

EU-Projekt Blight-MOP

Neue Erkenntnisse zur Ertragsrelevanz der Kraut- und Knollenfäule

Zur Kontrolle der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) im ökologischen Kartoffelanbau wurde in einem EU-Forschungsprojekt ein Systemansatz entwickelt. Ziel war unter anderem, den Einsatz von Kupferfungiziden zu reduzieren. Von Maria R. Finckh, Heidi Bouws, Christian Bruns, Bernhard Speiser und Lucius Tamm

Der ökologische Landbau reguliert Anbauprobleme wie die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) in erster Linie durch Anpassungen des Anbausystems. Die Verwendung von Betriebsmitteln ist lediglich eine Notmaßnahme und Öko-Bauern greifen wenn möglich auf vielfältige, flexible und oft betriebsspezifische Problemlösungen zurück. Der Einsatz von Kupferfungiziden entspricht dieser Philosophie nur bedingt und sollte auf ein Minimum beschränkt werden. Sie sind vor allem für Wassertiere giftig und akkumulieren im Boden. Europaweit ist die Verwendung von Kupferfungiziden im ökologischen Anbau auf sechs Kilogramm Reinkupfer pro Hektar und Jahr beschränkt, in der Schweiz und in Deutschland auf vier beziehungsweise drei Kilogramm.

Europaweites Forschungsprojekt

Das EU-Projekt Blight-MOP¹ hatte sich zum Ziel gesetzt, neue Wege zur Kontrolle der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Landbau zu entwickeln. Es beteiligten sich insgesamt 13 Universitäten sowie private und staatliche Forschungsinstitute aus sieben europäischen Ländern.² Bei der Projektplanung wurde schnell klar, dass kaum Informationen über die Bedeutung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Anbau in Europa existierten.

¹ Development of a Systems Approach for the Management of Late Blight in EU Organic Potato Production (Blight-MOP), QLRT-1999-31065

² Partner im Projekt Blight-MOP: Universität Newcastle (UK), Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) (CH), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) (FR), Universität Kassel (DE), Elm Farm Research Centre (UK), Danish Institute of Agricultural Sciences (DIAS) (DK), Biologische Bundesanstalt (BBA) (DE), Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) (CH), Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK) (NO), Louis Bolk Instituut (NL), Groupe de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB) (FR), Plant Research International, Universität Wageningen (NL), Agricultural Economics Institute (LEI), Universität Wageningen (NL)

Im Rahmen des Projekts wurden diverse Ansätze erforscht, um individuelle, standortbezogene Strategien zur Krautfäulekontrolle zu entwickeln. Im Detail umfasste es folgende Punkte:

- ▶ Befragungen von 118 Betrieben in sieben Ländern,
- ▶ Sorten und Einfluss der Sorten auf das *Phytophthora*-Rassenspektrum,
- ▶ Streifenanbau, Feldgeometrie, Sortenmischungen,
- ▶ Anbaustrategien (Bodenfruchtbarkeit, Vorkeimen, Pflanztermin, Abschlegeln, Pflanzabstand, Bewässerung),
- ▶ alternative Behandlungsmittel (Pflanzen- und Kompostextrakte, Antagonisten, also Mikroorganismen),
- ▶ Applikationstechnik (Unterblattspritzungen) / Formulierungen / Vorhersagemodell,
- ▶ Integrationsexperimente in sieben Ländern auf je einem Modell- und vier Praxisbetrieben.

Die sozioökonomischen Rahmenbedingungen

Zur Analyse der Rahmenbedingungen wurden Befragungen in 118 Betrieben in den sieben beteiligten Ländern durchgeführt (Tamm et al., 2004). Es wurden Betriebe mit mehr als einem Hektar Kartoffelanbau und mindestens fünf Jahren Erfahrung mit dieser Kultur ausgewählt, wobei das Spektrum vom vielfältigen Kleinbetrieb bis zum spezialisierten Betrieb reichte. Die erhobenen Daten dienten der Abschätzung des wirtschaftlichen Risikos der Kraut- und Knollenfäule und einer Kosten-Nutzen-Analyse der zurzeit gängigen Kontrollmaßnahmen.

