

## **Entwicklung, Überprüfung und Praxiseinführung des Prognosesystems ÖKO-SIMPHYT zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans) im ökologischen Kartoffelanbau mit reduzierten Kupferaufwandmengen**

Development, evaluation and realisation of the prognosis-system "ÖKO-SIMPHYT" to control potato late blight in organic farming with reduced use of copper

**FKZ: 03OE553**

**Projektnehmer:**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenschutz  
Lange Point 10, 85354 Freising-Weihenstephan  
Tel.: +49 8161 71-5664  
Fax: +49 8161 71-5735  
E-Mail: Michael.Zellner@LfL.bayern.de  
Internet: <http://www.lfl.bayern.de>

**Autoren:**

Zellner, Michael; Keil, Sven; Benker, Marianne; Kleinhenz, Benno; Bangemann, Lars

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

# Abschlussbericht

**Forschungsprojekt im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer  
Landbau**

Förderkennzeichen: 03OE553

Thema:

**Entwicklung, Überprüfung und Praxiseinführung des Prognosesystems  
ÖKO-SIMPHYT zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule  
(*Phytophthora infestans*) im ökologischen Kartoffelanbau mit  
reduzierten Kupferaufwandmengen**

Projektlaufzeit: 2004 – 2007

**Durchführende Institution:**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Institut für Pflanzenschutz, IPS 3d

Lange Point 10, 85354 Freising

Projektleiter: Dr. Michael Zellner

Projektbearbeitung: Dr. Marianne Benker / Sven Keil

**Kooperationspartner:**

Biologische Bundesanstalt in Braunschweig

Institut für Pflanzenschutz im Ackerbau und Grünland

Prof. Dr. Peter Zwirger, Lars Bangemann

Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen  
und Programme im Pflanzenschutz in Bad Kreuznach

Dr. Benno Kleinhenz

## Gliederung

<b>1</b>	<b>Ziele und Aufgabenstellung des Projekts .....</b>	<b>4</b>
1.1	Planung und Ablauf des Projekts .....	5
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde ..	10
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b>	
2.1	Untersuchungen zur Regenbeständigkeit von Kupfer .....	13
2.2	Auswirkung einer Kupferbeizung auf den Primärbefall .....	16
2.3	PCR-Nachweis von latentem <i>Phytophthora infestans</i> - Befall .....	19
2.4	Kupferminimierungsstrategien im Freiland .....	20
2.5	Entwicklung der Entscheidungshilfe ÖKO-SIMPHYT .....	28
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	
3.1	<b>Ausführliche Darstellung der Ergebnisse</b>	
3.1.1	<b>Untersuchungen zur Regenbeständigkeit von Kupfer</b>	
	Versuchsjahr 2005 .....	30
	Versuchsjahr 2006 .....	35
	Versuchsjahr 2007 .....	37
3.1.2	<b>Auswirkung einer Kupferbeizung auf den Primärbefall</b>	
	Versuchsjahr 2005 .....	38
	Versuchsjahr 2006 .....	39
	Versuchsjahr 2007 .....	41
3.1.3	<b>PCR-Nachweis von latentem <i>Phytophthora infestans</i>- Befall</b>	
	Versuchsjahr 2005 .....	43
	Versuchsjahr 2006 .....	46
	Versuchsjahr 2007 .....	47
3.1.4	<b>Kupferminimierungsstrategien im Freiland</b>	
	Versuchsjahr 2005 .....	48
	Versuchsjahr 2006 .....	50
	Versuchsjahr 2007 .....	71
3.1.5	<b>Entwicklung der Entscheidungshilfe ÖKO-SIMPHYT</b>	
	Versuchsjahr 2006 .....	95
	Versuchsjahr 2007 .....	99
3.2	<b>Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse.....</b>	<b>110</b>

4	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse 2005-2007</b>	
	• Untersuchungen zur Regenbeständigkeit von Kupfer .....	111
	• Auswirkung einer Kupferbeizung auf den Primärbefall .....	111
	• PCR-Nachweis von latentem <i>Phytophthora infestans</i> - Befall .....	113
	• Kupferminimierungsstrategien im Freiland .....	113
	• Entwicklung der Entscheidungshilfe ÖKO-SIMPHYT .....	115
5	<b>Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen / Hinweise auf weiterführende Fragestellungen .....</b>	<b>118</b>
6	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>120</b>
7	<b>Veröffentlichungen \ Öffentlichkeitsarbeit zum Projekt 2005-2007 .....</b>	<b>120</b>
	<b>Danksagung .....</b>	<b>125</b>

### Liste der verwendeten Abkürzungen

Nicht gesondert aufgeführt sind die Abkürzungen der SI-Einheiten und der chemischen Elemente.

BH	Befallshäufigkeit
BS	Befallsstärke
DF-Düsen	Doppelflachstrahldüsen AVI-TWIN 110-04
fl.	flüssig
ID	Infektionsdruck
PHYTIN	Befallsstärke der Phytophthora-Infektion
PSM	Pflanzenschutzmittel
VG	Versuchsglied

## 1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Ziel des Projekts war es, den Einsatz von Kupferfungiziden bei der Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule, verursacht durch den Erreger *Phytophthora infestans* zu reduzieren. Diese Krankheit stellt im ökologischen Anbau nach wie vor ein ungelöstes Problem dar, welches bisher nur durch den Einsatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel reguliert werden kann. Es sollten Verfahren entwickelt werden, um in Jahren mit hohem Krankheitsdruck auf Grundlage der maximal erlaubten Aufwandmenge die bestmögliche fungizide Wirkung zu erzielen. Dies sollte durch folgende Forschungsschwerpunkte erreicht werden:

- Verwendung von kupferhaltigen Präparaten (falls vorhanden auch anderer „Bio-Mittel“) auf der Grundlage eines Krautfäule-Prognosemodells. Hierfür sollte das bundesweit vorhandene Prognosesystem SIMPHYT an die spezifischen Gegebenheiten im ökologischen Anbau angepasst und der Praxis unter dem Namen ÖKO-SIMPHYT zur Verfügung gestellt werden. Auf Basis der witterungsbedingten Epidemiebewertung von ÖKO-SIMPHYT sollte somit die Kupfermenge auf das absolut notwendige Maß begrenzt werden.
- Reduktion des von der Pflanzknolle ausgehenden und durch Spritzapplikationen kaum beeinflussbaren Primärbefalls (Stängelbefalls) durch Beizung des Saatgutes mit Cu-Mitteln und falls vorhanden mit anderen „Öko-Präparaten“.

Durch die Reduktion und die Optimierung des Kupfereinsatzes soll die Nachhaltigkeit der Produktion verbessert werden, womit ein wichtiges Ziel des Bundesprogramms Ökologischer Landbau unterstützt wird.

## 1.1 Planung und Ablauf des Projekts

### Gliederung der Teilprojekte

Das Projekt wurde in 3 Teilprojekte gegliedert. Jedes Teilprojekt wurde vom zuständigen Projektpartner nach Koordination mit der Projektleitung selbstständig durchgeführt.

#### Teilprojekt A

- Erarbeitung biologischer und epidemiologischer Daten zur Minimierung des *Phytophthora*-Primärbefalls mittels Pflanzgutbeizung
- Erarbeitung biologischer und epidemiologischer Daten zur Anpassung des Prognosesystems an den ökologischen Kartoffelanbau (Feld- und Gewächshausversuche 2005 bis 2007)
- Koordination der Versuche zur Modellvalidierung und zur Praxiseinführung in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder und dem Bioland Erzeugerring Bayern e.V.

Bearbeitet durch die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Institut für Pflanzenschutz

Dr. M. Zellner, Dr. M. Benker, S. Keil

Lange Point 10

Tel.: 08161 / 71 - 5664

85354 Freising

Fax.: 08161 / 71 - 5741

Email: Michael.Zellner@LfL.Bayern.de

in Zusammenarbeit mit:

- Bioland Erzeugerring Bayern e.V.
- Naturland
- Ökologisch wirtschaftende landwirtschaftliche Betriebe in Bayern
- Deutscher Wetterdienst, Niederlassung Weihenstephan, Bachstr. 7, 85406 Zolling

## **Teilprojekt B**

- Erarbeitung biologischer und epidemiologischer Daten zur Anpassung des Prognosesystems an den ökologischen Kartoffelanbau (Feld- und Gewächshausversuche 2005 bis 2007)
- Koordination der Versuche zur Modellvalidierung und zur Praxiseinführung in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder und dem Ökoring Niedersachsen

Bearbeitet durch die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA)

Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

Dr. G. Bartels, Prof. Dr. P. Zwerger, L. Bangemann

Messeweg 11-12

Tel.: 0531 / 299 - 4530

38104 Braunschweig

Fax.: 0531 / 299 - 3008

Email: P.Zwerger@bba.de

in Zusammenarbeit mit:

- Ökoring, Versuchs- und Beratungsring für den Ökologischen Landbau e.V.
- Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz Mainz
- Landwirtschaftskammer Hannover
- Hessisches DLZ für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz
- Amt für ländliche Räume Kiel
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
- LAP Saatbauamt Donaueschingen

## **Teilprojekt C**

- Erweiterung des Prognosesystems SIMPHYT zu ÖKO-SIMPHYT
- Berechnung der Erst- und Folgeapplikationen
- Konzeption und Beauftragung der Programmierung der neuen Internetseiten, Sicherstellung der termingerechten Bereitstellung der Internetseiten

Bearbeitet durch die Zentralstelle der Bundesländer für computergestützte Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz und Pflanzenbau (ZEPP)

Dr. B. Kleinhenz

Rüdesheimer Str. 60 - 68

Tel. : 0671 / 820 - 426

55545 Bad Kreuznach

Fax. : 0671 / 820 - 402

Email: kleinhenz@zepp.info

## **Weitere Aufgabenverteilung**

### Bioland Erzeugerring Bayern e.V. und Ökoring Niedersachsen

- Ableitung von Beratungsempfehlungen aus den Versuchsergebnissen und Erstellung von Beratungsunterlagen für die landwirtschaftliche Praxis
- Transfer der Ergebnisse in die Praxis über Feldtage, Seminare
- Weiterentwicklung von Versuchsanstellungen in der Laufzeit des Projektes

### Pflanzenschutzdienste der Bundesländer

- Validierung und Praxiseinführung von ÖKO-SIMPHYT

## **Übersicht der zu bearbeitenden Fragestellungen**

### **Labor-, Gewächshaus- und Freilandversuche zur Minimierung des *Phytophthora*-Primärbefalls (Bearbeitung im Teilprojekt A)**

Je später die Krautfäuleepidemie beginnt, umso geringer ist die notwendige Behandlungshäufigkeit mit Kupferfungiziden. Da Primärbefall zu einem frühen, mit Cu-Blattapplikationen nur schwer zu kontrollierenden Befallsverlauf führt, kommt der Reduzierung der Primärherde eine wichtige Bedeutung bei der Einsparung von Kupfermitteln zu. Folgende Versuchsansätze dienen zur Kontrolle des Primärbefalls:

- Beizversuche mit künstlich mit *P. infestans* infizierten Pflanzknollen auf einem leichten und einem schweren Standort (Standorte: Staatliche Versuchsgüter Puch und Straßmoos). Hier ist zu prüfen, ob durch die gezielte Aufbringung von Kupferfungiziden auf die Pflanzknolle der Umfang der Primärherde reduziert und als Folge dessen Spritzapplikationen eingespart werden können.
- Exakte Aufzeichnung der epidemiologischen Entwicklung des Primärbefalls (intensive Bonituren im Feld, Stängeluntersuchungen mit PCR) sowie der Witterung auf einem leichten und einem schweren Standort. Dazu ist es notwendig, die Pflanzknollen künstlich mit *Phytophthora infestans* zu infizieren, um das Auftreten von Primärbefall sicherstellen zu können.

### **Labor-, Gewächshaus- und Freilandversuche zur Krautfäulebekämpfung mit reduzierten Kupfermengen (Bearbeitung in den Teilprojekten A und B)**

In einem umfangreichen Versuchsprogramm (Gewächshaus- und Feldversuche) werden die wissenschaftlichen Daten zur Krautfäule-Bekämpfung mit reduzierten Kupfermengen erarbeitet. Die Durchführung dieser Versuche ist notwendig zur Anpassung des Prognosesystems SIMPHYT an die Gegebenheiten des ökologischen Kartoffelanbaus.

Begonnen wird mit der Untersuchung der Regenbeständigkeit und der Dauerwirkung verschiedener Cu-Formulierungen und Aufwandmengen (Gewächshaus, Labor). Auf Basis dieser Ergebnisse werden in Nord- (Bearbeitung durch die BBA; zwei Standorte) und Süddeutschland (Bearbeitung durch die LfL; drei Standorte, nämlich Puch und Straßmoos, sowie auf einem Biobetrieb) dreijährige Feldversuche zur Krautfäuleregulierung mit reduzierten Cu-Mengen angelegt. Die Bestimmung der optimalen Terminierung der Erstapplikation und der Folgebehandlungen erfolgt für verschiedene Cu-Formulierungen auf Basis einer ersten Arbeitsversion von ÖKO-SIMPHYT.

Wesentlicher Bestandteil der Feldversuche ist die Bestimmung der formulierungsabhängigen Cu-Aufwandmengen, die zur Vermeidung von extremen Ertrags- und Qualitätseinbußen notwendig ist. Es werden folgende Faktoren geprüft:

- Prüfung verschiedener Cu-Fungizidstrategien (Applikationszeitpunkt, Aufwandmenge in Abhängigkeit vom Infektionsdruck) zur Ableitung einer an das ÖKO-SIMPHYT Prognosemodell angepassten Krautfäulebekämpfung auf Praxisschlägen
- Wechselwirkung zwischen Sortenanfälligkeit und Kupferaufwandmenge
- Wechselwirkung zwischen Vorkeimen und Kupferaufwandmenge
- Ermittlung der Wirkungskdauer von Kupferformulierungen in Abhängigkeit von der Kupferaufwandmenge

Die Detailplanung der Varianten erfolgt aufbauend auf den an der BBA und LfL durchgeführten Labor-, und Gewächshausversuchen. Die Versuche werden zwischen LfL und BBA abgestimmt, so dass auf allen Versuchsorten im Kernprogramm die gleichen Varianten zur Anlage kommen.

Zur Bestimmung der Ertrags- und Qualitätsrelevanz des *Phytophthora*-Befalls unter den Anbaubedingungen des ökologischen Landbaus werden die Versuchspartzellen beerntet und der Braunfäulebefall direkt zur Ernte und nach mehrmonatiger Lagerung erhoben. Alle in den Gewächshaus- und Freilandversuchen gewonnenen Ergebnisse fließen in die Erweiterung von SIMPHYT 3 ein.

### **Erweiterung des Prognosesystems SIMPHYT zu ÖKO-SIMPHYT (Bearbeitung im Teilprojekt C, ZEPP)**

Für die Arbeiten wird ein erstes Arbeitsmodell von ÖKO-SIMPHYT erstellt. Eine Anpassung der aktuellen Version von SIMPHYT 1 an die Gegebenheiten des ökologischen Landbaus erfordert eine Neubewertung der Startbedingungen für das Prognosemodell. Dazu sind die angebauten Kartoffelsorten zu erfassen und zu klassifizieren. Weiterhin müssen die modellinternen Regionalfaktoren überprüft und

korrigiert werden sowie die Auflaufferminklassen unter Berücksichtigung der hier üblichen Pflanzgutvorbereitung (z.B. Vorkeimung) neu zusammengefasst werden.

Die Erweiterung des SIMPHYT 3 Modells für die Terminierung der Kupferbehandlungen bedingt eine völlige Neubewertung der Wirkungsgrade und der Wirkungsdauer dieser Präparate. Während die bisherige Taktik von SIMPHYT 3 darauf ausgerichtet war, die Schläge möglichst lange befallsfrei zu halten, muss auf Grund der geringeren Wirkungsgrade der eingesetzten Präparate und der begrenzten Cu-Aufwandmengen eine neue Taktik in das Modell implementiert werden. Diese neue Taktik wird einen geringen Krautfäulebefall tolerieren und auf die Regulierung der Pilzkrankheit abzielen.

Im letzten Projektjahr werden die angepassten Modelle in das internetbasierende Informationssystem [www.isip.de](http://www.isip.de) und [www.LfL.Bayern.de](http://www.LfL.Bayern.de) einprogrammiert und damit der landwirtschaftlichen Praxis zur Verfügung gestellt. Die systemeigene Schlagverwaltung ermöglicht dann angepasste Berechnungen und Empfehlungen je Einzelschlag.

