

Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule im Ökookartoffelanbau

Dr. Sabine Meinck, Hamburg und Dr. Hartmut Kolbe, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung

1 Einleitung

Biokartoffeln erfreuen sich nicht zuletzt wegen ihres guten Geschmacks einer stetig wachsenden Nachfrage und haben sich in den letzten Jahren sicher am Markt etabliert. Selbst Discounter aus dem konventionell geprägten Lebensmittelbereich setzen seit geraumer Zeit Biokartoffeln erfolgreich ab. Auch für die Direktvermarktung eignet sich die „tolle Knolle“ hervorragend. Zudem erfährt der Anbau von Biokartoffeln für die Verarbeitung zu Convenience-Produkten eine steigende Bedeutung (Krause et al., 2005). Für viele Biobetriebe ist er ein wichtiger Betriebszweig, da hohe Deckungsbeiträge erzielbar sind.

Der erfolgreiche ökologische Anbau von Kartoffeln verlangt allerdings ein hohes Maß an Wissen und Können vom Erzeuger. Neben der wachsenden Bedeutung der Rhizoctonia-Krankheit wird nach wie vor die Kraut- und Knollenfäule als ein Hauptanbauproblem benannt. Während die Krankheit in manchen Jahren bzw. Regionen erst spät und wenig aggressiv auftritt, verursacht sie andernorts erhebliche Ertragseinbußen.

Im konventionellen Anbau wird die Krankheit unter aufwändigem Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel bekämpft. Im Ökoanbau begegnet man ihr dagegen mit einer umfassenden Bekämpfungsstrategie, die auch eine breite Palette kulturtechnischer und vorbeugender Maßnahmen umfasst.

2 Schadbild und Infektionskette

Viele prophylaktische Bekämpfungsmaßnahmen leiten sich aus der Biologie des Erregers ab, weshalb eingangs einige Erläuterungen zum Schadbild und zur Infektionskette des Pilzes *Phytophthora infestans* gegeben werden sollen.

Die **Krautfäuleinfektion** geht von befallenen, aufwachsenden Mutterknollen aus. Bei hoher Luftfeuchte und Temperaturen zwischen 18 °C und 23 °C setzt Sporenflug ein, wodurch die Blätter benachbarter Pflanzen befallen werden. Bei hoher Bodenfeuchte ist auch eine Sporulation direkt auf befallenen Knollen möglich. Die Sporen können nun über das Bodenwasser Triebe benachbarter Mutterknollen infizieren. Aufwachsende Pflanzen zeigen dann Befallssymptome am Stängel.

Erstbefall tritt selten vor Anfang Juli auf, die Zeitspanne zwischen Befallsbeginn und Absterben der Pflanzen kann in Abhängigkeit von der Witterung wenige Tage bis mehrere Wochen betragen.

Die Krautfäule erkennt man an gelblich-dunkelgrünen, später schokoladenbraunen Flecken an Blatt oder Stängel. Bei hoher Luftfeuchte (Morgen-/Abendstunden) sind die Flecken auf der Blattunterseite durch einen weißen Schimmelrasen zum gesunden Gewebe abgegrenzt. Der **Befall der Knollen** erfolgt vorrangig während und nach der Ernte durch Schmierinfektion, indem entweder Sporen im Erdstrom mit verletzten oder nicht schalenfesten Knollen in Kontakt kommen oder befallene Knollen verletzte Knollen berühren. Seltener erfolgt die Infektion schon während der Vegetationsperiode. Dann werden Sporen vom Regenwasser von den Blättern ab- und ins Erdreich eingespült, dort dringen sie über die nicht verkorkte Schale in die Knollen ein. Braunfaule Knollen erkennt man an äußerlich bleigrauen, leicht eingesunkenen Flecken. Darunter ist das Knollengewebe bräunlich verfärbt, wobei der Übergang zum gesunden Knollengewebe fließend ist.

Die Population des Phytophthora-Erregers in Deutschland hat sich in den letzten Jahren verändert. Zunehmend trifft man auf vitalere, aggressivere Rassen mit geringerer Latenzzeit. Betrug die Zeitspanne zwischen Infektion und ersten Befallssymptomen bei älteren Rassen des Pilzes noch ca. eine Woche, benötigen neuere Rassen hierfür lediglich 3 - 5 Tage (Hausladen, 2005). Erste Infektionen treten etwa einen Monat früher als noch vor 10 Jahren auf (Fry et al., 1993).