Es konnte klar herausgearbeitet werden, dass für die Ertragsicherung das Bodenfruchtbarkeitsmanagement, das Pflanzdatum, die Resistenzen der verwendeten Sorten sowie der Einsatz von Kupferfungiziden die wichtigsten Erfolgsfaktoren sind. Keiner der 118 Bio-Produzenten konnte aus eigener Erfahrung von einer sehr gut funktionierenden Kupferalternative berich-

ten. In den Augen der Produzenten würde ein Kupferverbot ohne alternative Fungizide die ökologische Kartoffelproduktion zwar verringern, aber nicht zum Erliegen bringen. Das Sortenspektrum ist im ökologischen Anbau breiter als im konventionellen und umfasst auch resistenterere Sorten. Allerdings wird die Sortenwahl in erster Linie von der Nachfrage der Konsumenten und erst in zweiter Linie von der Resistenz bestimmt. So erwies sich das Konzept von Blight-MOP, diverse Ansätze zur Kontrolle der Kraut- und Knollenfäule zu entwickeln, als richtig.

Sortenprüfungen und Sortenwahl

Der Anbau anfälliger Sorten im ökologischen Landbau führt immer wieder zu großen Verlusten für die Betriebe, aber auch zur vermehrten Übertragung durch Abfallkartoffeln, Pflanzgutbefall, anfälligen Durchwuchs und auch bodenbürtigen Befall. In allen beteiligten Ländern wurden neue Sorten gefunden, die gegenüber *Phytophthora infestans* nur wenig anfällig waren (Speiser et al., 2006). Parallel zu den Forschungsarbeiten wurde die Markteinführung neuer resistenter Sorten gemeinsam mit dem Handel in Angriff genommen.

Im Projekt konnte gezeigt werden, dass sich *Phytophthora*-Populationen an eine Kartoffelsorte anpassen können (Bouws und Finckh, 2007). Erfreulicherweise werden mit dem Anbau unempfindlicher (teilresistenter) Sorten keine aggressiveren *Phytophthora*-Stämme selektioniert (Flier et al., 2007).

Krautfäule im Öko-Anbau nicht immer ertragsrelevant

Im Rahmen des Blight-MOP-Projekts wurden an der Universität Kassel mehrjährige Versuche mit deutlich größeren Parzellen als üblich (zwischen 100 und 700 Quadratmeter) durchgeführt. Befall und Ertrag wurden mit verschiedenen Einflussfaktoren in Zusammenhang gebracht (Finckh et al., 2006 und 2007; siehe Tabelle). Nur in einem Teil der Experimente konnte ein signifikanter negativer Einfluss des Gesamtbefalls mit *Phytophthora* auf den Gesamtertrag nachgewiesen werden. Ein großer Teil der Ertragsschwankungen konnte nicht durch die Krautfäule erklärt werden. Der Ernährungsstatus, der Knollenansatzzeitpunkt und die Sorte hatten hingegen einen deutlich höheren Einfluss auf den Gesamtertrag. So waren etwa im Jahr 2002 die Erträge wegen der geringen Stickstoffmineralisation während des kalten Frühjahrs generell sehr niedrig – unabhängig von der Krautfäule. 2004 trat der Befall erst ab dem 15. Juli auf. Nur bei extrem hoher Nährstoffversorgung nach ungeerntetem Kohl im Vorjahr war *Phytophthora* ertragsrelevant. Dies wurde zudem an einem weiteren Standort, der nach Winterweizen aufgedüngt worden war, beobachtet. Die Befallsreduktion infolge des Kupfereinsatzes war abhängig vom Ernährungsstatus der Kartoffeln und hing wahrscheinlich mit dem Mikroklima im Bestand zusammen. Bei geringerer Nährstoffversorgung

der Bestände (Vorfrucht Hafer oder Winterweizen) wurde oft kein Reihenschluss erreicht (siehe Abbildung 1 rechts, S. 38). Entsprechend war der Befall nach der Vorfrucht Hafer am Ende einer Rotation um etwa ein Drittel geringer als nach der Vorfrucht Klee gras (siehe Abbildung 1 links).