### **Validierung und Praxiseinführung des Prognosesystems ÖKO-SIMPHYT (Bearbeitung in den Teilprojekten A und B)**

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen der oben beschriebenen Feldversuche werden ab dem zweiten Versuchsjahr in Zusammenarbeit mit der Anbauberatung und dem amtlichen Pflanzenschutzdienst Feldversuche zur Praxiseinführung und zur Validierung von ÖKO-SIMPHYT in verschiedenen Klimaregionen durchgeführt. Koordiniert werden diese Versuche in Bayern durch die LfL in Zusammenarbeit mit dem Bioland Erzeugerring Bayern e.V. und im übrigen Bundesgebiet durch die BBA (LWK Hannover, LWK Nordrhein-Westfalen, Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz, Zentrum Ökologischer Landbau Rheinland-Pfalz, ALR Kiel, LAP Saatbauamt Donaueschingen, Pflanzenschutzdienste in Sachsen und Sachsen-Anhalt).

Schwerpunkt der vom Bioland Erzeugerring Bayern e.V. und Ökoring Niedersachsen durchgeführten Praxisversuche (Streifenversuche mit betriebsüblicher Pflanzenschutztechnik) ist die Praxiseinführung des Prognosemodells ÖKO-SIMPHYT. Für die Region östliches Niedersachsen wird die Versuchstätigkeit zur Praxiseinführung von ÖKO-SIMPHYT durch die Firma Spiess-Urania unterstützt (termingerechte Cu-Applikation und Befallsbonitur auf 3 Praxisbetrieben, Auswahl der ökologischen Kartoffelbaubetriebe in Absprache mit dem Ökoring Niedersachsen). Demgegenüber dienen die Feldversuche bei den amtlichen Pflanzenschutzdienststellen neben der Praxiseinführung auch der Validierung des Prognosemodells ÖKO-SIMPHYT in verschiedenen Klimagebieten.

## 1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

In der ökologischen Landwirtschaft hat der Kartoffelanbau eine besondere Bedeutung. Durch hohe Deckungsbeiträge trägt er bei vielen Landwirtschaftsbetrieben wesentlich zur Einkommenserzielung bei. Nur durch eine kontinuierliche Produktion von Öko-Kartoffeln können Lieferverpflichtungen bei Verarbeitungsbetrieben eingehalten und die Direktvermarktung aufrechterhalten werden.

Die Kraut- und Knollenfäule verursacht im ökologischen Landbau regelmäßig hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen und somit hohe wirtschaftliche Schäden. Sie ist in besonders hohem Ausmaß witterungsabhängig. Teilweise führt *P. infestans*-Befall sogar zu Totalausfällen. Bisher kann im ökologischen Landbau der Befall mit *P. infestans* nur durch die Anwendung von Kupfer-Fungiziden reguliert werden. Zur direkten Bekämpfung dieser Pflanzenkrankheit sind zur Zeit auch keine anderen Möglichkeiten in Aussicht. Auf Grund der negativen Auswirkungen von Kupfer auf Nicht-Ziel-Organismen (aquatische Organismen, Regenwürmer) und der Anreicherungsproblematik im Boden, ist die weitere Reduktion des Kupfereinsatzes dringend erforderlich. Langfristiges Ziel muss sein, den Cu-Einsatz so weit zu reduzieren, dass Zufuhr und Entzug im Gleichgewicht stehen.

Das Ziel Zufuhr = Entzug kann nur durch eine gezielte Ausbringung von Cu-Fungiziden erreicht werden. Zur optimalen Terminierung reduzierter Cu-Mengen wird in dem Forschungsvorhaben das Prognosesystem SIMPHYT an die Bedingungen des ökologischen Landbaus angepasst.

Das bisherige Angebot von aktuellen *Phytophthora*-Warndiensten im Internet, welches die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft unter der Internetadresse [www.LfL.Bayern.de](http://www.LfL.Bayern.de) oder ZEPP in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der anderen Bundesländern, den Landwirten und der Beratung anbieten (<http://www.phytophthora.de/www.isip.de>), ist vorwiegend auf die Bedürfnisse des integrierten Landbaus zugeschnitten. Es basiert auf den wettergestützten Prognosemodellen SIMPHYT 1 (Prognose des Befallsbeginns) und SIMPHYT 3 (Terminierung der Folgebehandlungen) sowie flächendeckenden regelmäßigen Befallserhebungen auf Praxisschlägen durch die Pflanzenschutzdienste. Dabei werden täglich allein in Bayern die Wetterdaten von über 100 Wetterstationen ausgewertet. Etwa die gleiche Anzahl kommt aus dem restlichen Bundesgebiet noch hinzu. Zusätzlich wird zweimal wöchentlich die Befallssituation, basierend auf aktuellen Felderhebungen dargestellt. Informationen, die an die spezifischen Bedürfnisse des ökologischen Landbaus angepasst sind, werden zur Zeit nicht angeboten. Unberücksichtigt bleibt z.B., dass ökologisch bewirtschaftete Bestände ihre Ertragsbildung nährstoffbedingt in der Regel deutlich früher abschließen als konventionell gedüngte Kartoffelflächen. Ferner findet die Tatsache keine Beachtung, dass im ökologischen Landbau der Einsatz nur einer begrenzten Menge an Kupfer möglich ist.

Der Erreger der Kraut- und Knollenfäule überdauert den Winter in infizierten Kartoffelknollen. Erst durch die Anwendung molekularer Untersuchungsmethoden (Polymerase chain reaction, PCR) konnte in den letzten Jahren eindeutig nachgewiesen werden, dass der Pilz im Frühjahr im Kartoffelstängel nach oben wächst (ADLER, 2000). Krank aufwachsende Stauden zeigen sehr früh Krautfäulebefall am Stängel oder auch im Wipfel.

Halbfreiland- und Gewächshausversuche, die von ADLER (2000) UND BÄBLER et al. (2002 und 2004) an der LfL durchgeführt wurden, zeigten, dass sowohl die Bodenart als auch die Bodenfeuchte einen Einfluss auf den Zeitpunkt und die Stärke des Stängelbefalls haben. Nach diesen Untersuchungen können sich bei genügend Feuchtigkeit im Boden Sporangien auf der erkrankten Knolle bilden, die mit dem Bodenwasser verteilt werden. Dadurch können Nachbarpflanzen oder auch Stängel der eigenen Pflanze von außen infiziert werden. Die Fähigkeit des Bodens, Niederschlagswasser aus dem Krumbereich abzuleiten oder dort zu halten, hat deshalb erhebliche Auswirkungen auf Zeitpunkt und Stärke des Primärbefalls. Der Epidemieverlauf dürfte somit entscheidend von der Niederschlagsmenge von Ende April bis Anfang Juni und der Bodenart abhängig sein.

Inzwischen gibt es erste erfolgversprechende Ansätze durch Pflanzgutbeizung, den Primärbefall stark zu reduzieren. In Freilandversuchen wurden Pflanzkartoffel mit *Phytophthora infestans* inokuliert und mit Ausnahme der Kontrollvariante anschließend mit chemisch-synthetischen Wirkstoffen (Metalaxyl u.a.) gebeizt. Die Versuchsglieder mit Beizung zeigten im Vergleich zur Kontrolle eine deutliche Verringerung der *Phytophthora*-Stängelsymptome. Durch die Zugabe eines Emulsions-Polymers (Haftmittel) konnte eine nochmalige Abnahme des Befallsniveaus erzielt werden. Darüber hinaus konnte in einigen Versuchen durch die Knollenbeizung der Epidemiebeginn um bis zu zwei Wochen hinausgezögert werden (ZELLNER, 2004; BÄBLER et al., 2002). Überraschend war, dass mit Mancozeb ein reiner Kontaktwirkstoff ebenfalls den *Phytophthora*-Befall reduzierte. BÄBLER et al. (2002) führen dies auf die erfolgreiche Verhinderung der Oberflächensporulation von *Phytophthora infestans* auf der Pflanzknolle im Boden zurück. Dadurch wurden indirekte Trieb- und Nachbarknolleninfektionen über durch das Bodenwasser verbreitete Sporangien reduziert. Die Wirkung des reinen Kontaktfungizides kam jedoch nicht an die Effizienz der Beizpräparate mit systemischen Wirkstoffeigenschaften heran.

Solange primärkranke Pflanzen als Durchwuchskartoffeln oder auf Abfallhaufen aufwachsen, müssen die Sporen von außen auf den Kartoffelschlag gelangen. Früher herrschten diese Infektionsbedingungen vor, denn damals verfaulten kranke Knollen noch über Winter in den Feldmieten oder in schlecht klimatisierten Kartoffelkellern und wurden im Frühjahr ausgelesen. Heutzutage gelangen aufgrund verbesserter Lagerungstechnik vermehrt latent infizierte Pflanzknollen aufs Feld. Die

Folge ist, dass bei feuchter Frühjahrswitterung die ersten *Phytophthora*-Symptome am Stängel im Praxisschlag meist schon vor Reihenschluss auftreten.

Der Befall der Tochterknollen kann schon während der Vegetationszeit im Boden erfolgen. Sporangien werden durch Regen von den erkrankten Blättern abgewaschen und in die obere Dammschicht gespült. Dort bekommen sie Kontakt mit den Knollen. Darüber hinaus konnte vor kurzem mit Hilfe der PCR-Testmethode nachgewiesen werden, dass auch eine direkte Übertragung des Erregers im Boden von der kranken Mutterknolle auf die Tochterknollen möglich ist. Der Hauptteil der Knolleninfektion erfolgt vermutlich über Schalenrisse und Verletzungen beim Roden. Deshalb sind in Jahren mit viel Regen, hohem Krautfäuledruck und ungünstigen Rodebedingungen Knolleninfektionen in erheblichem Umfang zu erwarten.

Sporangien können im Boden nur eine begrenzte Zeit überleben. Aus diesem Grunde kann der Infektionsdruck minimiert werden, indem zwischen dem vollständigen Absterben des Kartoffelkrautes (keine Neubildung von Sporen) und der Rodung ein möglichst langer zeitlicher Abstand liegt. Darüber hinaus ist eine beschädigungsarme Ernte unter trockenen Bedingungen unverzichtbar, um den im Boden verbliebenen infektiösen Sporangien wenig Eintrittspforten zu bieten. Weil die Bodenfeuchte auf leichten Standorten niedriger ist, dürfte die Gefahr von Knolleninfektionen dort ebenfalls geringer sein. Über den Einfluss der Bodenart auf die Höhe der *Phytophthora*-Knolleninfektionen gibt es bisher jedoch kaum aussagefähige Untersuchungen.

Erst mit Hilfe der PCR-Methode wurde es möglich, den latenten *Phytophthora*-Befall mit ausreichender Sensitivität nachzuweisen. Damit konnten Untersuchungen über die Epidemiologie des Pilzes während seiner Latenz-Phase durchgeführt werden. ADLER (2000) untersuchte mittels PCR elf Pflanzkartoffelpartien unterschiedlicher Herkünfte. Der Anteil latent infizierter Knollen lag zwischen 0% und 12,3%. Die nach Richtlinien des ökologischen Landbaus erzeugte Partie wies eine Befallshäufigkeit von 10% auf. Zeitpunkt und Intensität des Primärbefalles kann mit Prognosemodellen bisher nicht vorhergesagt werden. Dies wäre jedoch gerade im ökologischen Landbau wichtig, um die gesunden Pflanzen rechtzeitig durch eine Cu-Behandlung vor Krautfäule-Sekundärinfektionen zu schützen.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Untersuchungen zur Regenbeständigkeit von Kupfer**

Versuchsjahr 2005

#### **Feldversuch mit anschließendem Blattscheibentest (LfL)**

Ein Feldversuch mit sechsreihigen Parzellen und 20 Pflanzen pro Reihe wurde mit der Sorte Agria auf einer Versuchsfläche in Freising-Weißenstephan angelegt. Insgesamt wurden vier Applikationsvarianten mit unterschiedlichen Kupferaufwandmengen durchgeführt. Neben einer unbehandelten Kontrolle wurden 250, 500 und 750g/ha Kupfer in Form von Cuprozin fl. an zwei Terminen ausgebracht. Die Auswirkungen der Kupfermengen in Abhängigkeit vom Niederschlag wurden mit einem Blattscheibentest überprüft. Dazu wurden von den einzelnen Varianten, nach Antrocknen des Applikationsfilms, Blattscheiben ( $\varnothing = 20\text{mm}$ ) entnommen und jeweils 5 Blattscheiben in Petrischalen mit Wasseragar ausgelegt. Pro Variante wurden 3 Wiederholungen durchgeführt. Auf diese Blattscheiben wurde eine Sporangiensuspension (Mischung aus zwei bayerischen Isolaten) appliziert. Die Konzentration betrug  $1 \times 10^5$  Sporangien pro ml, dies entspricht ca. 800.000 Zoosporen pro ml. Pro Blattscheibe wurden 50 $\mu\text{l}$  Sporangiensuspension inokuliert, was 5.000 Sporangien pro Blattscheibe entspricht. Zur Inkubation wurden die Petrischalen bei 20°C, 90% relativer Luftfeuchte und 8 Stunden Licht aufgestellt. Nach einer Woche erfolgte die Bonitur der Blattscheiben auf *Phytophthora infestans*.

#### **Gewächshausversuche zur Regenbeständigkeit mit anschließendem Fiederblatttest (BBA)**

Alle Gewächshausversuche wurden mit ca. 25 – 30cm großen Kartoffelpflanzen der Sorte Grata (mittlere Krautfäuleanfälligkeit) durchgeführt. Zur Applikation der Kupferlösungen diente eine allseitig geschlossene Applikationskabine mit rotierendem Pflanzentisch und vier Düsen, die in unterschiedlichen Höhen in jeder Kabinenecke angebracht sind. Die Applikation erfolgte jeweils für eine Pflanze und mit einem Druck von 3bar (Abb. 1).



Abb. 1: Applikationskabine mit Drehtisch und 4 Düsen in unterschiedlichen Höhen

Drei und 24 Stunden nach der Kupferapplikation (3 Pflanzen pro Variante) erfolgte die Beregnung der Kartoffelpflanzen im Gewächshaus. Es wurden zwei unterschiedliche Beregnungssysteme eingesetzt. System 1 simulierte einen Starkregen. Es bestand aus vier Kleinregnern der Firma Gardena (Micro-Drip System, Art. Nr. 8360-20). Die Regner wurden im Gewächshaus im Abstand von ca. 3,5m zum gegenüberliegenden Regner in Form eines Quadrates aufgestellt. Die Regenmenge betrug im Kernbereich 150mm/h.

Das Beregnungssystem 2 (Feinregen) bestand aus 2 Kleindüsen (Gardena Micro-Drip System, Art. Nr. 1322-20) mit halbkreisförmiger Wasserverteilung. Beide Düsen (Abstand von 100cm) beregneten mit sehr feinen Tröpfchen die in einer Reihe stehenden Kartoffelpflanzen aus einer Höhe von 120cm. Das Beregnungssystem wurde in einer Gewächshauskabine auf eine Regenmenge von 5mm/h einjustiert. Um sicher zustellen, dass alle Kartoffelpflanzen von der gleichen Regenmenge getroffen werden, wurden die Positionen der Pflanzen während der Beregnung mehrmals getauscht. Nach der Beregnung trockneten die Pflanzen für 24h ab. Es wurden von jeder Pflanze aus dem mittleren Pflanzenbereich (kleine ganz junge und kleine sehr alte Blätter) vier Fiederblätter entnommen und auf feuchten Schaumstoff in durchsichtige Plastikboxen mit einer Größe von 20cm x 20cm x 8cm gelegt und dann mit 4 Tropfen (10µl) *Phytophthora infestans*-Zoosporen Suspension (ca. 10.000 Sporangien/ml) inokuliert. Nach 5 bis 7 Tagen bei 14°C und 12h täglicher Beleuchtung erfolgte die Bonitur des Krautfäule-Befalls. Als Kupferprodukt kam Cuprozin fl. in unterschiedlichen Aufwandmengen zum Einsatz.