3 Krautfäule-Gegenmaßnahmen

Bereits die **Auswahl des Kartoffelschlages** ist im Hinblick auf Zeitpunkt und Ausmaß des Krautfäulebefalls von Bedeutung. Befallsbegünstigend wirkt eine hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit im Bestand (Hausladen, 2005). Deshalb sollten für den Kartoffelanbau enge Tallagen und Senken gemieden und dafür windoffene Lagen bevorzugt werden. Der Reihenabstand sollte 75 cm nicht unterschreiten. Durch diese Maßnahmen wird ein rasches Abtrocknen des Bestandes gesichert. Auch die räumliche Nähe zu Weihern oder Tümpeln erhöht die Luftfeuchtigkeit und ist daher ungünstig zu bewerten. Ein zeitiger Erstbefall kann von Frühkartoffelbeständen ausgehen, weshalb der Abstand zu diesen ebenfalls möglichst groß sein sollte. Kartoffelmieten, Abfallhaufen und Durchwuchs in Bestandsnähe sind zu beseitigen, weil auch sie eine wichtige Infektionsquelle darstellen.

Eine ganz wichtige Maßnahme zur Schadensvorbeuge stellt das fachgerechte **Vorkeimen** und **möglichst zeitige Auspendeln** der Pflanzknollen dar. Zum Vorkeimen werden die Pflanzkartoffeln ca. 4 - 6 Wochen vor dem geplanten Legetermin in Vorkeimkisten oder -säcke eingefüllt. In den ersten beiden Tagen der Vorkeimphase sollen die Pflanzknollen einen „Wärmestoß“ erhalten (Temperatur 15 - 20°C), wodurch die Keimung eingeleitet wird. Im weiteren Verlauf der Vorkeimung soll die Temperatur zwischen 8 °C und 15 °C liegen. Um kurze, dunkle und kräftige Keime zu er-

zeugen, müssen die Knollen pro Tag mindestens 8 - 10 Stunden belichtet werden. Ist der ungehinderte Einfall von Tageslicht nicht gewährleistet, kann Kunstlicht (pro ha Pflanzgut 5 Warmton-Neonröhren) eingesetzt werden. Jede Bewegung der Knollen fördert den Keimprozess.

Das Vorkeimen fördert einen gleichmäßigen Auflauf. Zudem stärkt eine gezielte Belichtung die Abwehrkräfte der Pflanzknollen (Benker et al., 2004). Die Pflanzung sollte früh, jedoch in abgetrockneten Boden bei mindestens 8 °C Bodentemperatur erfolgen. Durch das Vorkeimen ist ein Wachstumsvorsprung von 1 - 2 Wochen erzielbar, auch die Ertragsbildung wird entsprechend vorverlegt. Dadurch kann die krautfäulefreie Zeit effektiv für die Ertragsbildung genutzt werden. Insbesondere auf Flächen mit hoher N-Versorgung und drohender Sommertrockenheit sowie in Jahren mit starkem Krautfäulebefall machen sich die positiven Ertragseffekte des Vorkeimens bemerkbar. Im Durchschnitt können auf diese Weise Mehrerträge in Höhe von 10 - 20 % erzielt werden (siehe Abb. 1). Dem stehen Kosten von nur etwa 90 - 140 €/ha und Jahr gegenüber. Zu etwas anderen Aussagen kommt Fittje et al. (2005) nach Untersuchungen auf Praxisschlägen.

