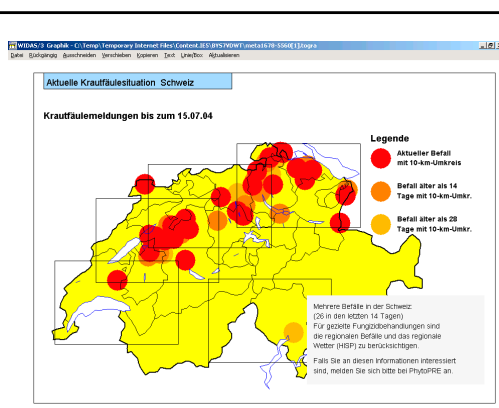


Abb.1b



Abb.1c

Abb.1a:Homepage des Warn- und Prognose-systems PhytoPRE zur Kontrolle der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel in der Schweiz auf Bio- und IP-Betrieben.

Abb.1b:Beispiel der aktuellen Krautfäule Befallssituation in der Schweiz am 15.07.04.

Abb.1c:Beispiel der wetterbedingten Hauptinfektions- und Sporulationsperioden (HISPs) in der Schweiz vom 15.07.04. Gemessene und 48h- Prognosen der MeteoSchweiz werden täglich mit dem HISP-Modell analysiert und grafisch dargestellt: roter Punkt hohes, gelber Punkt mittleres und grüner Punkt kein Infektions- und Sporulationsrisiko.

Ausgehend von Wirkungsdauertests mit Reinkupfermengen von 100 und 400 g/ha (CAO et al., 2003) wurden für die unterschiedlichen Reinkupfermengen eine optimale und eine minimale Schutzdauer definiert (Tab.2). Jeder Reinkupfermenge wurde eine Wirkungseffizienz zugeordnet, die zur Charakterisierung und Aufnahme von kupferfreien Alternativen ins Bio-PhytoPRE verwendet werden kann (Tab.2).

Tab.2: Optimale und minimale Schutzdauer zur Berechnung des Spritzenfensters in Abhängigkeit der eingesetzten Kupfermenge und der angebauten Kartoffelsorte. Die Rubrik ‚Wirkungseffizienz %‘ wurde zur Charakterisierung und Einteilung von kupferfreien Produkten eingeführt.

Reinkupfermenge (g/ha)	Wirkungseffizienz (%)	Optimale Schutzdauer (Tage) <sup>a</sup>			Minimale Schutzdauer <sup>b</sup> (Tage)
		Sortenanfälligkeit			
		hoch	mittel	schwach	
Cu ≥100	20	1	2	2	0
Cu ≥150	30	2	3	3	1
Cu ≥200	45	4	5	5	2
Cu ≥400	60	5	6	6	3
Cu ≥600	75	5	7	7	3
Cu ≥800	80	6	8	8	4
Cu ≥1200	100	7	9	9	5
Cu ≥1800	120	8	10	10	6

<sup>a</sup> Annahme: geringe Niederschlagsmengen und normales Pflanzenwachstum.

<sup>b</sup> Niederschläge und Pflanzenwachstum reduzieren die optimale Schutzdauer bis zur minimalen.

Eine erste Behandlungsempfehlung wird formuliert, wenn ein Krautfäule-Befall im Umkreis von 20 km der entsprechenden Parzelle gemeldet wurde, die Kartoffeln das Entwicklungsstadium BBCH>20 (Stängelwachstum) erreicht haben und eine HISP vorhergesagt oder registriert wurde. Eine Folgebehandlung wird empfohlen, sobald der Fungizidschutz abgelaufen und wiederum eine HISP vorhergesagt oder registriert wurde.

### Erste Erfahrungen mit Bio-PhytoPRE

Ein Feldversuch im Jahr 2002 hat gezeigt, dass mit Bio-PhytoPRE im Vergleich zu einem Routine-Verfahren die ausgebrachte Kupfermenge (Abb.2a) ohne Ertrags- einbuße (Abb.2b) um 30 % reduziert werden konnte. Das extrem trockene Jahr 2003 verhinderte aussagekräftige Resultate der Feldversuche.

