

Erweiterung des Entscheidungshilfesystems Öko-SIMPHYT zur Reduktion der Kupferapplikationen gegen *Phytophthora infestans* im ökologischen Kartoffelanbau

Bruns C¹, Schulz H¹, Tebbe C², Racca P², Werren D¹, Finckh MR¹
& Kleinhenz B²

Keywords: potato, decision support system, Phytophthora infestans.

Abstract

An improved Decisions Support System (DSS) for the control of Phytophthora infestans in organic potatoes was developed in the frame of the CoFree Project. This work included as primary steps the development of an ontogenetic model (Simonto) based on the BBCH scale of potatoes, and its validation. Additionally, the soil mineral nitrogen dynamics in organic potatoes and nitrogen contents of tuber and leaves were modelled and integrated in the existing DSS Öko-SIMPHYT (www.isip.de). The DSS comprises a correction tool at BBCH 60 for the user to improve the quality of the prediction of potato growth and a termination of copper spraying when potential yield of 90 % is reached. This development was based on intensive data mining in existing data sets from previous projects such as the EU project Blight MOP or other mainly nationally funded projects from Germany. The trials were run from 2012 to 2015; varieties with different maturity were included, different nutrition levels and a huge number of sequential harvests were performed to improve the DSS. The data were intensively validated and finally the new models were implemented in a website of ISIP.

Einleitung und Zielsetzung

Das wetterbasierte Entscheidungshilfesystem Öko-SIMPHYT ermöglicht eine Optimierung der Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) im ökologischen Kartoffelanbau, indem es Applikationszeitpunkte und angepasste Kupferaufwandmengen auf Basis der Witterungsbedingungen empfiehlt. Für den Ökolandbau hat sich aber gezeigt, dass die Berücksichtigung des Ertragspotentials und damit die Bestandsentwicklung sehr wichtig für eine zielgerichtete schlagspezifische Anwendung ist und damit einen Baustein zur Kupferminimierung bieten kann. In den vergangenen Jahren konnte zudem gezeigt werden, dass die Stickstoffversorgung unter Ökobedingungen vielfach einen höheren Einfluss auf die Ertragsvariation hat als die Krautfäule (Finckh et al. 2006, Palmer et al. 2013). Um eine weitere Reduzierung des Kupfereinsatzes je Anbauperiode zu erreichen, wurde daher die vorhandene Version von Öko-SIMPHYT im Rahmen des EU-Projektes CoFree um mehrere Tools im Programm (Bestandsentwicklung, Verlauf der relativen Stickstoffverlagerung im Kraut und Knollen) sowie für den Praktiker erweitert (Korrekturmöglichkeit der Simulation, Terminierung der Spritzung).

¹ Universität Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, ch.bruns@uni-kassel.de

² Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz, Rüdeshheimer Straße 60-68, 55545 Bad Kreuznach

Material und Methoden

Als Datengrundlagen zur Modellentwicklung dienten umfangreiche Datensätze von Sorten aus der sehr frühen und frühen sowie aus der mittelfrühen und mittelspäten Reifegruppe an den Standorten Lindhof und Wulksfelde in den Jahren 2003 und 2004. Nach einer randomisierten Halbierung des Datensatzes dienten diese neuen Sätze sowohl der Modellierung als auch zur Validierung. Als bestes Modell erwies sich eine doppelte Richards-Funktion für den BBCH-Verlauf, der eng mit der Temperatur- und Niederschlagssumme seit Pflanzung korreliert war ($R^2 = 0,97$) (siehe Abbildung 1 für die frühen Sorten; die späten Sorten verhalten sich analog, auch hier wurde ein R^2 von 0,97 ermittelt). Daraus wurde ein ontogenetisches Modell (SIMONTO) zur Simulation der Pflanzentwicklung abgeleitet. Zur Modellierung der Stickstoffdynamik im Boden und der relativen N-Aufnahme durch Kraut und Knollen wurde Daten aus Düngungsversuchen herangezogen (2012-2015, Neu-Eichenberg, Frankenhausen). Zur Ermittlung der Pflanzenentwicklung, des Ertragsverlaufes und der N-Aufnahme in Kraut und Knollen wurden über den Vegetationsverlauf Proben an bis zu 10 Zeitpunkten genommen. Bezogen auf das Maximum des jeweiligen Parameters sowie in Abhängigkeit vom BBCH Stadium wurden Modelle für alle drei Parameter ermittelt. Dabei erwiesen sich für Boden und Kraut jeweils eine Gauß'sche Verteilung als günstig ($R^2 = 0,79$ für das Boden N, $R^2 = 0,33$ für das Kraut-N) während für die Knollen-N-Aufnahme eine Richardsfunktion am besten war ($R^2 = 0,98$ für die frühen Sorten, $R^2 = 0,81$ für die späten Sorten).