Unter ökologischen Wirtschaftsbedingungen zeigen die verschiedenen **Sorten** deutliche Unterschiede hinsichtlich ihrer Krautfäuleanfälligkeit. Grundsätzlich sind frühere Sorten anfälliger als spätere, bauen jedoch auch eher ihren Ertrag auf. Sie sind daher ertraglich deutlich im Vorteil, wenn Krautfäulebefall besonders früh einsetzt und sehr aggressiv verläuft. Da viele Sorten gegen einige Pathotypen des Pilzes resistent, für andere hingegen anfällig sind, empfiehlt sich der zeitgleiche Anbau mehrerer Sorten, um vertikale Resistenzen zu nutzen und das Anbaurisiko zu streuen. Die Zucht auf resistente Sorten wurde in den letzten Jahrzehnten leider vernachlässigt, neuerdings wird ihr jedoch wieder größere Bedeutung zugemessen (Darsow, 2002; Ryu et al., 2005). Allgemein wenig krautfäuleanfällig sind die Sorten Rosara, Aurelia, Planta, Vitara, Tessi, Sava, Simone, Bettina, Donella, Marena, Rosella, Escort, Sante und Treff. Besonders stark anfällig sind dagegen die Sorten Christa, Gloria, Leyla, Charlotte, Sieglinde, Karlena, Ditta, Exquisa, Linda, Selma, Desiree, Quarta, Adretta, Aula, Likaria. Allerdings hat die hohe Krautfäuletoleranz einer Sorte nicht zwangsweise hohe Erträge oder beste Qualitäten zur Folge. Neben Ertrag und Krautfäuletoleranz müssen bei der Sortenwahl selbstverständlich auch Merkmale wie optische Qualität, Geschmack und Absatzmöglichkeiten Berücksichtigung finden.

Der Einsatz chemisch-synthetischer Fungizide zur direkten Bekämpfung der Krautfäule ist bekanntermaßen im ökologischen Landbau verboten. Nachdem die intensive Forschung nach ökologisch unbedenklichen Präparaten zur Krautfäulebekämpfung leider von nur geringen Erfolgen gekrönt war (u.a. Böhm & Cerny, 2002; Böhm, 2003; Neuhoﬀ et al., 2003, 2006; Patsaki et al., 2005), verfolgen derzeit laufende Forschungsprojekte eher einen ganzheitlichen Ansatz (u.a. Finckh et al., 2003).

Am erfolgversprechendsten ist noch immer der Einsatz von **Kupfermitteln**. Da Kupfer jedoch toxisch auf das Bodenleben wirkt und sich im Boden anreichert (Kula & Guske, 2003), wird ihre An-

wendung seit Jahren kontrovers diskutiert und ist in einigen EU-Ländern und bei einigen Öko-Anbauverbänden verboten bzw. ihr Einsatz mengenmäßig limitiert. Dennoch werden Kupferpräparate von 60 % aller Biokartoffelanbauer in den Ländern der EU angewandt, in denen ihr Einsatz erlaubt ist. Sie sind kostengünstig, verzögern den Befall recht sicher und steigern den Ertrag um bis zu 20 % (Abb. 1).

Zum Einsatz von Kupferpräparaten sind folgende Fakten zu berücksichtigen:

- Kupfer wirkt nur vorbeugend, nicht heilend. Sind erste Befallsherde im Bestand bereits sichtbar, kommt die Spritzung oft schon zu spät.
- Kupfer wirkt über den Blattbelag. Wird dieser abgewaschen, muss der Belag für bleibenden Schutz erneuert werden.
- Die Ausbringungsmenge ist aufgrund gesetzlicher Vorgaben (Deutschland: max. 3 kg Cu/ha) begrenzt, damit ist ebenfalls die Anzahl der Spritzungen limitiert.
- Untersuchungen geben Hinweise darauf, dass Kupfer in hohen Dosen die Pflanzenvitalität und somit deren Leistungsfähigkeit beeinträchtigt. Zudem ist ein besserer Befallsschutz zu erwarten, wenn kleinere Dosen häufiger appliziert werden (Kainz & Möller, 2003).
- Schon geringe Befallsreduktionen können zu Mehrerträgen im Bereich von 10 - 20% führen (Möller, 2003; Wohleben & Bartels, 2005).
- Die Anwendung ist nur dann sinnvoll, wenn eine Befallsreduktion tatsächlich auch Mehrerträge erwarten lässt, weil die im Boden bereitstehende Nährstoffmenge noch nicht in Ertrag umgesetzt werden konnte. Dies ist oft der Fall bei hohem Nährstoffniveau, spät ansetzenden Sorten und früh einsetzendem Krautfäulebefall (Bruns et al., 2003; Möller, 2003).

Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen (siehe Tab. 1):

- Es sollten aufmerksam die Warndienstmeldungen für die jeweilige Region verfolgt werden (z.B. im Internet unter: <http://www.isip.de>). Außerdem sollten die Kartoffelbestände sorgfältig beobachtet werden. Obwohl die Phytophthora-Prognosemodelle für den konventionellen Anbau konzipiert sind, können hier wertvolle Informationen abgerufen werden. Eine erste Anpassung des Prognosemodells „Symphit“ auf den ökologischen Kartoffelanbau ist erfolgt, entsprechende Untersuchungen laufen seit 2005. Es sollte mit der Spritzung begonnen werden, wenn sich die Pflanzen mindestens in der Phase des Stängelwachstums befinden und eine Phase feuchtwarmen Wetters prognostiziert wird oder in Ihrer Umgebung (Umkreis von ca. 20 km) bereits erste Befallsherde gemeldet werden.
- Die Spritzabstände sollten der Witterung angepasst werden. Bei feuchtwarmem Wetter folgen Spritzungen im Wochenabstand, bei Trockenheit können die Spritzabstände vergrößert werden.
- Je Spritzung sollte eine Menge von 300 – 500 g Kupfer je ha appliziert werden.
- Die Behandlungen sollten beendet werden, wenn durch die Befallsreduktion kein Ertragszuwachs mehr zu erwarten ist.

Derzeit wird von Seiten der Hersteller ermittelt, inwieweit es bei veränderter Formulierung möglich ist, die Anwendungsmenge an Kupfer bei gleichbleibendem Wirkungsgrad deutlich zu reduzieren. Die Entwicklung eines solchen Präparates wird jedoch noch einige Jahre in Anspruch nehmen (Wohlleben, 2005).

Auch für die folgenden handelsüblichen Präparate wurden in Feldversuchen Ertragssteigerungen in Höhe von 10 - 15 % nachgewiesen: **Myco-Sin**, **Humin-Vital**, **Biofa Equisetum** (Abb. 1). Da keine oder nur eine geringe befallsverzögernde Wirkung durch die Mittel erzielt wurde, wird von einer Erhöhung der Toleranz der Pflanze und einer dadurch gesteigerten Leistungsfähigkeit ausgegangen. Die Anwendung erfolgt präventiv, bis zu 7 Applikationen sind nötig. Finnische Forscher konnten einen Effekt beim Einsatz von Kümmelöl nachweisen: Unter Feldbedingungen war der Erstbefall durch *Phytophthora infestans* um 10 - 14 Tage verzögert worden (Keskitalo et al., 2005).

Aus weiteren allerdings zunächst einjährigen Ergebnissen kann die Durchführung von mehreren Intensivierungsmaßnahmen zu deutlichen Ertragseffekten führen (Abb. 2). Im Vergleich zur Kontrolle konnte ein Ertragsanstieg von 34 % durch die **Kombination** von Düngung, Vorkeimung und direkter Pflanzenschutzmaßnahme erzielt werden.

Die zum Einsatz kommende **Spritztechnik** ist mitentscheidend für Erfolg oder Misserfolg der Applikation. Unabhängig vom Präparat ist es wünschenswert, dass die gesamte Pflanze vollständig benetzt wird. Die benötigte Menge an Spritzmittel bzw. Wasser muss sich am aktuellen Staudenvolumen orientieren. Mit dem Krautwachstum nehmen die Blatt- und Stängelflächen und damit der Bedarf an Spritzbrühe/ha zu, Brühemengen von 400 - 500 l/ha sind angezeigt. Zum Einsatz sollten Düsen mit 30 - 45° schräger Flachstrahlstellung (Universaldüsen, Antidriftdüsen) kommen, der Düsenabstand zum Bestand sollte 30 - 40 cm bei einem Strahlwinkel von 110 ° betragen. Eine Fahrgeschwindigkeit von 4 - 5 km/h in Fahrgassen erscheint angebracht. Der Einsatz einer technisch ausgereiften Unterblattspritzeinrichtung kann die Mittelanlagerung wesentlich verbessern (bis zu 50 % Mitteleinsparung bei gleichem Wirkungsgrad (Irla et al., 2001; Kainz & Möller, 2003)).