### Versuchsjahr 2006

Soweit nicht anders vermerkt, wurden die Methoden aus 2005 angewendet. Im Gegensatz zum Vorjahr wurde die Applikation von zwei Düsen oberhalb der Pflanze durchgeführt, um praxisnähere Bedeckungsgrade zu erzielen. Nach den Erfahrungen aus dem ersten Versuchsjahr wurde das Beregnungssystem modifiziert. Mit dem Rotor- Sprühsystem der Firma Gardena wurde eine Niederschlagsstärke von 20mm/h bei einer Tropfengröße von 1-2mm eingestellt. Innerhalb des Kernbereiches der Regner wurden die Pflanzen angeordnet. Die Abweichungen der Regenmengen zwischen den Pflanzen betragen weniger als 2mm/h (Abb. 2). Die Inokulation erfolgte mit einer Mischung aus fünf Isolaten aus dem Jahre 2005.

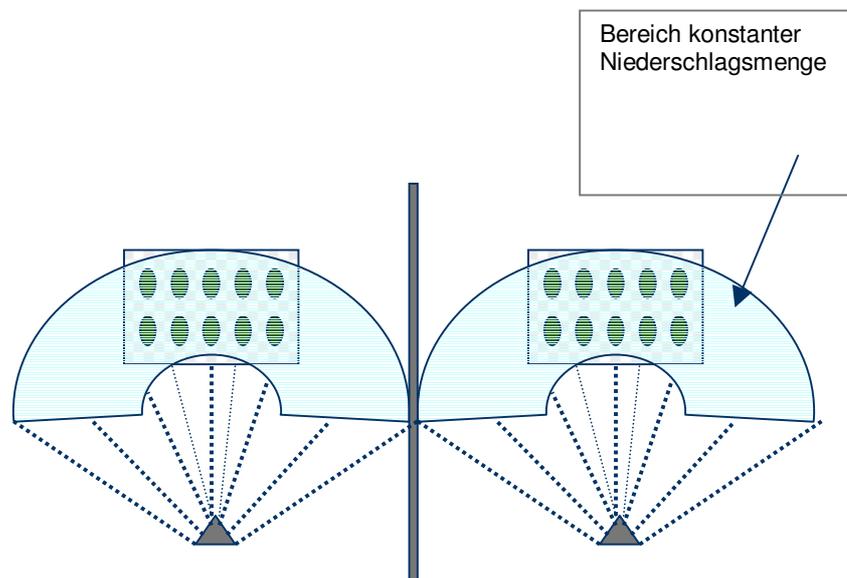


Abb. 2: Schematischer Aufbau der Beregnungsanlage

### Versuchsjahr 2007

Soweit nicht anders vermerkt wurden die Methoden aus 2005 angewendet. Zum besseren Vergleich mit der in der Praxis üblichen Spritztechnik wurden einige Pflanzen im Freiland aufgestellt und mit einer Parzellenspritze behandelt. Es kam wie 2006 das Rotor- Sprühsystem der Firma Gardena (Niederschlagsstärke: 20mm/h bei einer Tropfengröße von 1-2mm) zum Einsatz. Zur Inokulation wurde ein Isolatgemisch aus fünf Isolaten aus dem Jahr 2006 verwendet.

## 2.2 Auswirkung einer Kupferbeizung auf den Primärbefall

### Künstliche Inokulation der Pflanzknollen

Um das Auftreten von Primärbefall im Feld sicherzustellen, wurden Pflanzknollen künstlich infiziert. Dazu wurden Phytophthora-Isolate von bayerischen Standorten isoliert, über die Wirtspassage Kartoffelknolle reaktiviert und auf künstlichem Nährmedium kultiviert. Von dieser Kultur wurde eine Sporangiensuspension hergestellt, die zur Induktion des Zoosporenschlupfes bei 10°C für 4 Stunden inkubiert wurde. Die Inokulation der Pflanzknollen erfolgte mit einem Impfrevolver und einer Aufwandmenge von 50µl/Knolle (Abb. 3).



Abb. 3: Inokulation der Pflanzknollen mit dem Impfrevolver

Die Pflanzknollen der Sorte Agria wurden mit jeweils 50 Zoosporen (Agria (50)), die Knollen der Sorte Quarta mit jeweils 200 Zoosporen pro Knolle inokuliert (Quarta (200)).

### „2 Knollen pro Pflanzloch“ – Strategie

Der Infektionsverlauf von latent infizierten Knollen im Boden ist stark abhängig von der vorherrschenden Witterung nach dem Legen. Bei optimalen Bedingungen für den Erreger können die Pflanzknollen im Boden verfaulen und laufen dann nicht mehr auf. Zur Beantwortung der Versuchsfragen, ob sich eine Pflanzgutbeizung positiv auf die spätere Pflanzen- und Krautfäuleentwicklung im Feld auswirkt, ist es aber notwendig den Auflauf zu gewährleisten. Um das Auflaufen von mindestens einer Pflanze pro Pflanzloch zu sichern, wurden zwei Knollen, d.h. eine inokulierte und eine gesunde Knolle, pro Pflanzloch gelegt. Diese Methode wird seit mehreren Jahren erfolgreich an der LfL durchgeführt. Gewählt wurden die Sorten Quarta (künstlich inokuliert) und Agria (gesund), da sie phänotypisch gut zu unterscheiden sind. Zum einen wurde die infizierte Quarta gebeizt und eine gesunde, unbehandelte Agria dazugelegt, zum anderen wurde die gesunde Agria gebeizt und zur infizierten, unbehandelten Quarta gelegt. Durch die Beizung der infizierten Quarta sollten

sowohl die Zoosporenbildung auf der Knolle selbst, als auch die Übertragung der Zoosporen auf die gesunde Agria sowie der Zoosporentransport in den Boden verhindert werden (Abb. 4, links). Durch die Beizung der gesunden Agria sollte diese vor einer Zoosporenfektion geschützt werden (Abb. 4, rechts).

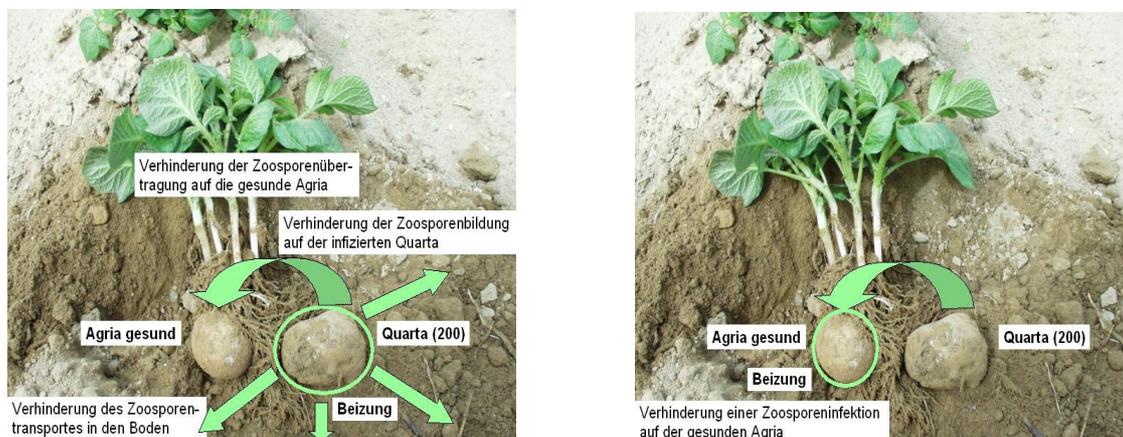


Abb. 4: Links: Gebeizte infizierte Quarta (200); Rechts: Gebeizte gesunde Agria

## Beizversuche

### Versuchsjahr 2005

Die Beizversuche wurden auf den bayerischen Standorten Puch und Straßmoos, an drei unterschiedlichen Legeterminen, in 4-facher Wiederholung mit 6-reihigen Parzellen (vier Versuchs- und zwei Randreihen) angelegt. Es wurden entweder eine Pflanzknolle (Agria mit 50 Zoosporen) oder 2 Knollen pro Pflanzloch (Quarta mit 200 Zoosporen + Agria gesund) gepflanzt. Zur Beizung wurden die Kupferpräparate Cuprozin fl., Kupferprotein und das Versuchsmittel SPU 2100 mit einer Aufwandmenge von jeweils 48g Reinkupfer pro 1t Pflanzgut (= 120g/ha Cu) eingesetzt. Gebeizt wurde entweder die infizierte Quarta oder die gesunde Agria (Tab. 1). Es wurden Auflaufbonituren, wöchentliche Befallsbonituren, Ernte- und Lagerbonituren auf Phytophthora-Befall sowie Qualitätsuntersuchungen und PCR-Analysen durchgeführt.

Tab. 1: Versuchsvarianten der Beizversuche 2005

Variante	1. Knolle	Beizung	2. Knolle	Beizung
1	Agria (Gesundkontrolle)			
2	Agria (50 Zoosporen)			
3	Agria (50 Zoosporen)	Cuprozin fl.		
4	Quarta (200 Zoosporen)	Cuprozin fl.	Agria	
5	Quarta (200 Zoosporen)		Agria	Cuprozin fl.
6	Quarta (200 Zoosporen)	Kupferprotein	Agria	
7	Quarta (200 Zoosporen)		Agria	Kupferprotein
8	Quarta (200 Zoosporen)	SPU 2100	Agria	
9	Quarta (200 Zoosporen)		Agria	SPU 2100

## Versuchsjahr 2006

Zur Beizung wurden die Kupferpräparate Cuprozin fl., (48g/t Reinkupfer = 120g/ha Cu) und Cuprozin WP, (45g/t Reinkupfer = 112,5g/ha Cu) eingesetzt. Zur exakten Ausbringung wurde mit einem Laborsprüher appliziert. Zum Vergleich wurde in der Praxisvariante mit der Ultra Low Volume-Technik (Mantis-Technik) gebeizt.

In den Versuchen wurden entweder eine Pflanzknolle (Agria mit 50 Zoosporen) oder zwei Knollen pro Pflanzloch (Quarta mit 200 Zoosporen + Agria) gepflanzt. Gebeizt wurde entweder die Quarta oder die Agria (Tab. 2 – 6). Termin 2 kennzeichnet den normalen und Termin 3 den späten Legetermin. Aufgrund der Versuchsgröße wurde Termin 2 noch in Termin 2-1 (eine Knolle pro Pflanzloch) und Termin 2-2 (2 Knollen pro Pflanzloch) unterteilt. Bei Termin 3 war eine solche Unterteilung nicht notwendig.

Tab. 2: Varianten der Beizversuche **Termin 2-1:**  
(1 Knolle/Pflanzloch, normaler Legetermin)

<b>Beizvarianten</b>
Agria
Agria (50) infiziert
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl.
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl. ULV-Technik

Tab. 3: Varianten der Beizversuche **Termin 2-2: Beizvarianten I**  
(2 Knollen/Pflanzloch, normaler Legetermin)

<b>Beizvarianten</b>
Quarta (200) infiziert + Agria
Quarta (200) infiziert, Cuprozin fl. + Agria
Quarta (200) infiziert, Cuprozin WP + Agria

Tab. 4: Varianten der Beizversuche **Termin 2-2: Beizvarianten II** (2  
Knollen/Pflanzloch, normaler Legetermin)

<b>Beizvarianten</b>
Quarta (200) infiziert + Agria
Quarta (200) infiziert + Agria Cuprozin fl.
Quarta (200) infiziert + Agria Cuprozin WP

Tab. 5: Varianten der Beizversuche **Termin 3: Beizvarianten I**  
(1 Knolle/Pflanzloch, später Legetermin)

<b>Beizvarianten</b>
Agria (50) infiziert
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl.

Tab. 6: Varianten der Beizversuche **Termin 3: Beizvarianten II**  
(2 Knollen/Pflanzloch, später Legetermin)

<b>Beizvarianten</b>
Quarta (200) infiziert + Agria
Quarta (200) infiziert + Agria Cuprozin fl.

## Versuchsjahr 2007

Zur Beizung wurde Cuprozin fl., (48g/t Reinkupfer = 120g/ha Cu) in der Ultra Low Volume-Technik (Mantis-Technik) eingesetzt. Gebeizt wurde entweder die Quarta oder die Agria (Tab. 7 – 9).

Tab. 7: Varianten der Beizversuche **Termin 2-1**

(1 Knolle/Pflanzloch, normaler Legetermin)

<b>Beizvarianten</b>
Agria
Agria (50) infiziert
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl.

Tab. 8: Varianten der Beizversuche **Termin 2-2: Beizvarianten I**

(2 Knollen/Pflanzloch, normaler Legetermin)

<b>Beizvarianten</b>
Quarta (200) infiziert + Agria
Quarta (200) infiziert, Cuprozin fl. + Agria, Cuprozin fl.
Quarta (200) infiziert, Cuprozin fl. + Agria
Quarta (200) infiziert + Agria, Cuprozin fl.

Tab. 9: Varianten der Beizversuche **Termin 3: Beizvarianten II**

(2 Knollen/Pflanzloch, später Legetermin)

<b>Beizvarianten</b>
Quarta (200) infiziert + Agria
Quarta (200) infiziert, Cuprozin fl. + Agria, Cuprozin fl.
Quarta (200) infiziert + Agria, Cuprozin fl.

### **2.3 PCR-Nachweis von latentem *Phytophthora infestans*- Befall**

Über die Witterungs- und Bodenfeuchtebedingungen, die für Entstehung von Primärbefall im Feld relevant sind, herrscht noch viel Unklarheit. Der genaue Zeitpunkt der Stängelinfektion, d.h. der Weg von der latent infizierten Knolle bis zum Auftreten der ersten Symptome am Stängel, soll mittels molekularbiologischer Methoden nachgewiesen werden. Die Bedingungen für die Sporulation auf der Oberfläche der Pflanzknolle, das Einwachsen des Erregers in den Stängel und das Ausbilden sichtbarer Stängelsymptome sollen definiert und im Modell ÖKO-SIMPHYT berücksichtigt werden. Dazu wurden Pflanzreihen mit künstlich inokulierten Knollen an drei verschiedenen Pflanzterminen angelegt. Es wurden jeweils eine (Agria 50) oder zwei Knollen (Quarta 200 + Agria gesund) pro Pflanzstelle gepflanzt. Erste Probenahmen erfolgten kurz nach dem Auflauf und wurden dann wöchentlich weitergeführt. Dazu wurden Gewebeproben (ca. 100mg) aus dem Stängel 1 und 10cm (teilweise zusätzlich 20cm) vom Knollenansatz entfernt entnommen. Die Extraktion der Gewebeproben erfolgte mit dem DNeasy Plant Mini

Kit von Qiagen. Der PCR-Nachweis auf *Phytophthora infestans* wurde modifiziert nach ADLER (2001) und JUDELSON & TOOLEY (2000) durchgeführt.

## 2.4 Kupferminimierungsstrategien im Freiland

Die Fungizidversuche zur Kontrolle des Sekundärbefalls wurden jedes Jahr jeweils an drei Standorten in 4-facher Wiederholung mit 6-reihigen Parzellen angelegt. Die Tabellen 10 und 11 geben eine Übersicht über die Standorte, Sorten und die eingesetzten Fungizide an der LfL und der BBA.

Tab. 10: Übersicht aller Versuchsstandorte der LfL 2005-2007

Jahr	Versuchsstandorte	Sorte	getestete Fungizide
2005	Puch	Ditta	Cuprozin flüssig, Funguran, SPU-1010
	Straßmoos	Ditta	
	Walleshausen	Nicola	
2006	Puch	Ditta	Cuprozin flüssig, SPU-1010, SPU-2690, In Petzenhofen zusätzlich: Kocide Opti
	Straßmoos	Ditta	
	Petzenhofen	Nicola	
2007	Puch	Ditta	Cuprozin flüssig, SPU-1010, SPU-2690, Cuprozin fl.+Nu-Film-P
	Straßmoos	Ditta	
	Schmiechen	Nicola	

Die Applikation der Kupferpräparate erfolgte an der LfL mit einer pressluftgetriebenen Rückenspritze und einem 4,5m langen Spritzbalken. Die Wasseraufwandmenge betrug bei allen Varianten 400l/ha bei einem Arbeitsdruck von 3bar. Es wurden Düsen des Typs Airmix 110-04 verwendet. Ab 2006 wurden zusätzlich Doppelflachstrahldüsen des Typs AVI-TWIN 110-04 getestet (DF-Düsen). An der BBA wurde mit einem 4,0m langem Spritzbalken, einer Wasseraufwandmenge von 450l/ha bei einem Druck von 3,5bar mit den Düsen Lechler IDK 120-04 gearbeitet.