Es zeigte sich, dass die Ertragsrelevanz von *Phytophthora* vielfach überschätzt wird, da die Ertragsbildung in den Beständen aufgrund der Ernährungssituation in ökologisch geführten Beständen bereits abgeschlossen ist, ehe die Krankheit eine Auswirkung auf die Erträge haben kann. Insgesamt konnten beispielsweise für die Sorte Nicola nur 30 Prozent der Ertragsvariationen durch den Krankheitsbefall erklärt werden. Wurden jedoch klimatische Bedingungen (Temperatursumme) und die Stickstoffversorgung zu Blühbeginn mit einbezogen, konnten über 60 Prozent der Ertragsvariationen erfasst werden (Finckh et al., 2006). Diese Ergebnisse bestätigen weitgehend die empirischen Ergebnisse von Möller et al. (1999) sowie die Beobachtungen aus der Praxis (Tamm et al., 2004).

Alternative Mittel und Anbaustrategien

Insgesamt wurden über 100 Alternativen zu Kupfer, basierend auf Pflanzenextrakten, Mikroorganismen oder Mineralstoffen, im Labor und teilweise auch im Feld getestet. Außer moderaten Effekten durch Myco-Sin konnten jedoch keine

Tabelle: Durchschnittlicher Gesamtertrag verschiedener Kartoffelsorten in den Jahren 2000 bis 2004 sowie Anteil der Ertragsvariation, der durch Befall mit *Phytophthora infestans* erklärt werden kann

Sorte	Jahr	Ertrag (t/ha) ¹	Ertragsvariation, die durch Krautfäulebefall zu erklären ist ²	Anmerkungen
Secura	2000	31	20 %	–
Simone	2000	33	23 %	später Knollenansatz
Linda	2001	30	24 %	–
Agria	2001	36	19 %	–
Linda	2002	16	–	kaltes, nasses Jahr
Agria	2002	20	–	–
Nicola	2004	30	–	Vorfrucht Kohl
Nicola	2004	37	33 %	Vorfrucht Kohl ungeerntet
Nicola	2004	26	30 %	Vorfrucht Winterweizen
Nicola	2004	29	48 %	Vorfrucht Winterweizen
Nicola	2004	35	–	Vorfrucht Klee gras
Nicola	2004	31	–	Vorfrucht Winterweizen
Nicola	2004	23	–	Vorfrucht Hafer

¹ Gesamtertrag vor Großsensortierung | ² Bestimmtheitsmaß der Regressionen: Anteil der Gesamtertragsvariation, der statistisch abgesichert durch den Befall erklärt werden kann. So konnte bei Secura im Jahr 2000 zwar ein signifikanter Zusammenhang zwischen Befall und Ertrag hergestellt, aber nur 20 Prozent der beobachteten Variation mit dem Befall erklärt werden. 80 Prozent der Variation wurden durch unbekannte Faktoren verursacht. Datenquellen: Finckh et al., 2007; Bouws-Beuermann, 2005



■ Abb. 1: Der Nährstoffgehalt des Bodens spielt eine weit größere Rolle bei Ertragsschwankungen als *Phytophthora infestans*. Bei diesem Kartoffelanbau-Versuchsfeld (Sorte Nicola, 4. Juli 2004) sind die Reihen nach der Vorfrucht Klee gras geschlossen (links), nach der Vorfrucht Winterweizen nicht (rechts). (Fotos: Stefan Simon)

ernst zu nehmenden Wirkungen gefunden werden (Dorn et al., 2007). Auch eine deutlich verbesserte Unterblatt-Applikationstechnik führte nicht zu einer größeren Ertragssicherung.