Tabelle 1: Anwendung und Bezugsquellen von ertragswirksamen Pflanzenbehandlungsmitteln gegen *Phytophthora infestans*

Präparat	Anwendungshinweise	Bezugsquelle
Myco-Sin	1%ig in 600 l Wasser; erste Spritzung ab 15-20 cm Pflanzenhöhe, dann 10- bis 14-tägig 5 - 7 Anwendungen	Fa. Schaette
Humin-Vital	4 kg in 400 l Wasser; ab Reihenschluss 14-tägig bis zu 5 Anwendungen	Fa. Agrinova
Biofa Equisetum	30 l in 600 l Wasser; ab 10 cm Pflanzenhöhe etwa 10-tägig 5 - 7 Anwendungen	Fa. Biofa Agrar
Kupfer in Form von Kupferoxychlorid (z.B. Funguran, Kupferkonzentrat 45, Kupferkalk Atem-po); Kupferhydroxid (Cuprozin flüssig)	0,3 - 0,5 kg Reinkupfer in 400 l Wasser, erste Anwendung laut Warnmeldung, dann je nach Befallsdruck max. 5 weitere Anwendungen	Landhandel

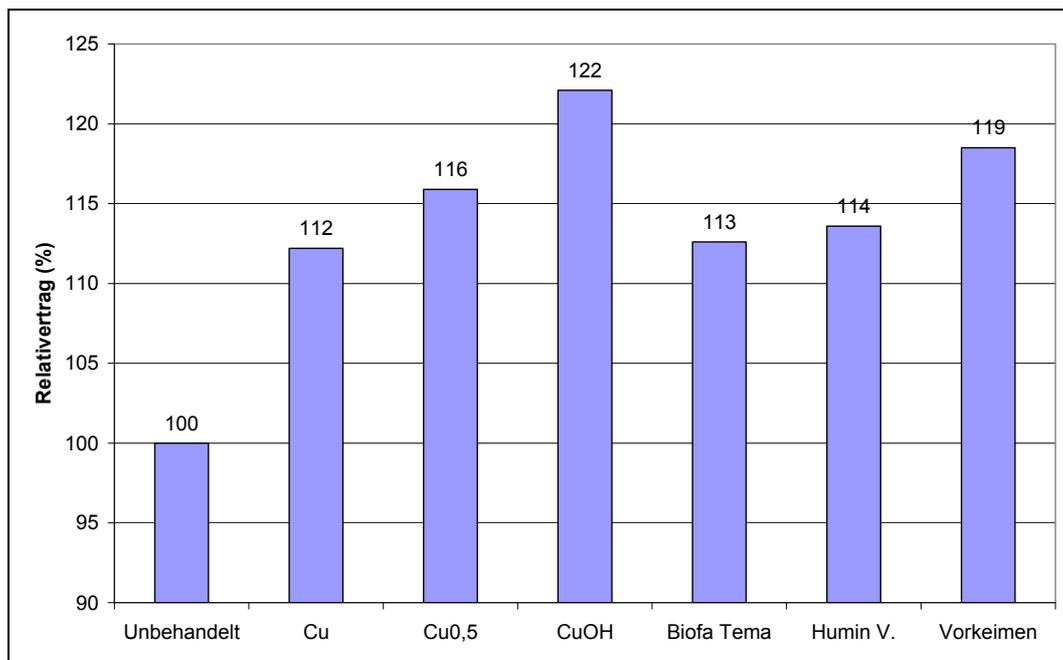


Abbildung 1: Einfluss von Behandlungsmittel und des Vorkeimens auf den relativen Marktwarenenertrag von Kartoffeln (Kontrolle (Unbehandelt): 232 dt/ha = 100 %; Kupferoxychlorid (Cu): 1 kg Cu/ha x 3 Behandlungen; Kupferoxychlorid (Cu 0,5): 0,5 kg Cu/ha x 3 Behandlungen; Kupferhydroxid (CuOH): 0,75 kg Cu/ha x 3 Behandlungen; Biofa Tema: 30 Liter/ha x 5 Behandlungen; Humin Vital 80 (Humin V.): 4 kg/ha x 4 Behandlungen; nach Meinck, 1999; Meinck & Kolbe, 1999)