Tab. 11: Übersicht aller Versuchsstandorte der BBA 2005-2007

Jahr	Versuchsstandorte	Sorte	getestete Fungizide
2005	Braunschweig	Ditta	Cuprozin flüssig, Funguran, SPU-1010, SPU-01340, Cueva, Horchata
	Ahlum	Ditta,Linda	
	Bad Salzuflen	Simone	
2006	Barnstedt	Ditta	Cuprozin flüssig, SPU-1010, SPU-2690, Cuprozin fl.+Nu-Film-P
	Ahlum	Ditta, Princess, Finka	
	Bad Salzuflen	Ditta	
2007	Barnstedt	Ditta	Cuprozin flüssig, SPU-1010, SPU-2690, Cuprozin fl.+Nu-Film-P
	Ahlum	Ditta, Princess, Finka	
	Bad Salzuflen	Ditta	

In Anlehnung an das Modell SIMPHYT 3 wurden für alle Fungizidstrategien folgende Zu- oder Abschläge vorgesehen:

<b><u>Niederschlag:</u></b>		<b><u>Krautwachstum:</u></b>	
< 15 mm:	<b>0 Tage</b>	abgeschlossen:	<b>+ 1 Tage</b>
15-25 mm:	<b>- 1 Tage</b>	normal:	<b>0 Tage</b>
> 25 mm:	<b>- 2 Tage</b>	stark:	<b>- 1 Tage</b>
		sehr stark:	<b>- 2 Tage</b>

Eine Anpassung der Aufwandmengen und der Spitzabstände erfolgte nach folgendem Schema (Tab.12)

Tab. 12: Cu-Menge und Behandlungsabstand in Abhängigkeit vom Infektionsdruck

<b>Infektionsdruck</b>	<b>Behandlungsabstand</b>	<b>Infektionsdruck</b>	<b>Spritzmenge variabel</b>
 <b>sehr niedrig</b>	12 Tage	 <b>sehr niedrig</b>	250 g/ha
 <b>niedrig</b>	10 Tage	 <b>niedrig</b>	375 g/ha
 <b>mittel</b>	8 Tage	 <b>mittel</b>	500 g/ha
 <b>hoch</b>	6 Tage	 <b>hoch</b>	625 g/ha
 <b>sehr hoch</b>	4 Tage	 <b>sehr hoch</b>	750 g/ha

Für die Ermittlung des Krautfäulebefalls wurden an der LfL Einzelpflanzenbonituren durchgeführt. An der BBA erfolgte die Bonitur der Befallsstärke für die gesamte Parzelle.

### Versuchsjahr 2005

Die Kupfermittel Cuprozin fl., Funguran und das Versuchsmittel SPU 1010 wurden mit festen Aufwandmengen und variablen Spritzabständen in Abhängigkeit vom Infektionsdruck appliziert (Tab.13). Als Vergleich dienten eine unbehandelte Kontrolle (VG1) und eine Beratervariante (VG 2), die sich an den Empfehlungen des Bioland Erzeugerrings Bayern e.V. orientierte und in Tabelle 14 dargestellt ist.

Tab. 13: Versuchsvarianten 2005 an der LfL

VG	PSM	Cu g/ha pro Anwendung	Spritzabstand
1	Kontrolle		
2	Beratervariante Süd	variabel nach Tab. 14	variabel nach Tab. 14
3	Cuprozin fl.	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)
4	Funguran		
5	Cuprozin fl.	750	
6	Funguran		
7	Cuprozin fl.	500	
8	Funguran		
9	Cuprozin fl.	250	
10	SPU1010	157,5	

Tab. 14: Kriterien für die Beratervariante Süd

Infektionsdruck	Aufwandmenge	Spritzabstand
sehr hoch	600g/ha Cu	4 Tage
hoch	600g/ha Cu	6 Tage
mittel	500g/ha Cu	8 Tage
niedrig	400g/ha Cu	10 Tage
sehr niedrig	300g/ha Cu	12 Tage

An der BBA wurde als Vergleichsvariante statt der Variante Süd (VG 2) die Beratervariante Nord getestet, welche eine wöchentliche Applikation von 0,5kg Cuprozin fl. vorsieht. Zusätzlich wurden die Produkte SPU-01340, Cueva (Kupferoktanoat) und Horchata getestet. Die Applikation erfolgte im festen wöchentlichen Abstand mit unterschiedlichen Aufwandmengen.

## Versuchsjahr 2006

Im Jahre 2006 wurde Funguran nicht weiter eingesetzt, da in den Versuchen 2005 keine nennenswerten Wirkungsunterschiede gegenüber Cuprozin fl. erzielt worden waren. Es wurden stattdessen das Fungizid SPU2690 (VG 8), die Applikation mittels Doppelflachstrahldüsen (DF-Düsen, VG 10), und ein 2 Tage längerer Spritzabstand (VG 10) in die Versuche mit aufgenommen (Tab. 15).

Tab. 15: Versuchsvarianten 2006 an der LfL

<b>VG</b>	<b>PSM</b>	<b>Cu g/ha pro Anwendung</b>	<b>Spritzabstand</b>
1	Kontrolle		
2	Beratervariante Süd	variabel nach Tab. 14	variabel nach Tab. 14
3	Cuprozin fl.	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)
4	Cuprozin fl.	750	
5	Cuprozin fl.	500	
6	Cuprozin fl.	250	
7	SPU1010	157,5	
8	SPU2690	450	
9	Cuprozin fl. mit DF-Düsen	500	
10	Cuprozin fl. längerer Spritzabstand	500	

An der BBA wurden mit Ausnahme der DF-Düsen, die gleichen Varianten untersucht. Hierbei wurde VG 2 wiederum durch die Variante Nord ersetzt. Die Versuchsglieder wiesen jedoch eine abweichende Reihenfolge auf (Tab 16). Zusätzlich wurden an den Standorten Bad Salzuflen und Barnstedt die Versuche mit reduzierten Aufwandmengen bei wöchentlicher Applikation mit den Produkten Cuprozin fl., SPU 1010 und 2690 weitergeführt.

Tab. 16: Kernvarianten (VG 1-9) und Zusatzvarianten (VG 10-17) der BBA 2006

VG	PSM	Cu g/ha pro Anwendung	Spritzabstand	
1	Kontrolle			
2	Beratervariante Nord	500	wöchentlich	
3	Cuprozin fl.	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)	
4	SPU1010	150		
5	Cuprozin fl.	750		
6	SPU2690	450		
7	Cuprozin fl.	500		
8	Cuprozin fl.	250		
9	Cuprozin fl. längerer Spritzabstand	500		
10	Cuprozin fl.	750		wöchentlich
11	SPU 2690	450		
12	SPU 1010	150		
13	SPU 2690	250		
14	Cuprozin fl.	150		
15	Cuprozin fl.	750		
16	SPU 2690	150		
17	Cuprozin fl. + Nu-Film-P	500 + 0,3l/ha		

Am Standort Ahlum wurde die Wechselwirkung zwischen Sortenwahl und Kupferbehandlung getestet (Tab. 17). Es wurden drei Behandlungsvarianten in drei Sorten aus unterschiedlichen Reifegruppen geprüft. Es sollte weiterhin der Einfluss des Vorkeimens auf den Kupfereinsatz untersucht werden. Wegen technischer Probleme konnte das Pflanzgut nicht ausreichend zum Keimen gebracht werden, woraufhin dieser Versuchsteil abgebrochen werden musste.

Tab. 17: Versuchsvarianten Ahlum 2006 mit den Sorten Ditta, Princess, Finka

VG	PSM	Cu g/ha pro Anwendung	Spritzabstand
1	Kontrolle		
2	Cuprozin fl.	500	wöchentlich
3	Cuprozin fl.	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)

Zur Quantifizierung der Dauerwirkung einer Kupferapplikation wurden von der BBA Varianten mit gestaffelten Kupferapplikationen durchgeführt. Hierzu wurden unterschiedliche Aufwandmengen der Produkte Cuprozin fl. und SPU 2690 bei 1 bis 5maliger Applikation getestet (Tab. 18).

Tab. 18: Untersuchungen zur Dauerwirkung von Cu-Fungiziden

<b>VG</b>	<b>PSM</b>	<b>Cu g/ha pro Anwendung</b>	<b>Spritzabstand</b>
18	Cuprozin fl.	1 x 750	wöchentlich
19	Cuprozin fl.	2 x 750	
20	Cuprozin fl.	3 x 750	
21	SPU 2690	1x 500	
22	SPU 2690	2 x 500	
23	SPU 2690	3 x 500	
24	Cuprozin fl.	2 x 500	
25	Cuprozin fl.	3 x 500	
26	Cuprozin fl.	4 x 500	
27	SPU 2690	2 x 250	
28	SPU 2690	3 x 250	
29	SPU 2690	4 x 250	
30	Cuprozin fl.	3 x 250	
31	Cuprozin fl.	4 x 250	
32	Cuprozin fl.	500	wöchentlich bis zur Blüte, dann 14-tägig
33	Cuprozin fl. + Nu-Film-P	500 + 0,3l/ha	

In den Versuchen der BBA wurde die Befallsstärke für jede Parzelle (prozentualer Anteil der befallenen Blattfläche) nach der EPPO Richtlinie PP 1/2 (3) visuell erfasst. Anhand von zehn Pflanzen aus der Kernparzelle wurde die Befallshäufigkeit solange bonitiert bis diese 10% überstieg. Zur Ermittlung des Gesamtertrages wurde eine Kernbeerntung der zwei mittleren Reihen der Versuchspartellen durchgeführt. Anschließend wurde die marktfähige Ware (35 bis 60mm) fraktioniert. Nach 3-4monatiger Lagerung bei 8°C wurde auf Knollenkrankheiten bonitiert.

### Versuchsjahr 2007

Im Versuchsjahr 2007 wurde an der LfL die Beratervariante Süd aus Kapazitätsgründen nicht weiter getestet. Stattdessen wurde die Anwendung von Cuprozin fl. mit Zusatz von Nu-P-Film untersucht (Tab. 19).

Tab. 19: Versuchsvarianten 2007 an der LfL

VG	PSM	Cu g/ha pro Anwendung	Spritzabstand
1	Kontrolle		
2	Cuprozin fl.	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)	abhängig vom Infektionsdruck berechnet nach Öko-Simphyt (Tab. 12)
3	Cuprozin fl.	750	
4	Cuprozin fl.	500	
5	Cuprozin fl.	250	
6	SPU1010	157,5	
7	SPU2690	450	
8	Cuprozin fl. mit Nu-P-Film	500	
9	Cuprozin fl. mit DF-Düsen	500	
10	Cuprozin fl. längerer Spritzabstand	500	

An der BBA wurden zusätzlich zu den Kernvarianten (siehe Tab. 16, VG 1-9) an den Standorten Bad Salzuflen und Barnstedt die Versuche mit reduzierten Aufwandmengen bei wöchentlicher Applikation von Cuprozin flüssig weitergeführt (Tab. 20).

Tab. 20: Zusatzvarianten der BBA mit wöchentlicher Applikation

VG	PSM	Cu g/ha pro Anwendung	Spritzabstand
10	Cuprozin fl.	750	wöchentlich
11	Cuprozin fl.	250	
12	Cuprozin fl.	150	
13	Cuprozin fl. + Nu-Film-P	500 + 0,3l/ha	

Zur Quantifizierung der Dauerwirkung einer Kupferapplikation wurden Varianten mit gestaffelten Kupferapplikationen durchgeführt. Hierbei sollten unterschiedliche Aufwandmengen bei 1- bis 5maliger Applikation getestet werden (Tab. 21).

Tab. 21: Untersuchungen zur Dauerwirkung von Cu-Fungiziden

VG	PSM	Cu g/ha pro Anwendung	Spritzabstand
14	Cuprozin fl.	2 x 750	wöchentlich
15	Cuprozin fl.	3 x 750	
16	Cuprozin fl.	2 x 500	
17	Cuprozin fl.	3 x 500	
18	Cuprozin fl.	4 x 500	
20	Cuprozin fl.	500	Wöchentlich bis zur Blüte, dann 14tägig
21	Cuprozin fl. + Nu-Film-P	500 + 0,3l/ha	

Am Standort Ahlum wurde der Versuch zur Überprüfung der Wechselwirkung zwischen der Sortenwahl und der Kupferbehandlung wiederholt durchgeführt. Hierzu wurden drei Behandlungsvarianten in drei Sorten aus unterschiedlichen Reifegruppen geprüft (siehe Tabelle 17). Innerhalb dieses Versuches wurde weiterhin der Einfluss des Vorkeimens auf den Befallsverlauf von *P. infestans* untersucht. Hierfür wurde ein Teil des Pflanzgutes der Sorte Ditta 5 Wochen vor dem Pflanztermin in Vorkeimkisten umgefüllt und im Dunklen bei ca. 12°C bis zu einer Keimlänge von ca. 5cm gelagert. Anschließend wurden die Kartoffeln bis zur Auspflanzung belichtet und ausgepflanzt, nachdem sich stabile Lichtkeime entwickelt hatten. Die nicht- vorgekeimten Kartoffeln wurden 2 Wochen vor dem Legen bei Sonnenlicht in Keimstimmung gebracht.

## 2.5 Entwicklung der Entscheidungshilfe ÖKO-SIMPHYT

Die Demonstrationsversuche wurden als Streifenversuche bzw. als randomisierte Blockanlage mit vier Versuchsvarianten angelegt (Tab. 22). Die Kupferapplikationen erfolgten mit der betriebsüblichen Pflanzenschutztechnik wöchentlich bzw. an den vom Modell berechneten Terminen. Die Spritzabstände variierten je nach Infektionsdruck von ÖKO-SIMPHYT 3 zwischen 4, 6, 8, 10, 12 Tagen und waren abhängig von den schlagspezifischen Eingaben. Maximal durften insgesamt 3kg/ha Reinkupfer ausgebracht werden. Die Versuchsfelder wurden nach dem Auflauf der Kartoffelpflanzen in wöchentlichen Abständen auf Erstaufreten sowie den weiteren Epidemieverlauf (Befallshäufigkeit und Befallsstärke) des Krautfäule-Sekundärbefalls bonitiert. Für die Erhebungen zum Erstaufreten wurden bei jeder Bonitur der BBCH-Stadium des Bestandes sowie die Bodenfeuchte in den Kategorien trocken, feucht, nass und staunass ermittelt. Trat ein Befall auf, so war zu vermerken, ob es sich um den Befall einer Einzelpflanze handelt oder ob ein Befallsherd (= mehrere befallene Pflanzen) vorlag. Zusätzlich erfolgte eine Unterteilung in Blatt- und Stängelbefall, wobei Mehrfachnennungen möglich waren. Nach dem bonitierten Erstaufreten erfolgten wöchentliche Bonituren zum Epidemieverlauf. Zunächst wurde die Befallshäufigkeit für Blatt und Stängel getrennt an 5 x 10 Pflanzen bonitiert. Diese Bonituren wurden durchgeführt, bis eine Befallshäufigkeit von 10% (5 Pflanzen) erreicht war. Ab diesem Zeitpunkt wurde die Befallsstärke bonitiert. Hierzu wurden pro Parzelle vier Boniturnwerte ermittelt. Es erfolgte eine prozentuale Bewertung von 0 – 100% befallene Blattfläche (nach EPPO-Richtlinien). In einer Übergangszeit von zwei Wochen wurde sowohl die Befallshäufigkeit, als auch die Befallsstärke ermittelt. Die Bonituren endeten spätestens mit dem Erreichen des BBCH-Stadiums 91 oder bei vollständig abgestorbenem Kraut.