Für eine höhere Effizienz des Kupfereinsatzes müssen die Prognosemodelle weiterentwickelt werden, die die Ernährungssituation der Bestände und damit das Ertragsverlustrisiko durch Befall schlagbezogen einschätzen. Eine Reduktion der nötigen Kupfermenge könnte durch den Einsatz des Vorhersagemodells Bio-PhytoPRE (Musa-Steenblock und Forrer, 2005) erreicht werden. Dieses Modell wurde im Rahmen des Blight-MOP-Projekts für den Einsatz von Kupfer im Öko-Anbau angepasst.

Neben dem klassischen Thema Pflanzenstärkung und -ernährung wurden auch Strategien erprobt, die eine Krankheitsausbreitung sowohl im Bestand als auch zwischen den Beständen reduzieren. So haben zum Beispiel Tests an der Universität Kassel ergeben, dass der Anbau in langen, schmalen Feldern quer zum Wind den Befallsdruck reduzieren kann (siehe Abbildung 2). Kombiniert mit der Auswahl resistenterer Sorten, möglichst windoffenen Lagen und optimierter Pflanzenernährung können dadurch gute Ergebnisse erzielt werden.

Kosten und Nutzen

Schließlich wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse der einzelnen Maßnahmen an insgesamt fünf Standorten durchgeführt. Neben der Kupferanwendung wurden verschiedene Vorfrüchte bei unterschiedlichen Sorten (Agrida, Nicola und Marabel) und auch der Streifenanbau unter Praxisbedingungen erprobt. Dabei wurden jeweils Arbeitsaufwand, Kosten für Maschinen und Mittel sowie Verkaufserlöse berücksichtigt (Finckh et al., unveröffentlichte Daten). In vier von elf Fällen führte der Kupfereinsatz zu Mehreinnahmen von 169, 211, 244 beziehungsweise 1721 Euro pro Hektar. Letztere wurden auf einem Feld erzielt, auf dem im Vorjahr der Kohl nicht geerntet werden konnte.

Hier wurde zur Hauptwachstumszeit ein N_{\min} -Gehalt (Stickstoffverfügbarkeit) von 250 Kilogramm pro Hektar gemessen, was für den Öko-Landbau sehr hoch ist. In den anderen sieben Fällen führte der Einsatz von Kupfer zu nur geringen oder gar keinen Mehrerträgen. Aufgrund der mit dem Kupfereinsatz verbundenen Kosten lagen die Mindereinnahmen zwischen 31 und 780 Euro pro Hektar (Mittelwert: 433).

Unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus ist der Einsatz von Kupferfungiziden kritisch zu betrachten, weil der Ertrag dadurch im Mittel nicht um mehr als zehn Prozent gesteigert wird. Die Erfahrung zeigt, dass in vielen Fällen eine Reduktion der Kupferfungizide auf ein bis eineinhalb Kilogramm pro Hektar und Jahr möglich ist, vielfach sogar auf deren Einsatz ganz verzichtet werden kann.

Schlussbemerkung

Im Blight-MOP-Projekt wurde eine Vielzahl von Maßnahmen erprobt, welche die Ertragssicherheit ohne Kupfer sicherstellen oder die notwendige Kupfermenge verringern helfen. Sowohl das Potenzial als auch die Grenzen von verschiedenen Strategien wurden aufgezeigt. Es liegt in der Verantwortung der einzelnen Betriebsleiter, die für ihren Betrieb geeigneten Maßnahmen richtig zu kombinieren. ■

Literatur

- Bouws, H., M. R. Finckh (2007): Effects of cropping history and origin of seed potatoes on population structure of *Phytophthora infestans*. *European Journal of Plant Pathology* 117, S. 313–327
- Bouws-Beuermann, H. (2005): Effects of strip intercropping on late blight severity, yields of potatoes (*Solanum tuberosum* Lindl.) and on population structure of *Phytophthora infestans*. Dissertation, Universität Kassel. Cuvillier, Göttingen