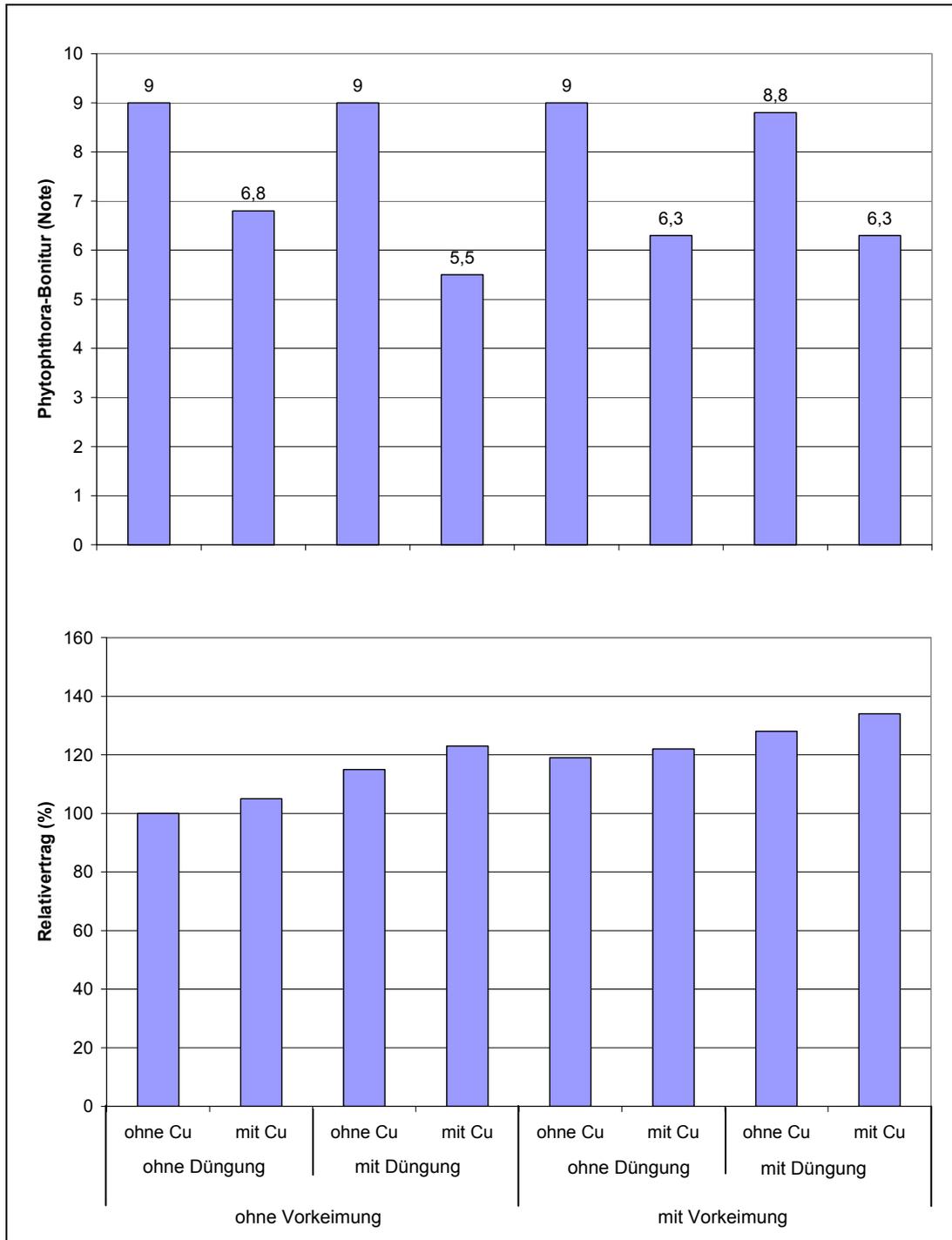


Abbildung 2: Einfluss von Düngung (Agrobiosol 80 kg N/ha), Vorkeimung und Cu-Behandlung (Cuprozin 3 kg Cu/ha in 4 Behandlungen) auf den Befall von Krautfäule und den relativen Knollenertrag (100 % = 336 dt/ha; nach Paffrath, 2005)

4 Braunfäule-Gegenmaßnahmen

Durch die **Erzeugung eines möglichst voluminösen Dammes** mit steilen Flanken kann das Risiko einer Braunfäuleinfektion während der Vegetationsperiode reduziert werden. Dies beruht zum einen auf der Filterwirkung des Bodens, denn die Sporen sterben beim Durchdringen des Bodens ab. Bereits 5 cm unter der Dammoberfläche liegende Knollen können nicht mehr infiziert werden. Zum zweiten fließen die Sporen an einem steilen Damm zusammen mit dem Niederschlagswasser ab und werden erst in der Dammfurche, also neben dem Knollennest eingewaschen.