Tab. 22: Kupfervarianten der Demonstrationsversuche

VG1	unbehandelte Kontrolle	
VG 2	Beratervariante	500g/ha Cu/Woche
VG 3	Cuprozin flüssig variabel	250, 375, 500, 625, 750g/ha Cu Spritzabstand nach Modellberechnung
VG 4	Cuprozin flüssig 500g/ha	500g/ha Cu nach Modellberechnung

### Versuchsjahr 2006

Zur erstmaligen Erprobung des Prognosesystems ÖKO-SIMPHYT wurden 2006 acht überregionale Feldversuche angelegt (Tab. 23)

Tab. 23: Demonstrationsversuche 2006

Bundesland	Wetterstation	Varianten
Hessen (HE)	Kassel	1,2,3,4
Rheinland-Pfalz (RP)	Meddersheim	1,2,3,4
Nordrhein-Westfalen (NW)	Gütersloh	1,2,3,4
Bayern (BY)	Schönbrunn	1, 3,4
Bayern (BY)	Westerschondorf	1, 3,4
Niedersachsen (NI)	Langwedel	1, 4, betriebsübliche Variante
Niedersachsen (NI)	Uelzen	1, 4
Sachsen (SN)	Grumbach	4, betriebsübliche Variante

### Versuchsjahr 2007

2007 wurden 13 bundesweite Feldversuche angelegt (Tab. 24)

Tab. 24: Demonstrationsversuche 2007

Bundesland	Gemeinde	Wetterstation	Versuchsglieder	Sorte	Auflauf
HE	Grebenstein/Frankenhausen	Kassel	1,2,3,4	Laura	06.05.
NI	Klein Hilligsfeld	Börry	1,2,3,4	Princess	03.05.
RP	Meisenheim	Meddersheim	1,2,3,4	Cilena	28.05.
NW	Rheda-Wiedenbrück	Gütersloh	1,2,3,4	Cilena	04.05.
NI	Ahlum	Braunschweig	1,2,3	Princess	12.05.
NI	Ahlum	Braunschweig	1,2,3	Finka	12.05.
NI	Ahlum	Braunschweig	1,2,3	Ditta	12.05.
BY	Fürstenfeldbruck/ Puch	Puch	1, 3,4	Ditta	23.05.
BY	Schmiechen	Puch	1, 3,4	Nicola	12.05.
BY	Burgheim-Straß, Straßmoos	Burgheim	1, 3,4	Ditta	18.05.
BY	Scheyern	Baumannshof	1, 3,4	Nicola	06.05.
NI	Scharnhorst/ Endeholz	Langwedel	4	Agria	01.05.
SN	Wilsdruff	Grumbach	4	Laura	16.05.

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Ausführliche Darstellung der Ergebnisse**

##### **3.1.1 Untersuchungen zur Regenbeständigkeit von Kupfer**

###### **Regenbeständigkeit von Kupfer - Versuchsjahr 2005**

###### **Feldversuch mit anschließendem Blattscheibentest (LfL)**

Am Standort Freising wurde ein Feldversuch zur Wirkungsdauer von Cuprozin fl. unter Berücksichtigung der Niederschlagsmenge angelegt. Nach der Applikation von drei verschiedenen Aufwandmengen wurden Blattscheiben entnommen, in Petrischalen mit Wasseragar ausgelegt und mit einer Sporensuspension inokuliert. Da nach dem ersten Applikationstermin 1,8mm Niederschlag fielen, wurden die Behandlungen am folgenden Tag auf jeweils einer Parzellenhälfte wiederholt. Am 9. August wurden erste Blattproben genommen. Dabei zeigte sich, dass zwischen der 1x und der 2x Applikation keine gravierenden Unterschiede auftraten (Abb. 5). Deutlich erkennbar waren aber die Unterschiede zwischen den Konzentrationen. Die Variante mit 250g/ha Cu wies im Vergleich zur 500 und 750g/ha einen mehr als doppelt so hohen signifikanten Befall auf. Die nächste Probenahme erfolgte am 12. August und obwohl es zwischenzeitlich nicht geregnet hatte, wurde ein hoher Wirkungsverlust bei den Varianten der ein- und zweimaligen Applikation verzeichnet. Die Variante 2x Applikation wies einen etwas geringeren Wirkungsverlust auf. An diesem Termin wurden wiederum signifikante Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Aufwandmengen festgestellt, d.h. je höher die Konzentration, desto niedriger war der Krautfäulebefall. Am 3. Probenahmetermin wurde ein hoher Wirkungsverlust verzeichnet. Als Hauptursache dafür ist wahrscheinlich der Niederschlag in Höhe von 18,4mm zwischen dem 2. und 3. Probenahmetermin anzusehen. Auch nach Auswertung des dritten Probenahmetermins wurden signifikante Unterschiede zwischen den drei Aufwandmengen bonitiert. Je höher die applizierte Aufwandmenge war, desto geringer war der Krautfäulebefall.

Beim Vergleich der Wirkungsdauer und Wirkungsgrade der verschiedenen Aufwandmengen zeigte sich, dass die Wirkungsverluste bei der niedrigsten Konzentration von 250g/ha am höchsten waren (Abb. 6). Die Wirkung bei der 750g/ha-Applikation hielt über die 3 Probenahmetermine hinweg am längsten an. Selbst nach einer Niederschlagsmenge von 18,4mm zwischen dem 2. und 3. Termin wurde noch eine Wirkung von fast 38% erzielt, während bei den 250g/ha-Varianten kaum noch eine Wirkung vorhanden war. Insgesamt wurde die Wirkung durch die zweifache Applikation der Aufwandmengen etwas verstärkt. Der Wirkungsverlust bei den doppelt applizierten Mengen war besonders am 2. Probenahmetermin etwas geringer.

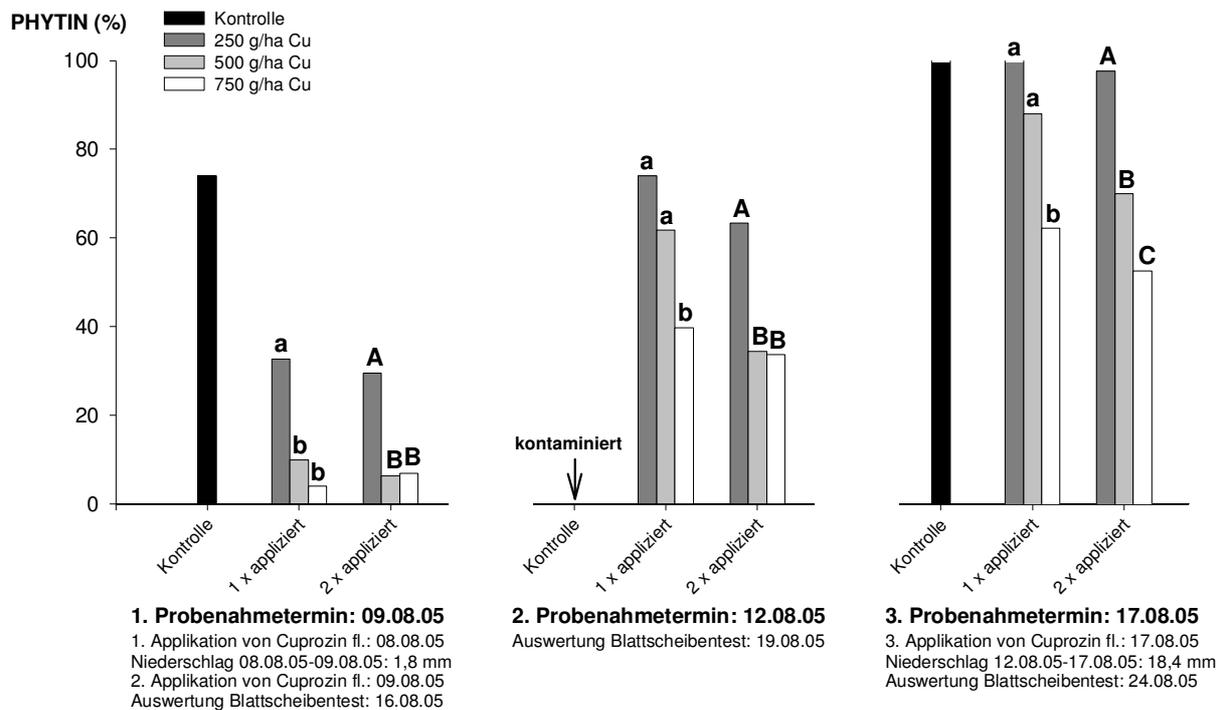


Abb. 5: Wirkung von Cuprozin fl. auf *Phytophthora infestans* unter Berücksichtigung der Niederschlagsmenge (Blattscheibentest/Feldversuch 2005 in Freising, Sorte Agria; Die Buchstaben kennzeichnen die signifikanten Unterschiede zwischen den Aufwandmengen)

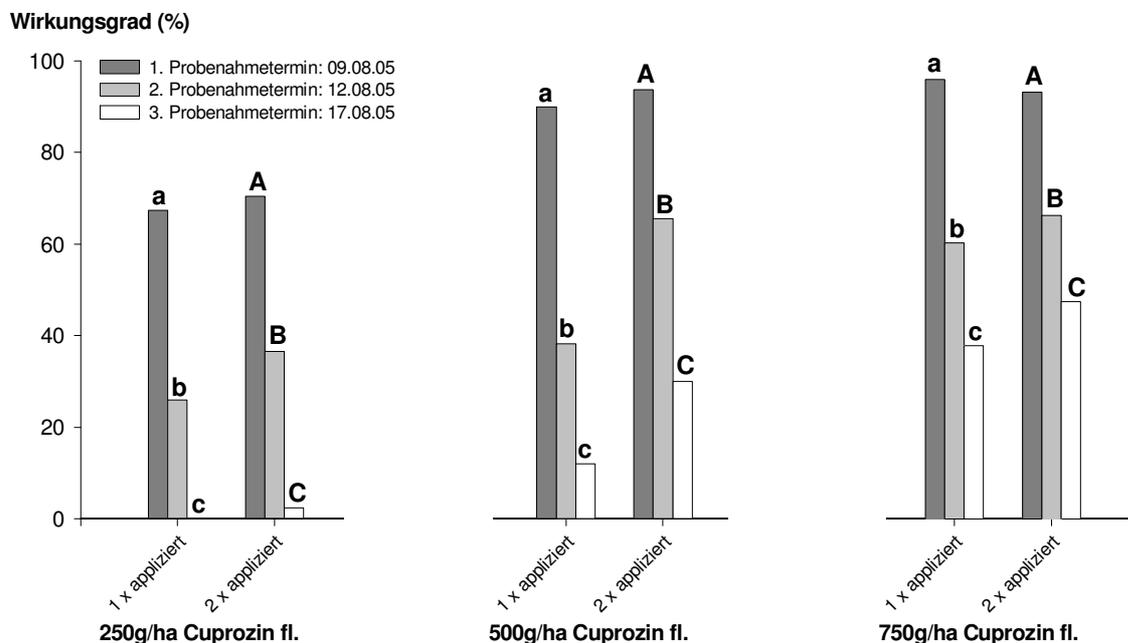


Abb. 6: Wirkungsverluste von Cuprozin fl. in Abhängigkeit von der Aufwandmenge (Blattscheibentest/Feldversuch 2005 in Freising, Sorte Agria; Die Buchstaben kennzeichnen die signifikanten Unterschiede zwischen den Probenahmeterminen)

## Gewächshausversuche zur Regenbeständigkeit mit anschließendem Fiederblatttest (BBA)

An der BBA erfolgte in den ersten Versuchen die Beregnung mit dem System 1 (Starkregen) 24h nach der Applikation einer Lösung von 3,33g/l Funguran (1,49g/l Cu) in der Applikationskabine. Die Ergebnisse zeigten eine hohe Befallsstärke von 99,2% und eine Befallshäufigkeit von 100% in der unbehandelten Kontrollvariante. Durch die Kupferanwendung wurde der Befall deutlich reduziert, wobei sich keine wesentlichen Befallsunterschiede zwischen den Varianten 0mm, 5mm und 10mm Beregnung zeigten. Die Beregnung mit 20mm wies mit 20,2% die höchste Befallsstärke der Kupfervarianten auf. Vor allem die Befallshäufigkeit dieser Variante erhöhte sich stark im Vergleich zu den Varianten mit geringerer Beregnung (Abb. 7). Weiterhin zeigte sich, dass auch eine hohe Kupferkonzentration bei künstlicher Inokulation den Befall mit *Phytophthora infestans* nicht verhindern kann und dass nach 20mm Niederschlag ein Teil des Kupfers abgewaschen und somit die Wirksamkeit herabgesetzt wurde.

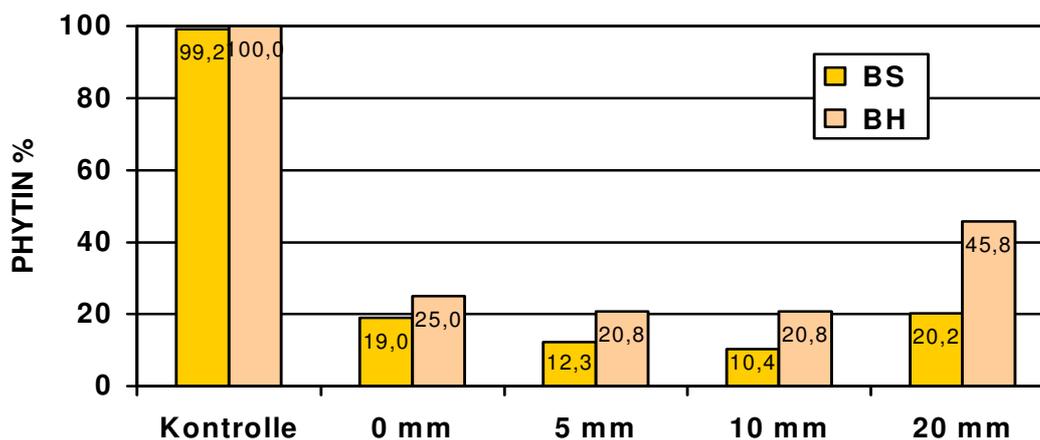


Abb. 7: Regenbeständigkeit von Funguran (1,49 g/l Cu, Beregnung nach 24h)  
Mittelwert aus 2 Versuchen, Beregnungssystem 1 (Starkregen); BS: Befallsstärke;  
BH: Befallshäufigkeit

In den nächsten Versuchen erfolgte die Beregnung schon 3 Stunden nach der Applikation von Cuprozin fl. in zwei verschiedenen Konzentrationen. Alle Kupfervarianten wiesen einen deutlich reduzierten Befall mit *Phytophthora infestans* auf, wobei die höhere Kupferkonzentration einen stärkeren Bekämpfungserfolg zeigte. Innerhalb der einzelnen Konzentrationsstufen traten zwischen den unterschiedlichen Beregnungsstufen keine gravierenden Befallsunterschiede auf (Abb. 8). Da die verschiedenen Beregnungssysteme hinsichtlich des Krautfäule-Befalls keinen Unterschied aufwiesen, wird auf eine Darstellung der Ergebnisse verzichtet.

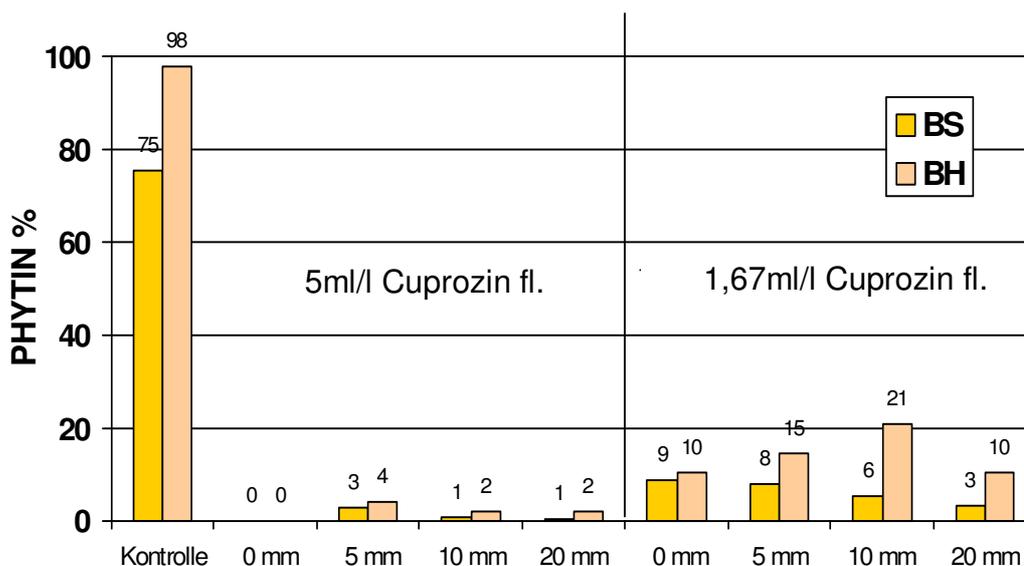


Abb. 8: Regenbeständigkeit von Cuprozin fl. (Beregnung nach 3h), Mittelwert aus 2 Beregnungsarten und 2 Versuchen

Da bei den oben genannten Aufwandmengen von 5ml/l und 1,67ml/l Cuprozin fl. – dieses entspricht bei einer angenommenen Wasseraufwandmenge von 500l/ha einem Cu-Einsatz von 750g/ha bzw. 250g/ha – kein Wirkungsverlust durch die Regenmenge von 20mm 3 Stunden nach der Cu-Anwendung auftrat, wurde in den weiteren Versuchen die Cu-Aufwandmenge abgesenkt.