■ Abb. 2: Auf der Domäne Frankenhäuser, Universität Kassel, wurde der Einfluss der Anbauichtung, der Nachbarkultur (Sommerweizen oder Kleeegras) und der Sorte (Agria oder Linda) auf den Krautfäulebefall untersucht. Der Wind kam vor allem von rechts (Westen). (Foto: Maria R. Finckh)

Dorn, B., T. Musa, H. Krebs, P.M. Fried, H.-R. Forrer (2007): **Control of late blight in organic potato production: Evaluation of copper-free preparations under field, growth chamber and laboratory conditions.** European Journal of Plant Pathology 119, S. 217–240

Finckh, M.R., E. Schulte-Geldermann, C. Bruns (2006): **Challenges to organic potato farming: Disease and nutrient management.** Potato Research 49, S. 27–42

Finckh, M.R., E. Schulte-Geldermann, T. Musa, H.-R. Forrer, C. Bruns (2007): **Einfluss von *Phytophthora infestans* auf den Kartoffelertrag in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung und optimierten Kupferapplikationen.** Poster bei der 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, 20.–23.03.2007. Abrufbar unter <http://orgprints.org/9601>

Flier, W.G. et al. (2007): **Genetic structure and pathogenicity of populations of *Phytophthora infestans* from organic potato crops in France, Norway, Switzerland and the United Kingdom.** Plant Pathology 56, S. 562–572

Möller, K., J. Habermeyer, H.J. Reents (1999): **Einfluss der Wechselwirkung von Stickstoffangebot und Krautfäulebefall auf die Ertragsbildung im ökologischen Kartoffelbau.** In: Hoffmann, H., S. Müller (Hrsg.): Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau „Vom Rand zur Mitte“, 23.–25.02.1999. Dr. Köster, Berlin, S. 202–205

Musa-Steenblock, T., H.-R. Forrer (2005): **Bio-PhytoPRE – A decision support system for late blight control in organic potato production in Switzerland.** In: Heß, J., G. Rahmann (Hrsg.): Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 01.–04.03.2005, Kassel. kassel university press, Kassel, S. 133–136. Abrufbar unter <http://orgprints.org/3211>

Speiser, B. et al. (2006): **Improvement of late blight management in organic potato production systems in Europe: Field tests with more resistant potato varieties and copper based fungicides.** Biological Agriculture and Horticulture 23, S. 393–412. Abrufbar unter <http://orgprints.org/8358>

Tamm, L. et al. (2004): **Assessment of the socio-economic impact of late blight and state of the art of management in european organic potato production systems.** FiBL Report. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick. Abrufbar unter <http://orgprints.org/2936>



Prof. Dr. Maria R. Finckh

Universität Kassel
Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz
Nordbahnhofstraße 1a, D-37213 Witzenhausen
Tel. + 49/55 42/98-15 61
E-Mail mfinckh@wiz.uni-kassel.de



Dr. Christian Bruns

Universität Kassel
Fachgebiete Ökologische Land und Pflanzenbau-
systeme sowie Ökologischer Pflanzenschutz
Nordbahnhofstraße 1a, D-37213 Witzenhausen
Tel. + 49/55 42/98-15 43
E-Mail bruns@wiz.uni-kassel.de



Dr. Heidi Bouws

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Wallstraße 44, D-37154 Northeim
Tel. + 49/55 51/7 6004-257
E-Mail heidi.bouws@lwk-niedersachsen.de

Dr. Bernhard Speiser

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
Ackerstrasse, CH-5070 Frick
Tel. + 41/62/865-72 43
E-Mail bernhard.speiser@fibl.org

Dr. Lucius Tamm

Adresse wie Dr. Bernhard Speiser
Tel. + 41/62/865-72 38
E-Mail lucius.tamm@fibl.org