Um eine Infektion zur Zeit der Ernte zu verhindern müssen der **Termin der mechanischen Krautbeseitigung** und der **Erntetermin** sorgfältig aufeinander abgestimmt werden. Das Kraut sollte 3 - 5 Wochen vor dem geplanten Erntetermin mechanisch beseitigt werden. Dadurch verliert der Pilz seine Nahrungsgrundlage und stirbt ab. Im Boden ist er noch 30 Tage überlebensfähig. Die Knollen reifen nach dem Krautschlagen gleichmäßig ab, indem sie verkorken. Das dauert in Abhängigkeit von der Sorte 3 - 5 Wochen. Die Schalenfestigkeit kann mit der Daumenprobe überprüfen werden. In verkorkte Schalen kann der Erreger nicht eindringen. Wird der Erntetermin entsprechend gewählt, ist ein hoher Schutz vor Infektionen gewährleistet. Wichtig ist weiterhin, dass die Ernte bei abgetrocknetem Boden und mindestens 10 °C Bodentemperatur durchgeführt wird, da sonst die Knollen beschädigungsempfindlicher sind. Über beschädigte Stellen können wiederum Fäuleerreger eindringen. Das teilweise frühe empfohlene Krautschlagen bei bestimmtem Befallsgrad ist demgegenüber nicht sinnvoll, da die Braunfäuleinfektionsrate hierdurch kaum beeinflusst wird, dafür aber eine Ertragsreduktion die sichere Folge ist (Hannukkala et al., 2004; Hannukkala & Lehtinen, 2005).

Um eine Ausbreitung der Braunfäule während der Einlagerung zu verhindern, sollten schnelle Bewegungen des Erntegutes vermieden, geringe Fallhöhen und kurze Förderwege eingehalten und elastische Materialien bei Sortiereinrichtungen und Förderbändern eingesetzt werden. Es darf nur trockenes Erntegut eingelagert werden. Die Temperatur beträgt zur Einlagerung 15 °C über 1 - 2 Wochen, in dieser Zeit verkorken entstandene Wunden (Wundheilungsphase). Anschließend wird die Temperatur im Lager allmählich auf 6 - 4 °C abgesenkt.

5 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird ein zusammenfassender Überblick über Schadbilder und Infektionsketten sowie indirekte und direkte Gegenmaßnahmen gegen die Kraut- und Knollenfäule von Kartoffeln gegeben. Ein Schwerpunkt liegt in der Vermittlung, dass viele Faktoren beachtet werden müssen, um die Schadwirkung in Grenzen zu halten.

6 Literaturverzeichnis

- Benker, M. & R. Peters (2004): Gezielte Belichtung von Kartoffelknollen – Ein umweltschonendes Verfahren zur Produktion von gesundem Pflanzgut im ökologischen Anbau. Bericht, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Georg-August-Universität, Göttingen
- Böhm, H. (2003): Regulierung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelanbau. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt Heft 118, Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 48-55
- Böhm, H. & D. Cerny (2002): Effects of different plant protection treatments regulating late blight (*Phytophthora infestans*) in organic plant production. Triennial Conference of the European Association for Potato Research 15, Hamburg
- Bruns, C. et al. (2003): Zur Interaktion von Bodenfruchtbarkeitsmanagement und sortenspezifischen Merkmalen auf den Befall mit *Phytophthora infestans* bei Kartoffeln. In: Freyer, B. (Hrsg.): Ökologischer Landbau der Zukunft: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Institut f. Ökologischen Landbau, Universität f. Bodenkultur, Wien, 145-148
- Darsow, U. (2002): Phytophthora-Resistenz der Kartoffel. – Bundesanstalt für Züchtungsforschung Groß Lüsewitz, Forschungsreport 1, 16-19
- Finkh, M. (2002): Mit System gegen Phytophthora. Ökologie & Landbau 123, Nr. 3, 18
- Finckh, M. et al. (2003): Diversifikationsstrategien für das Management der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel. In: Freyer, B. (Hrsg.): Ökologischer Landbau der Zukunft: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Institut f. Ökologischen Landbau, Universität f. Bodenkultur, Wien, 141-145
- Fittje, S. et al. (2005): Aspekte des Pflanzenschutzes bei der Pflanzgutvorbereitung von ökologisch produzierten Kartoffeln. In: Heß, J. & G. Rahmann (Hrsg.): Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel University Press, Kassel, 145-148
- Fry, W.E. et al. (1993): Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*. Plant Disease 85, 521-528
- Hannukkala, A. & A. Lehtinen (2005): Potato late blight - fatal threat in organic potato production. Forskningsnytt om økologisk landbruk i Norden 1, 10-11
- Hannukkala, A. et al. (2004): Management of potato late blight (*Phytophthora infestans*) in organic potato production. The international school-conference plant cultivation in the European North, Petroskoi, 179-180
- Hausladen, H. (2005): Keine Panik beim ersten Fleck. DLG-Mitteilungen 4, 54-58
- Irla, I. et al. (2001): Optimierung der Spritztechnik von Biokartoffeln. Neue Technik erfolgreich gegen Krautfäule. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon, FAT-Berichte Nr. 561
- Kainz, M. & K. Möller (2003): Ansätze zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelanbau. Posterpräsentation, 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Wien