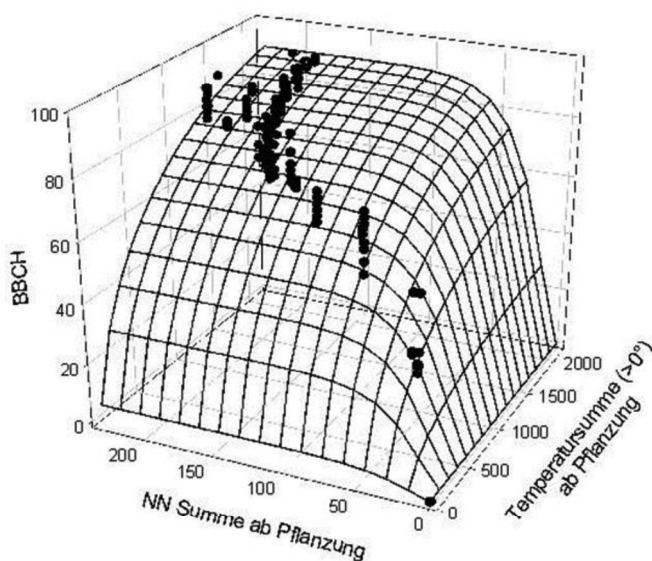


Abbildung 1: BBCH Entwicklung in Abhängigkeit von Temperatur- und Niederschlagssumme für die Gruppe der frühen Kartoffel-Sorten ($R^2 = 0,97$ für alle Parameter)

Ergebnisse und Diskussion

Für die Verbesserung von ÖkoSIMPHYT wurden die neuen Modelle in das Entscheidungshilfesystem integriert und in Feldversuchen validiert. ÖkoSIMPHYT prognostiziert wie bisher den Spitzstart und angepasst in Menge und Frequenz an die Witterungsbedingungen die Spritzfolge. Als neues Modul wurde für das erweiterte Entscheidungshilfesystem (ÖkoSIMPHYT-Plus) neben den genannten Modellen als eine entscheidende Weiterentwicklung eine Korrekturhilfe zum Stadium 60 (Beginn Blüte) eingebaut. Diese kann in der webbasierten Oberfläche manuell durch den Anwender bei Erreichen des BBCH Stadiums 60 angeklickt werden, um die Simulation zu korrigieren und an den Wachstumsverlauf anzupassen. Wird der Button betätigt, verschiebt sich die Simulation entsprechend auf der Zeitachse in die Richtung der Korrektur. Wenn die Simulation das BBCH 60 zu früh prognostiziert hat, so werden durch die Korrektur die Kurven auf der Zeitachse nach rechts verschoben. Bei einer verspäteten Simulation werden die Kurven nach links verschoben. Der entscheidende Effekt für die Kupferminimierung ist aber die Terminierung der Kupferanwendung, die aus den Wachstumsverläufen abgeleitet wird. Wenn 90 % des Ertrages erreicht ist, empfiehlt das System, die Spritzung zu beenden. Der Zeitpunkt wird erreicht, sobald die beiden N-Aufnahmekurven für das Kraut und die Knollen sich schneiden.