Die Ergebnisse der Abbildung 9 zeigen den Befall mit *Phytophthora infestans* bei 30 mm Beregnung 3h nach der Anwendung von 1,67ml/l Cuprozin fl. (entspricht 0,5g/l Cu oder 250g/ha bei 500 l Wasser/ha) bis 0,06 ml/l Cuprozin fl. (entspricht 0,018g/l Cu oder 9g/ha bei 500l Wasser/ha). Sowohl die Varianten mit Beregnung als auch die Kontrollvarianten ohne Beregnung zeigten eine absinkende Wirkung mit abnehmender Cu-Aufwandmenge. Von Ausnahmen abgesehen war durch die Beregnung ein Wirkungsverlust zu verzeichnen, der für die Befallshäufigkeit (BH) bei maximal 25% lag (Variante 1,0ml/l).

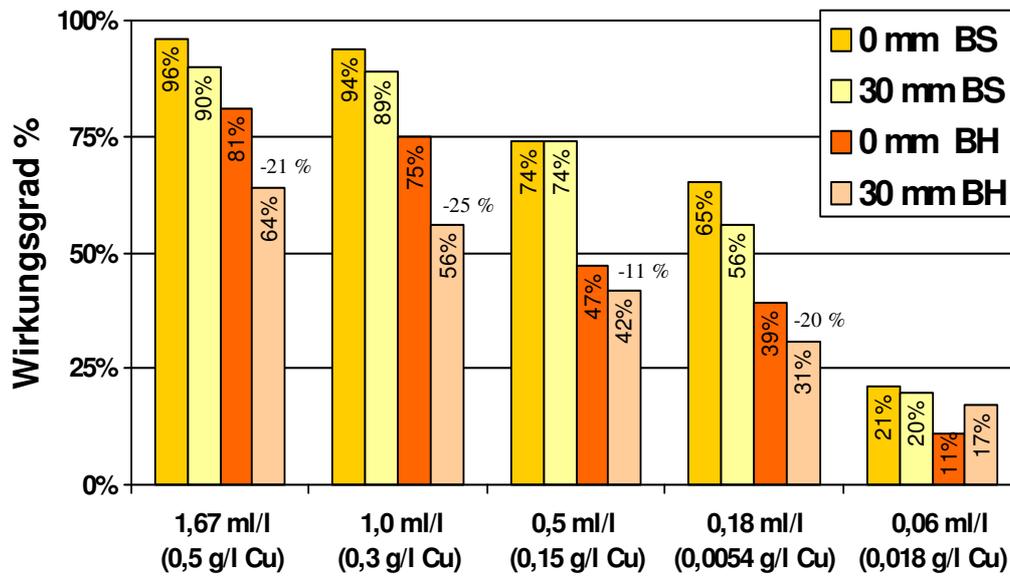


Abb. 9: Wirkung verschiedener Aufwandmengen in Abhängigkeit von der Beregnung; Beregnung 3h nach Applikation von Cuprozin fl., Beregnungssystem 2 (Feinberegnung), Mittelwert aus 3 Versuchen

Die ersten Ergebnisse der Beregnungsversuche im Gewächshaus zeigen, dass das Pflanzenschutzmittel Funguran durch einen Niederschlag (Starkregen) von 20mm 24h nach der Applikation teilweise abgewaschen wurde und damit eine erneute Cu-Spritzung notwendig wird. 20mm Niederschlag (Feinberegnung) 3h nach der Anwendung von Cuprozin fl. führte im Gegensatz zur 30mm Beregnung offenbar zu keinem Wirkungsverlust.

## Regenbeständigkeit von Kupfer - Versuchsjahr 2006

Durch die Veränderung des Versuchsaufbaus zeigten sich im Vergleich zum Vorjahr erwartungsgemäß weniger starke Abwaschungseffekte bei Niederschlägen von 10 - 20mm. Dies ist durch die reduzierte Niederschlagsintensität zu erklären. Erst bei Regenmengen von 30mm zeigten die höhere Befallsstärke und -häufigkeit, dass Kupfer von den Blättern abgewaschen wurde (Abb. 10).

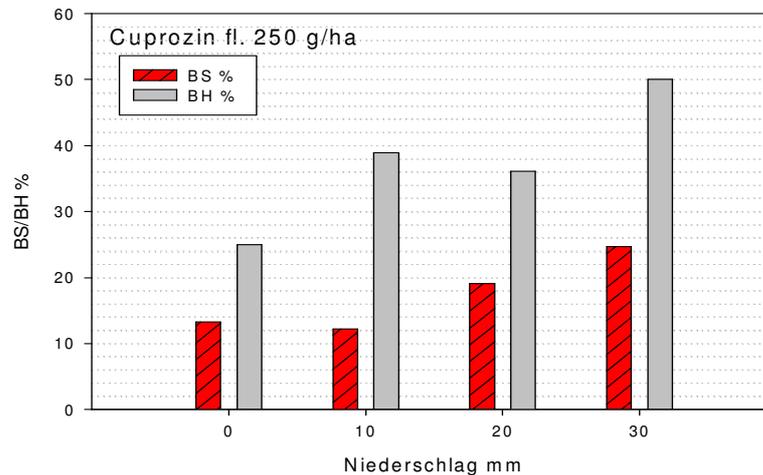


Abb. 10: Befallsstärke und -häufigkeit von *P. infestans*, Berechnung 3h nach Applikation von Cuprozin fl. 250g/ha, Mittelwert aus 3 Versuchen, Niederschlagsintensität ca. 20mm/h

Es war eine Abhängigkeit der Wirkungsverluste zwischen den Aufwandmengen feststellbar. Je höher die Aufwandmenge, desto geringer waren die Abwaschungseffekte (Abb. 11).

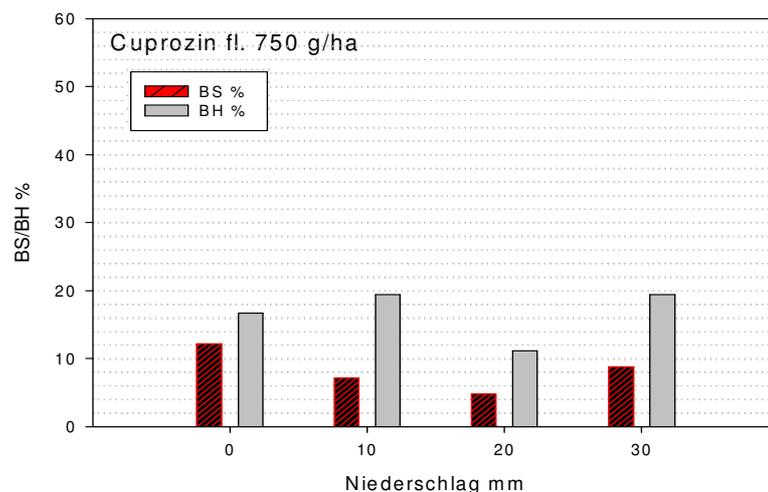


Abb. 11: Befallsstärke und -häufigkeit von *P. infestans*, Berechnung 3h nach Applikation von Cuprozin fl. 750g/ha, Mittelwert aus 3 Versuchen, Niederschlagsintensität ca. 20mm/h

In den Versuchen zeigte sich, dass der Wirkungsgrad von 250g Cu/ha durch Niederschläge von mehr als 20 mm im Mittel um bis zu 40% reduziert wurde (Abb. 12).

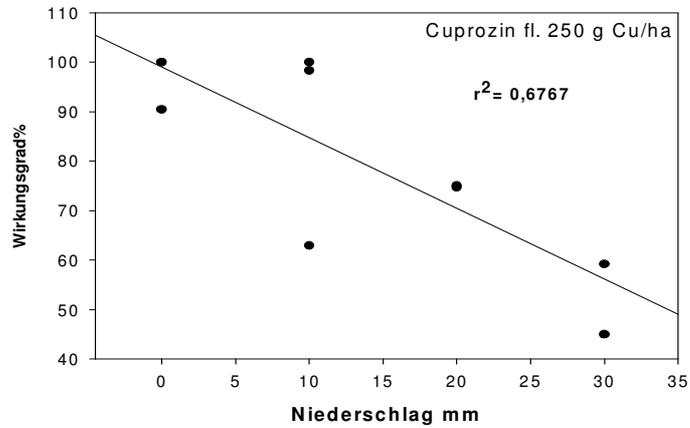


Abb. 12: Wirkungsgrad von 0,25kg Cu/ha in Abhängigkeit vom Niederschlag

750g Cu/ha zeigen hingegen erst ab 30 mm Niederschlag erste Wirkungsverluste (Abb. 13).

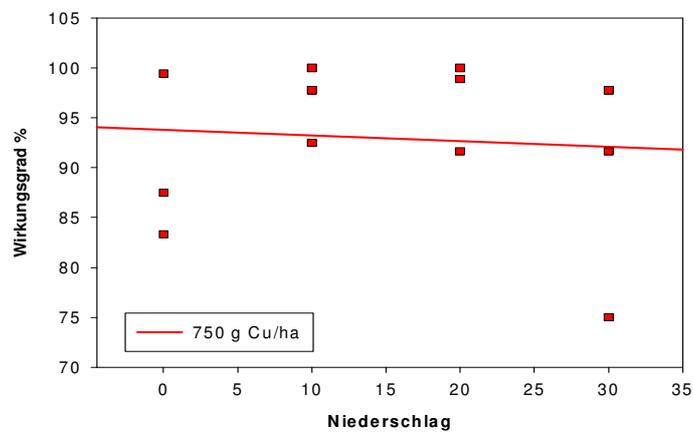


Abb. 13: Wirkungsgrad von 0,75kg Cu/ha in Abhängigkeit vom Niederschlag

## Regenbeständigkeit von Kupfer - Versuchsjahr 2007

Beim Vergleich der Freiland- und Gewächshausversuche ergaben sich nur geringe Unterschiede zwischen den Wirkungsgraden einer Applikation, so dass die Applikationsergebnisse in der Kabine als relativ praxisnah und repräsentativ angesehen werden können. Die Ergebnisse der Gewächshausversuche aus dem Jahr 2007 bestätigen größtenteils die Ergebnisse der vorherigen Versuche. Erst ab Regenmengen von mehr als 20mm traten bei Cuprozin fl. größere Verluste im Wirkungsgrad auf. Es zeigte sich, dass bei einer Aufwandmenge von 500g Cu/ha erst bei höheren Niederschlagsmengen Abwaschungseffekte auftraten, als dies bei Aufwandmengen von 250g Cu/ha beobachtet werden konnte. Dieser Effekt konnte in den vorangegangenen Versuchen auch bei Aufwandmengen von 750g Cu/ha beobachtet werden, und wird auf die höheren Wirkstoffmengen zurückgeführt, die trotz Abwaschung noch auf dem Blatt verbleiben. Dennoch ergeben sich nur tendenziell Unterschiede zu geringeren Aufwandmengen von Cuprozin fl. in der Regenfestigkeit weshalb eine Unterscheidung im Niederschlagsbereich ab dem stärkere Abwaschungseffekte einsetzen, nicht möglich ist. Eine Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse zeigt, dass mit zunehmender Niederschlagshöhe nach einer Kupferbehandlung sowohl die Befallshäufigkeit als auch die Befallstärken steigen, wobei auch die Variationsbreite dieser Beobachtungen größer wird, was unter anderem auf die Wirkstoffverteilung auf den Blättern zurückzuführen ist. Dies ist selbst unter den kontrollierten Gewächshausbedingungen nicht vermeidbar. Die erarbeiteten Daten zu der Abnahme des Wirkungsgrades von Cuprozin fl. im Verhältnis zur Niederschlagsmenge zeigen bis 20mm keine lineare Abnahme. Eine polynomiale Regressionsanalyse ergibt einen signifikanten Einfluss des Niederschlages auf den Wirkungsgrad. Mit der dargestellte Regression lassen sich 67,6% der Variabilität der Versuchsdaten erklären (Abb. 14).

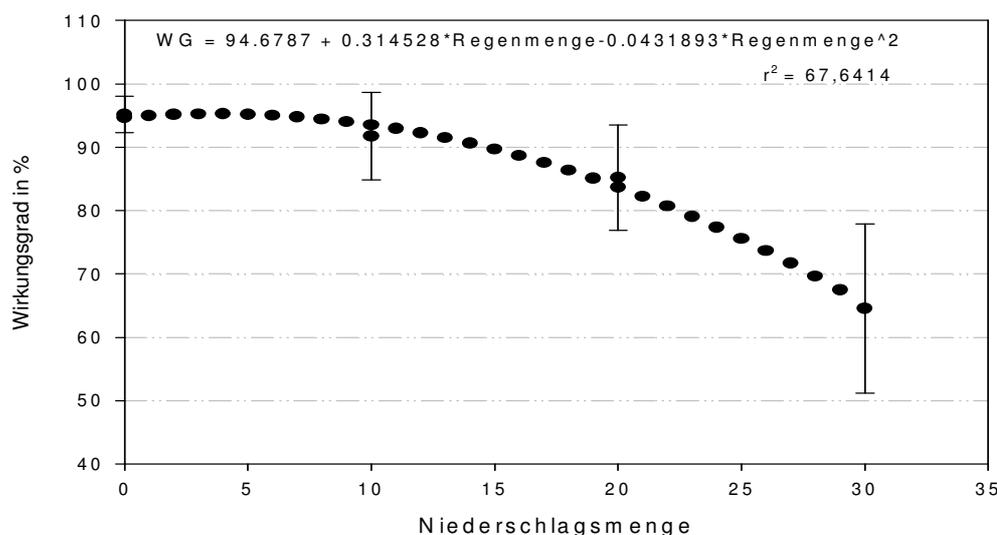


Abb. 14: Einfluss der Niederschlagsmenge auf den Wirkungsgrad einer Applikation mit Cuprozin fl. (250-750 g Cu/ha).

### 3.1.2 Auswirkung einer Kupferbeizung auf den Primärbefall

#### Auswirkungen einer Beizung auf den Auflauf

Die Daten der Versuchsjahre 2005-2007 zur Beeinflussung des Auflaufs durch eine Kupferbeizung sind in Tabelle 25 zusammengefasst. Der Auflauf wurde durch eine reguläre Beizung nicht beeinflusst. Die künstliche Inokulation der Pflanzknollen führte stets zu einer signifikanten Reduktion des Auflaufs, welche durch eine Beizung zum Teil, jedoch nicht signifikant, kompensiert werden konnte.

Tab. 25: Auflaufverhalten der Sorte Agria in Abhängigkeit von Beizung und Inokulation ( Zusammenfassung der Versuchsergebnisse der Jahre 2005 –2007)

Variante	Auflauf (%)
Agria	97 A
Agria, gebeizt	96 A
Agria infiziert (50 Zoosporen)	83 B
Agria infiziert (50 Zoosporen), gebeizt	88 B

#### Kupferbeizung - Versuchsjahr 2005

2005 wurde am Standort Straßmoos durch Beizung der Stängelbefall reduziert (Abb. 15). Die Beizung der infizierten Quarta mit Cuprozin oder Kupferprotein bewirkte im Vergleich zur unbehandelten Quarta eine Reduktion des Stängelbefalls. SPU 2100 zeigte nur eine geringe Wirkung. Die relativ hohen Befallswerte der zur infizierten Quarta gelegten Agria sprechen dafür, dass die Erregerübertragung von der infizierten Quarta auf die gesunde Agria innerhalb eines Pflanzlochs gut funktioniert hat. Die Beizung der gesunden Agria erzielte im Vergleich zur unbehandelten Agria ebenfalls eine Reduktion des Stängelbefalls, wenngleich diese nicht signifikant war.