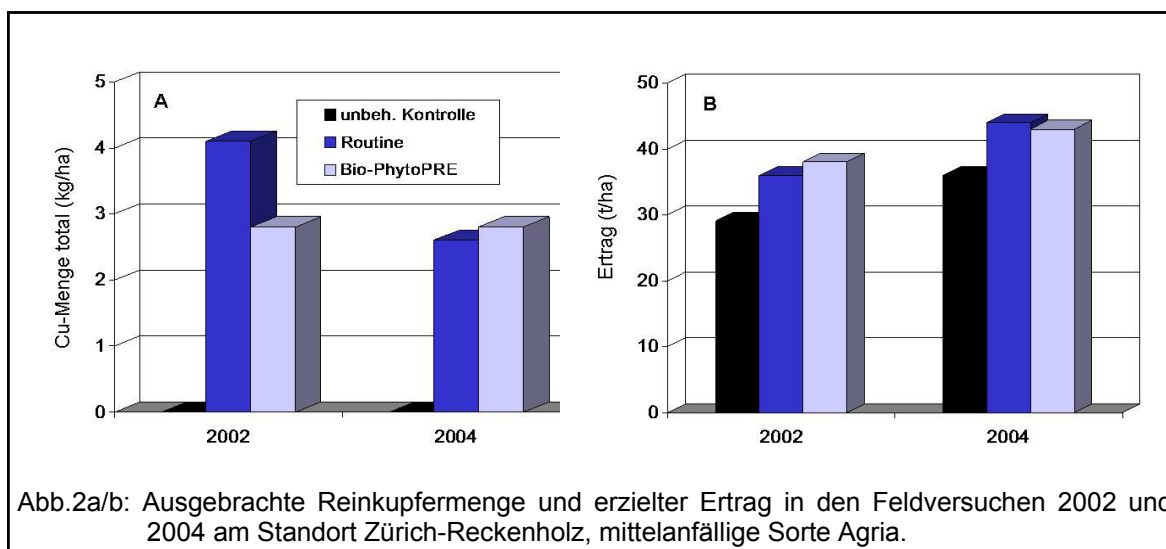


Abb.2a/b: Ausgebrachte Reinkupfermenge und erzielter Ertrag in den Feldversuchen 2002 und 2004 am Standort Zürich-Reckenholz, mittelanfällige Sorte Agria.

Im Feldversuch 2004 konnte keine Reduktion im Vergleich zum Routine-Verfahren erzielt werden (Abb.2a/b). Die teilweise langanhaltenden Schlechtwetterperioden führten zu vermehrten Behandlungsempfehlungen gemäss Bio-PhytoPRE. Jedoch blieb die gesamt Kupfermenge mit 2,8 kg/ha deutlich unter der in der Schweiz erlaubten Menge von 4 kg/ha. Zu bemerken bleibt, dass das Routine-Verfahren in mehrjährigen Versuchen optimiert wurde und der Spritzbeginn gemäss Bio-PhytoPRE angesetzt wurde.

Unsere Resultate stimmen mit KAINZ und MÖLLER (2003) überein, die über Kupfereinsparungen von 50 % und mehr berichten, wenn kurz vor Befallsbeginn mit den Spritzungen begonnen wird und die Kupferaufwandmenge (max. 3kg/ha) auf mehrere Spritzungen aufgeteilt wird.

Bio-PhytoPRE basiert auf einer derartigen Anwendungsstrategie. Es berücksichtigt zusätzlich epidemiologisch wichtige Faktoren wie die Befalls- und Wettersituation, die Sortenanfälligkeit und das Wachstum der Kartoffeln zur Optimierung der Applikationszeitpunkte. Aus den Versuchsergebnissen wird deutlich, dass Bio-PhytoPRE einen guten Krankheitsschutz gewährleistet, dass die Anzahl der Behandlungen jedoch noch zu hoch ist. Wir sind davon überzeugt, auf dem richtigen Weg zu sein und dass das Bio-PhytoPRE Angebot im Internet eine aktuelle und preisgünstige Hilfestellung für eine gezielte Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelbau bietet. Nicht zuletzt dürfte Bio-PhytoPRE ein Werkzeug sein, um Kupfer-Ersatzprodukte richtig und wirksam einzusetzen.

### Literatur

Cao K Q, Ruckstuhl M, 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.

Cao K Q, Wang S, Kessler P, Fried P M, Forrer H-R (2003) Krautfäulebekämpfung im Bio-Kartoffelanbau ohne Kupfer? Agrarforschung 10(5):176-181.

Forrer H-R, Gujer H-U, Fried P M (1993) PhytoPRE- a comprehensive information and decision support system for late blight of potatoes. SP-Report, Danish Inst. Plant and Soil Science 7:173-181.

Kainz M, Möller K (2003) Ansätze zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelbau. In: Freyer, B. (Hrsg.): Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau "Ökologischer Landbau der Zukunft", Seite(n) 553-548. Universität für Bodenkultur Wien - Institut für ökologischen Landbau.

Steenblock T, Forrer H-R, Fried P M (2002) www.phytopre.ch: the internet based decision support system (DSS) PhytoPRE+2000 to control late blight on potatoes in Switzerland. In: C.E.Westerdijk and H.Schepers (eds.), PPO-Special Report 8:183-192.

Stephan D, Schmitt A, Seddon B, Nandi S, Koch E (2003) Entwicklungen alternativer Verfahren zur Bekämpfung der Krautfäule an Kartoffeln. In: Freyer, B. (Hrsg.): Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau "Ökologischer Landbau der Zukunft", Seite(n) 567-568. Universität für Bodenkultur Wien - Institut für ökologischen Landbau.