Tabelle 1 zeigt, welche Folgen die BBCH Korrektur bei 2 verschiedenen Sorten hatte. Während für die Sorte Anuschka (Reifegruppe sehr früh) mit der Korrektur die teilweise sehr frühe Simulation klar verbessert wurde, trifft dies für Belana (Reifegruppe früh) nur bedingt zu. Durch die BBCH Korrektur ergab sich eine leichte Verspätung im Vergleich zum der gemessenen Wert.

Tabelle 1: Abweichungen zwischen simuliertem BBCH Stadium vor und nach der Korrektur zum Stadium 60 im Vergleich zu den gemessenen Werten (in Tagen); Standort Grebenstein, 2014

Sorte	BBCH Stadium					
	60	61	63	64	65	67
Anuschka simuliert	-5	-7	-7	-12	-6	-6
Anuschka korrigiert	1	0	0	-6	0	-2
Belana-simuliert	-1	-	0	-	1	1
Belana korrigiert	1		3		4	3

Negative Werte zeigen zu frühe Simulation, positive Werte zeigen zu späte Simulation an

Die Validierung des Ertrages zum empfohlenen Abschluss der Spritzung (90 %-igen Ertrag) zeigte eine sehr gute Übereinstimmung zwischen gemessenem und simuliertem Ertrag. Während für Belana der Ertrag leicht unterschätzt wurde, lag für Anuschka ein leichte Überschätzung vor (Daten nicht gezeigt).

In einer weiteren Simulation für die deutschen Standorte Neu-Eichenberg und Dahnsdorf im Jahr 2015 betrug die maximale Abweichung zwischen Simulation und Bonitur sieben Tage, wenn die Pflanzenentwicklung zum BBCH-Stadium 60 korrigiert wurde. Bis auf eine Ausnahme war zum Zeitpunkt des empfohlenen Abschlusses der Kupferapplikationen an allen Standorten mindestens 90 % des Endertrages realisiert.

Schlussfolgerungen

Aufgrund der Ergebnisse im Projekt CoFree konnte die erweiterte Version Öko-SIMPHYT-Plus in die Internetplattform „Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion“ (ISIP) (www.isip.de) implementiert werden und steht seit 2015 für registrierte Berater zur Verfügung. Um die Vorhersagegenauigkeit des Entscheidungshilfesystems zu erhöhen, hat der Nutzer hier die Möglichkeit das BBCH-Stadium 60 (Beginn Blüte) manuell anzupassen, wenn die tatsächliche Pflanzenentwicklung nicht mit der Simulation übereinstimmt. Zusätzlich zu der etablierten Empfehlung von Spritzstart und der Spritzfolge wird der Abschluss der Spritzungen empfohlen. Damit ist ein erster Schritt gelungen, die Wachstumsbedingungen und das Wachstumsstadium der Kartoffeln in die Kontrolle von *P. infestans* einfließen zu lassen und gleichzeitig zur Kupferminimierung beitragen zu können. Je nach der Befallsstärke der Krankheit dürften Kupfermengen zwischen 250 bis 750 g reduziert werden können.

Danksagung

Die Daten wurden im Rahmen des EU Projektes CoFree erhoben; das Projekt wurde von der EU unter den Contract No 289497 gefördert (European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration).

Literatur

- Finckh MR, Schulte-Geldermann E & Bruns C (2006) Challenges to Organic Potato Farming: Disease and Nutrient Management. *Potato Research*, 49: 27–42.
- Palmer MW, Cooper J, Tétard-Jones C, Średnicka-Tober D, Barański M, Eyre M, Shotton PN, Volakaki N, Cakmak I, Ozturk L, Leifert C, Wilcockson SJ & Bilsborrow PE (2013) The influence of organic and conventional fertilisation and crop protection practices, preceding crop, harvest year and weather conditions on yield and quality of potato (*Solanum tuberosum*) in a long-term management trial. *European Journal of Agronomy*, 49: 83-92.