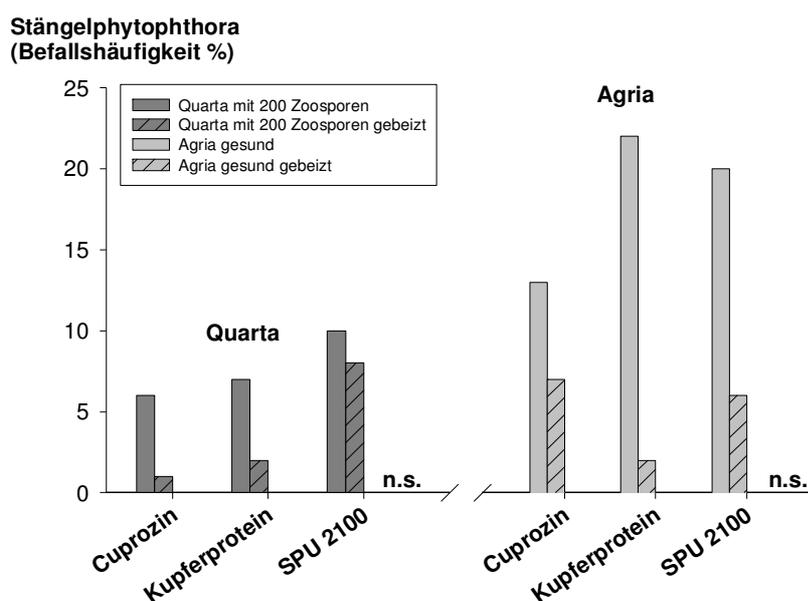


Abb.15: Wirkung einer Beizung auf den Stängelbefall (Straßmoos 10.08.05; n.s. = nicht signifikante Unterschiede)

## Kupferbeizung - Versuchsjahr 2006

Im Beizversuch Termin 2-2 wurde neben einer mit 200 Zoosporen infizierten Quarta eine gesunde Agria gelegt. Die infizierte Quarta diente als Infektionsquelle. Die Beizung der Agria führte zu einer deutlichen, statistisch jedoch nur an einem Boniturtermin signifikanten Reduzierung des Stängelbefalls an der Agria (Tab. 26).

Tab. 26: Stängelbefall (BH %) an der Agria in Abhängigkeit vom Beizmittel (Beizversuch Puch, Termin 2-2, Beizvarianten II)

Beizvarianten	Boniturtermin				
	11.07.	18.07.	26.07.	31.07.	08.08.
Quarta (200) infiziert + Agria	36 a	54 a	46 a	50 a	51 a
Quarta (200) infiziert + Agria Cuprozin fl.	5 a	25 b	23 a	36 a	23 a
Quarta (200) infiziert + Agria Cuprozin WP	15 a	25 b	26 a	44 a	28 a

Zum Vergleich wurde eine Beizung der infizierten Quarta durchgeführt und jeweils eine unbehandelte Agria dazu gelegt. Hiermit sollte überprüft werden, ob die Beizung der Quarta die Sporenbildung auf der Quarta verhindert, bzw. reduziert und somit das von der Quarta ausgehende Infektionspotential vermindert wird. Es zeigte sich, dass die Beizung der infizierten Quarta den Stängelbefall an der Quarta selbst (Tab. 27) sowie auch den Stängelbefall an der Agria durch die Beizung der Quarta vermindert (Tab. 28). Die Reduktion war jedoch nicht signifikant.

Tab. 27: Stängelbefall (BH %) an der Quarta in Abhängigkeit vom Beizmittel (Beizversuch Puch, Termin 2-2, Beizvarianten I)

Beizvarianten	Boniturdatum				
	11.07.06	18.07.06	26.07.06	31.07.06	08.08.06
Quarta (200) infiziert + Agria	20 a	13 a	10 a	14 a	15 a
Quarta (200) infiziert Cuprozin fl.+ Agria	8 a	9 a	6 a	6 a	3 a
Quarta (200) infiziert Cuprozin WP + Agria	5 a	9 a	9 a	9 a	10 a

Tab. 28: Einfluss der Beizung der infizierten Quarta auf den Stängelbefall (BH %) der Agria (Beizversuch Puch, Termin 2-2, Beizvarianten I)

Beizvarianten	Boniturdatum				
	11.07.06	18.07.06	26.07.06	31.07.06	08.08.06
Quarta (200) infiziert + Agria	36 a	54 a	46 a	50 a	51 a
Quarta (200) infiziert Cuprozin fl.+ Agria	15 a	43 a	38 a	48 a	42 a
Quarta (200) infiziert Cuprozin WP + Agria	10 a	45 a	36 a	40 a	43 a

Am späteren Termin 3 wurden analoge Ergebnisse erzielt. Die Beizung der Agria bewirkte eine Reduktion des Stängelbefalls an der Agria selbst und hatte eine reduzierende Wirkung auf den Stängelbefall der infizierten Quarta.

Auf Grund der Witterung trat am leichteren Standort Straßmoos zunächst kein Primär- oder Sekundärbefall auf. Erst Mitte August kam es zum Krautfäulebefall, der so stark war, dass innerhalb kurzer Zeit die Bestände zusammenbrachen. Obwohl nicht festzustellen war, ob der auftretende Stängelbefall ein Primärbefall war oder durch den Sekundärbefall verursacht wurde, zeigte sich an diesem späten Termin im August, analog zu den Ergebnissen am Standort Puch, eine positive Beizwirkung.

### Auswirkungen einer Beizung auf den Ertrag und die Qualität

Eine Trennung der Sorte Agria von der Sorte Quarta bei den mit zwei Knollen pro Pflanzloch gelegten Varianten war bei der Ernte nicht möglich. Ertrag, Sortierung und Stärkegehalt wurden aus einer Mischprobe ermittelt. In allen durchgeführten Beizversuchen wurden keine signifikanten Unterschiede im Ertrag oder Stärkegehalt zwischen den Varianten ermittelt (exemplarisch Tab. 29 und 30). Nur beim Vergleich der Standorte zeigte sich, dass am Standort Straßmoos ein deutlich höherer Ertrag erzielt wurde. In Puch wurde ein höherer Anteil an Übergrößen, d.h. größere Knollen geerntet. Der höhere Anteil an kleineren Knollen am Standort Straßmoos in 2006 wurde wahrscheinlich durch verstärkten Zwiewuchs sowie Kindelbildung verursacht. Weiterhin war der Stärkegehalt am Standort Puch etwas höher als in Straßmoos.

Tab. 29: Ertrag, Sortierung und Qualität in Abhängigkeit vom Beizmittel (Beizversuch Puch, Termin 2-1)

Beizvarianten	Ertrag rel. (%)	Stärke (%)	Sortierung (%)		
			<35mm	35-55mm	>55mm
Agria	434dt/ha = 100 a	12,4 a	2	55	43
Agria (50) infiziert	103 a	12,6 a	2	57	40
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl.	103 a	12,3 a	2	45	53
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl. ULV-Technik	104 a	13,0 a	2	57	41

Tab. 30: Ertrag, Sortierung und Qualität in Abhängigkeit vom Beizmittel (Beizversuch Straßmoos, Termin 2-1)

Beizvarianten	Ertrag rel. (%)	Stärke (%)	Sortierung (%)		
			<35mm	35-55mm	>55mm
Agria	535dt/ha = 100 a	10,2 a	7	77	16
Agria (50) infiziert	95 a	10,4 a	7	83	9
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl.	94 a	10,4 a	6	82	12
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl. ULV-Technik	96 a	10,7 a	7	82	11

## Kupferbeizung - Versuchsjahr 2007

Die Daten und Ergebnisse des Jahres 2007 sind nur eingeschränkt verwertbar, da hier das Pflanzgut, wie sich später herausstellte, bereits vom Erzeuger mit einem anderen, im ökologischen Landbau zulässigen Beizmittel behandelt worden war. Dies kann zur Komplexierung der Cu-Ionen führen, wodurch deren Wirkung aufgehoben wird. Dementsprechend konnte in den meisten Fällen keine oder nur eine geringe, nicht signifikante Wirkung der Beizung beobachtet werden, wie im Folgenden dargestellt.

Das Ergebnis vom Standort Straßmoos zeigt, dass die Kupferbeizung der infizierten Agria eine nicht signifikante Reduktion des Stängelbefalls um 20% zur Folge hatte (Tab. 31).

Tab. 31: Stängelbefall (BH %) an der Agria in Abhängigkeit einer Beizung (Beizversuch Straßmoos, Termin 2-1)

Beizvarianten	Boniturtermin		
	25.06.07	02.07.07	09.07.07
Agria	0	0 a	35 a
Agria (50) infiziert	0	0 a	50 a
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl.	0	5 a	30 a

Am Standort Puch konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied in der Befallshäufigkeit zwischen gebeizten und ungebeizten Knollen festgestellt werden (Tab. 32).

Tab. 32: Stängelbefall (BH %) an der Agria in Abhängigkeit einer Beizung (Beizversuch Puch, Termin 2-1)

Beizvarianten	Boniturtermin			
	03.07.07	10.07.07	17.07.07	24.07.07
Agria	4 a	10 a	8 a	28 a
Agria (50) infiziert	9 a	5 a	10 a	40 a
Agria (50) infiziert, Cuprozin fl.	3 a	6 a	15 a	43 a

Bei allen Versuchen mit zwei Knollen pro Pflanzloch konnte sowohl die Beizung der infizierten Quarta als auch der gesunden Agria keine signifikante Reduktion der Befallshäufigkeit bewirken, wie beispielhaft für den Standort Puch dargestellt (Tab. 33).

Tab. 33: Stängelbefall (BH %) an der Agria in Abhängigkeit einer Beizung der infizierten Quarta (Puch, Termin 2-2)

Beizvarianten	Boniturtermin			
	03.07.07	10.07.07	17.07.07	24.07.07
Quarta (200) + Agria	5 a	13 a	11 a	83 a
Quarta (200), Cuprozin fl. + Agria	1 a	8 a	11 a	71 a

Nur die Beizung beider Pflanzknollen bewirkte am Standort Puch eine signifikante Reduktion des Stängelbefalls an der Agria (Tab. 37).

Tab. 34: Stängelbefall (BH %) an der Agria in Abhängigkeit einer Beizung beider Knollen (Puch, Termin 2-2)

Beizvarianten	Boniturtermin			
	03.07.07	10.07.07	17.07.07	24.07.07
Quarta (200) + Agria	5 a	13 a	11 a	83 a
Quarta (200) + Agria beide Cup. fl.	5 a	7 a	25 a	50 b

Dieses Ergebnis konnte jedoch in Straßmoos (Termin 2-2) und bei den beiden späten Terminen (Termin 3 in Puch und Straßmoos) nicht bestätigt werden, da hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten auftraten.

### Auswirkungen auf den Ertrag und die Qualität

Am Standort Puch hatten Inokulation und Beizung keinen signifikanten Effekt auf den Ertrag und den Stärkegehalt der Ernteknollen (Tab.35).

Tab. 35: Ertrag in Abhängigkeit einer Beizung (Puch, Termin 2-1)

Sorte	Beizung	Ertrag	Stärke [%]
Agria		370dt/ha =100% a	12,4 a
Agria inokuliert		94% a	12,3 a
Agria inokuliert	Cuprozin fl.	93% a	11,8 a

In Straßmoos lag der Ertrag insgesamt deutlich höher als in Puch, jedoch konnte auch hier kein signifikanter Effekt der Beizung beobachtet werden (Tab. 36).

Tab. 36: Ertrag in Abhängigkeit einer Beizung (Straßmoos, Termin 2-1)

Sorte	Beizung	Ertrag	Stärke [%]
Agria		470dt/ha = 100% a	13,7 a
Agria inokuliert		106% a	13,5 a
Agria inokuliert	Cuprozin fl.	103% a	13,4 a

Auch bei den Versuchen 2-2 und dem späten Termin 3 in Straßmoos und Puch konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten im Ertrag oder dem Stärkegehalt der Ernteknollen festgestellt werden.

### 3.1.3 PCR-Nachweis von latentem *Phytophthora infestans*- Befall

#### PCR-Nachweis - Versuchsjahr 2005

Am Standort Puch war *Phytophthora infestans* im Stängel bereits wenige Tage nach dem Auflaufen mit der PCR-Methode nachweisbar, obwohl visueller Befall erst zwei Wochen später auftrat (Abb. 16). Teilweise war der Erreger bis zu 10cm in den Stängel hochgewachsen. Es zeigte sich, dass die Erregerübertragung von der infizierten auf die gesunde Knolle innerhalb eines Pflanzlochs möglich war. Der Erreger war aber nicht an allen Probenahmeterminen nachweisbar. Der positive PCR-Nachweis stand häufig im Zusammenhang mit Regenereignissen.

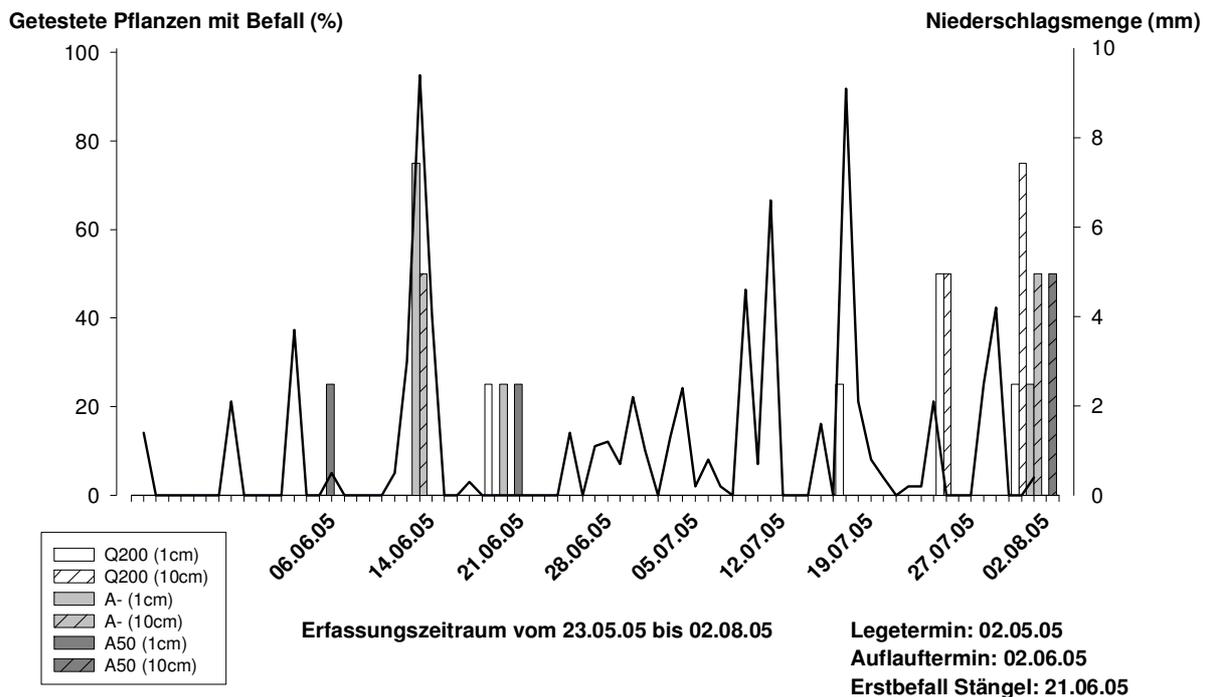


Abb.16: PCR-Nachweis von latentem Stängelbefall (Puch 2005)

#### PCR-Nachweis - Versuchsjahr 2006

Aus den Versuchsstandorten Puch und Straßmoos wurden wöchentlich Stängelproben entnommen und mit der PCR-Methode auf latenten Primärbefall untersucht. Die Proben wurden von den Varianten mit zwei Knollen pro Pflanzloch (infizierte Quarta + Agria) sowie von der allein gelegten infizierten Agria gezogen. Es zeigte sich am Standort Puch, dass wie in 2005, schon Wochen vor dem Sichtbarwerden des Primärbefalls, die Stängel latent mit *Phytophthora* infiziert waren (Abb. 17 + 18). Überraschender waren die Ergebnisse der PCR-Untersuchungen am Standort Straßmoos. Obwohl hier kein sichtbarer Primärbefall am Stängel auftrat, waren die Stängel im Juni/Julii schon latent infiziert. Sichtbarer Krautfäulebefall trat erst Mitte/Ende August auf. Ob dieser Befall durch Zuflug von Sporen oder durch die

latent infizierten Stängel selbst ausgelöst wurde, war auf Grund des schnellen Zusammenbrechens der Bestände nicht feststellbar.