- Keskitalo, M. et al. (2005): Control of potato late blight by caraway oil in organic farming. Beitrag präsentiert bei der Konferenz: Organic farming for a new millenium - status and future challenges : NJF-seminar 369, Alnarp, Sweden, Veröffentlicht in NJF Report 1, 1, 77-79
- Krause, T. et al. (2005): Einfluss unterschiedlicher Klee-grasnutzungssysteme auf Ertrag, Sortierung und Qualität ökologisch erzeugter Verarbeitungskartoffeln. In: Heß, J. & G. Rahmann (Hrsg.): Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel University Press, Kassel, 43-46
- Kula, Ch. & S. Guske (2003): Auswirkungen von Kupfer auf Bodenorganismen bei langjähriger Anwendung. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt Heft 118, Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 11-16
- Meinck, S. (1999): Speisekartoffelanbau im Ökologischen Landbau. Optimierung des Anbauverfahrens durch Sortenwahl und Phytophthora-Prophylaxe. Dissertation, Kassel
- Meinck, S. & H. Kolbe (1999): Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelanbau. Kartoffelbau 50, Nr. 5, 172 - 175
- Möller, K. (2003): Ansätze zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelanbau. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt Heft 118, Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 56-66
- Neuhoff, D. et al. (2003): Nutzung von Pflanzenextrakten zur Kontrolle der Krautfäule (*P. infestans*) im ökologischen Kartoffelanbau. In: Freyer, B. (Hrsg.): Ökologischer Landbau der Zukunft: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Institut f. Ökologischen Landbau, Universität f. Bodenkultur, Wien, 559-560
- Neuhoff, D. et al. (2006): Nutzung von Braunalgenextrakten (*Ascophyllum nodosum*) zur Kontrolle der Krautfäule (*Phytophthora infestanz*) im Ökologischen Kartoffel- und Tomatenanbau. Landw. Fak. D. Univ. Bonn, Schriftenreihe d. Lehr- u. Forschungsschwerpunktes USL Nr. 133
- Paffrath, A. (2005): Wirkung von Vorkeimung, organischer Stickstoffdüngung und einer Kupferbehandlung auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln. In: Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen. Versuchsbericht 2005. LWK NRW, Bonn, 63 - 68
- Patsaki, E.E. et al. (2005): Use of liohumus extract for ecological control of potato late blight. Poster präsentiert bei der Konferenz Researching Sustainable Systems - International Scientific Conference on Organic Agriculture, Adelaide, Australia
- Ryu, Kyoung Yul et al. (2005): Selection of quantitative resistance potato clones against phytophthora late blight in Korea. Poster präsentiert bei der Konferenz Researching Sustainable Systems - International Scientific Conference on Organic Agriculture, Adelaide, Australia
- Tamm, L. et al. (2003): Abschätzung der Auswirkung der Krautfäule auf den Biokartoffelanbau in verschiedenen Europäischen Ländern sowie Inventar der angewendeten Anbau- und Pflanzenschutzstrategien. In: Freyer, B. (Hrsg.): Ökologischer Landbau der Zukunft: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Institut f. Ökologischen Landbau, Universität f. Bodenkultur, Wien, 149-152
- Wohlleben, S. (2005): BBA, Braunschweig, persönl. Mitteilung

Wohlleben, S. & G. Bartels (2005): Regulierung der Krautfäule (*Phytophthora infestans*) mit reduzierten Kupfer-Aufwandmengen im Kartoffelanbau. In: Heß, J. & G. Rahmann (Hrsg.): Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel University Press, Kassel, 143-144