Auffällig war in diesen Versuche, dass der Erreger nach dem ersten positiven Nachweis nicht kontinuierlich im Stängel zu diagnostizieren war. An scheinbar für den Erreger ungünstigen Witterungsbedingungen war er nicht nachweisbar. Ein von einer latent infizierten Knolle ausgehender latenter Stängelbefall entwickelt nur dann einen visuellen Primärbefall, wenn die Witterungsbedingungen für den Erreger günstig sind. Diese Bedingungen können mit den gewonnenen Daten leider noch nicht ausreichend genau definiert werden.

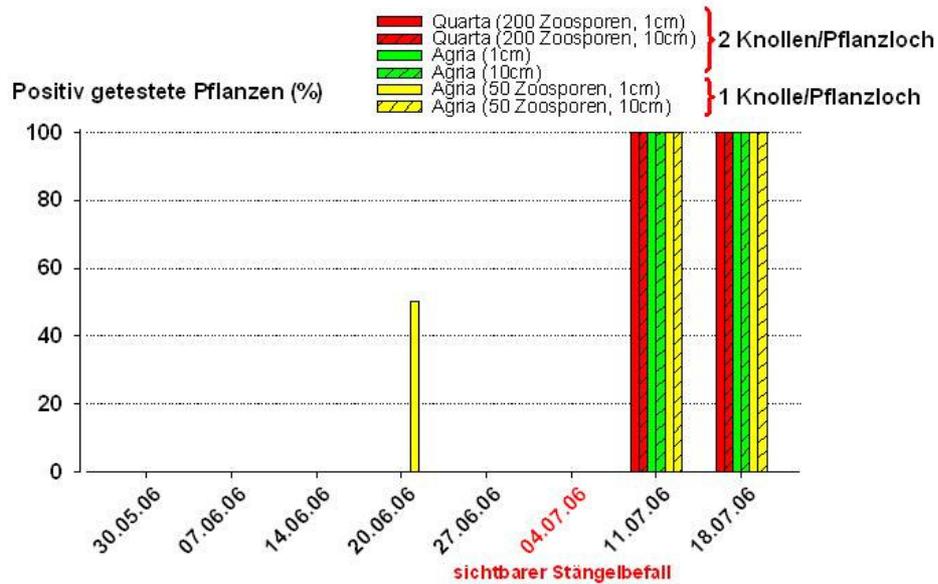


Abb. 17: Latenter Stängelbefall am Standort Puch, Pflanztermin 2 (PCR-Nachweis)

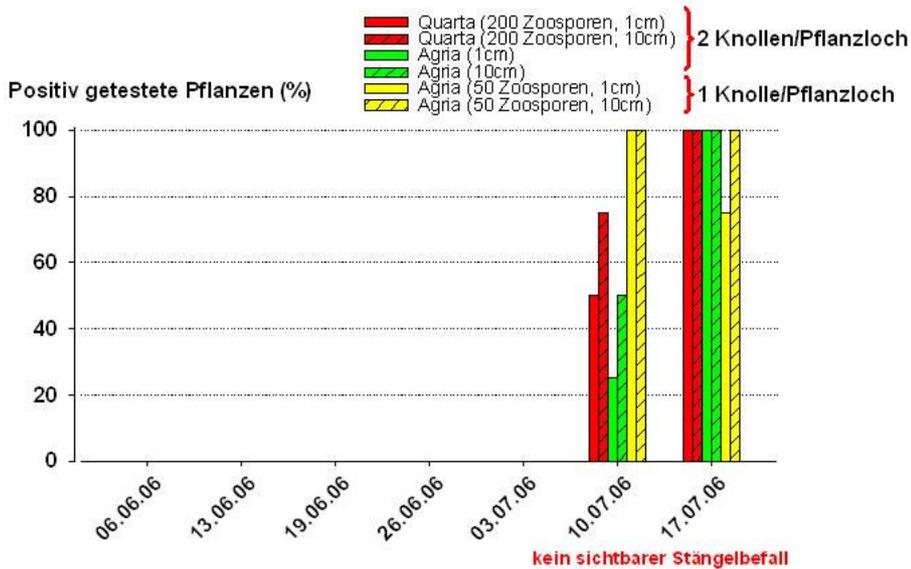


Abb. 18: Latenter Stängelbefall am Standort Straßmoos, Pflanztermin 2 (PCR-Nachweis)

### PCR-Nachweis - Versuchsjahr 2007

Aus den Versuchsstandorten Puch und Straßmoos wurden auch 2007 wöchentlich Stängelproben entnommen und mit der PCR-Methode auf latenten Stängelbefall untersucht. Die Proben wurden von den Varianten mit zwei Knollen pro Pflanzloch (infizierte Quarta + Agria) sowie von der allein gelegten infizierten Agria gezogen. Es zeigte sich im Fall des Standortes Puch, dass der Erreger bereits zwei Wochen vor dem ersten visuellen Befall im Stängel nachgewiesen werden konnte (Abb.19).

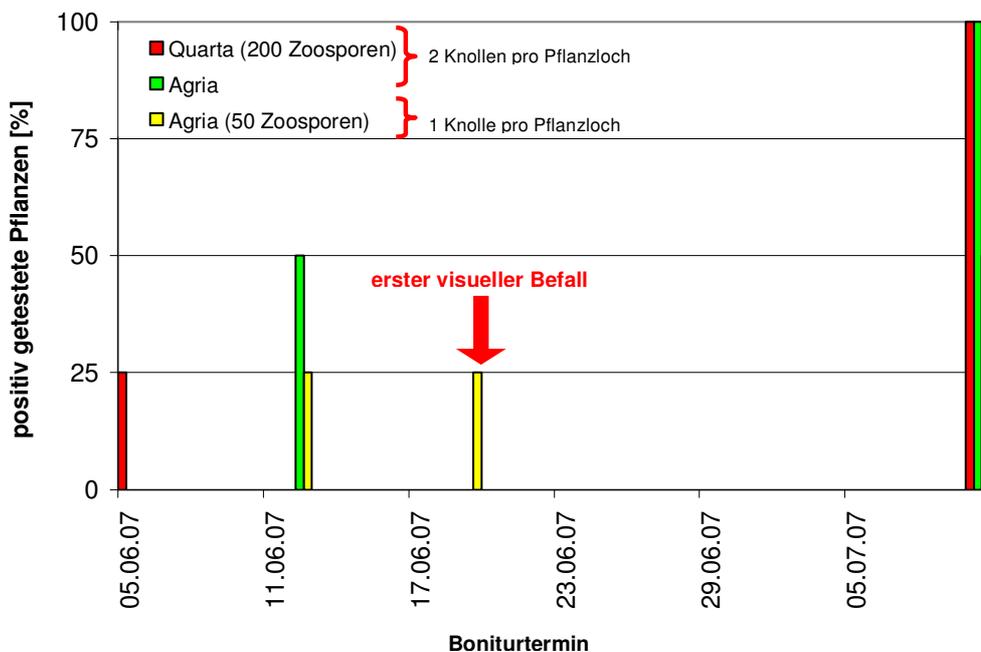


Abb. 19: Latenter Stängelbefall am Standort Puch, Pflanztermin 2-2, 2006 (PCR-Nachweis)

Auch im Versuchsjahr 2007 war der Erreger nach dem ersten positiven Nachweis nicht kontinuierlich im Stängel nachweisbar.

Am Standort Straßmoos wurde das Pathogen bereits einen Monat vor dem ersten visuellen Befall latent im Wirtsgewebe (Stängel) nachgewiesen (siehe Abbildung 20).

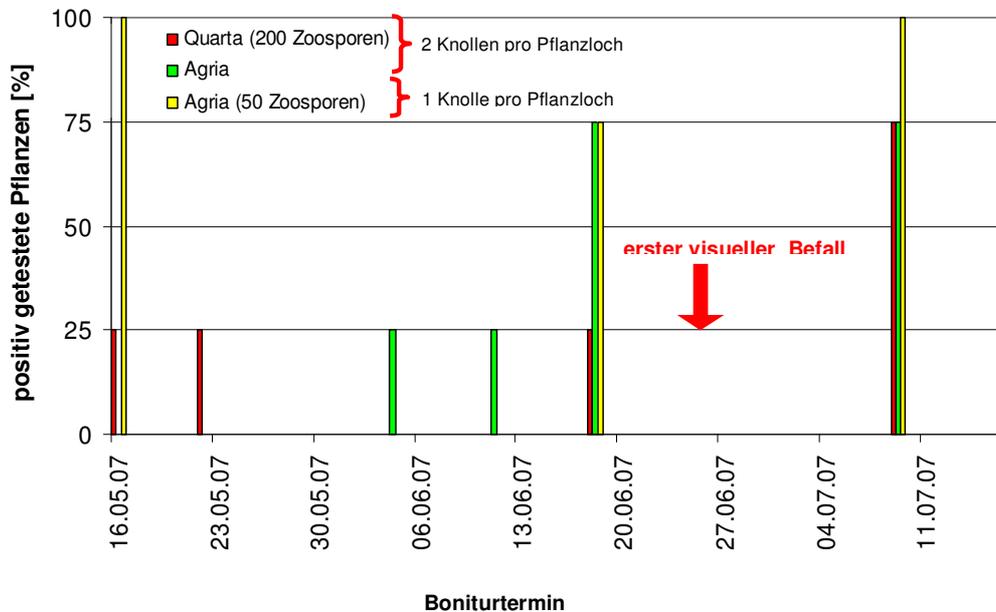


Abb. 20: Latenter Stängelbefall am Standort Straßmoos, Pflanztermin 2-2 (PCR-Nachweis)

Bemerkenswert zu erwähnen ist, dass stets zuerst latenter Befall an der inokulierten Quarta detektiert wurde, bevor die zugehörige Agria aus dem gleichen Pflanzloch wie die Quarta positiv getestet wurde. Dies spricht dafür, dass es nicht nur zur Sporulation sondern auch zum Wachstum des Erregers auf/in der Quarta kommt, und dieser Infektionsweg zu einer schnelleren Besiedlung des Stängels mit *P. infestans* führt.

### PCR-Nachweis auf latenten Tochterknollenbefall - Versuchsjahr 2006

Die im Versuch 2-1 geernteten Knollen wurden mittels PCR auf latenten Tochterknollenbefall untersucht. Es zeigte sich, dass die Kupferbeizung des Pflanzgutes den Tochterknollenbefall deutlich reduzierte (Abb. 21 + 22). Am Standort Puch wiesen in der Variante ungebeizte, infizierte Agria ca. 75% einen latenten Tochterknollenbefall auf. Durch die Beizung mit Cuprozin fl. verringerte sich die Anzahl an befallenen Knollen auf nur noch ca. 4%. Analoge Ergebnisse wurden am Standort Straßmoos ermittelt.

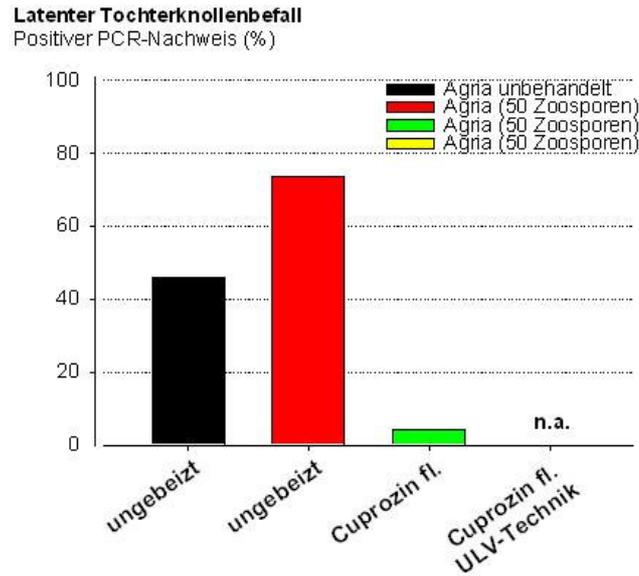


Abb. 21: Wirkung einer Pflanzgutbeizung auf den latenten Tochterknollenbefall (Puch Ernte 2006, Versuch 2-1, PCR-Nachweis; n.a. = Probe nicht analysiert)

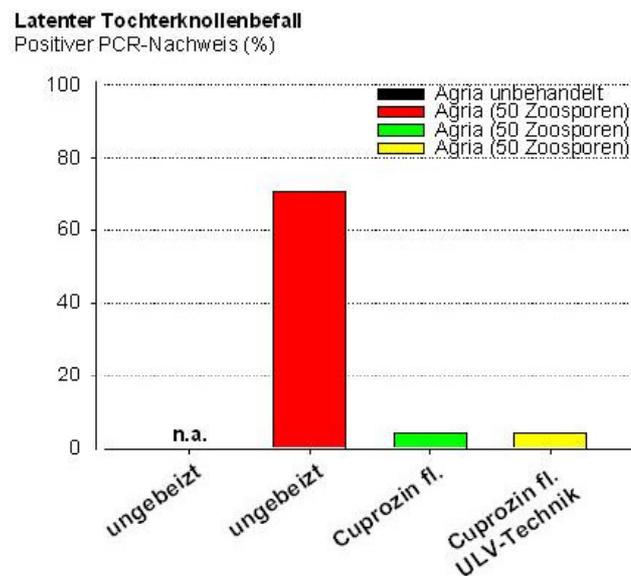


Abb. 22: Wirkung einer Pflanzgutbeizung auf den latenten Tochterknollenbefall (Straßmoos Ernte 2006, Versuch 2-1, PCR-Nachweis; n.a. = Probe nicht analysiert)

### PCR-Nachweis auf latenten Tochterknollenbefall - Versuchsjahr 2007

Die im Versuch 2-1 geernteten Knollen wurden mittels PCR auf latenten Tochterknollenbefall untersucht. Hierbei lag die Infektionsrate insgesamt derart niedrig (<3%), dass keine statistischen Unterschiede festgestellt werden konnten.

### 3.1.4 Kupferminimierungsstrategien im Freiland

#### Kupferminimierungsstrategien - Versuchsjahr 2005

##### Ergebnisse der Feldversuche in Bayern (LfL)

Im Jahr 2005 führten im Fungizidversuch am Standort Puch alle durchgeführten Fungizidstrategien zu einer Reduzierung des Sekundärbefalls von *Phytophthora infestans*. Während von SIMPHYT 1 als Spritzstart der 4. Juli vorgegeben war, trat ein sichtbarer Blattbefall erst am 19. Juli auf. Die Befallsstärke bewegte sich aber auf relativ niedrigem Niveau. Die Variante 5 (Cuprozin fl. mit 4 x 750g/ha) wies am 9. August die niedrigste Befallsstärke auf, obwohl die letzte Applikation 14 Tage zurück lag. Das Testmittel SPU 1010 (Variante 10) zeigte zu Beginn eine gute Wirkung, konnte im weiteren Vegetationsverlauf seine Wirkung jedoch nicht aufrechterhalten. Auf Grund des niedrigen Befallsniveaus konnten zwischen den einzelnen kupferreduzierten Varianten keine Differenzierungen festgestellt werden (Daten nicht dargestellt).

Für den Standort Straßmoos wurden ähnliche Tendenzen beobachtet. Alle Fungizidvarianten bewirkten eine Reduzierung der Befallsstärke, wobei die Applikation von 4x750g/ha Cuprozin und 4x750g/ha Funguran die beste Wirkung erzielten. Insgesamt gesehen differierten die Kupfervarianten aber nicht besonders, lediglich das Testmittel SPU 01010 wies wiederum die schlechteste Wirkung auf.

Am Standort Walleshausen wurden keine gravierenden Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt, nur das Testmittel SPU 01010 erzielte wiederum die schlechteste Wirkung.

##### Ergebnisse der Feldversuche der BBA

In den Versuchen an der BBA zeigte sich, dass alle Fungizidvarianten zu einer Reduzierung des Krautfäulebefalls führten. Der Erstbefall mit *Phytophthora infestans* wurde am Standort Bad Salzflen am 18.7.2005 in der Kontrollvariante festgestellt. Auf Grund des spät auftretenden und niedrigen Befallsdrucks wurden zwischen den einzelnen Cuprozin-Varianten mit variablen Spritzabständen keine gravierenden Befallsdifferenzen ermittelt. Im Vergleich zwischen Cuprozin und Funguran bewirkten die Funguran-Varianten eine geringere Befallsreduzierung (Abb. 23). Das Testmittel SPU 01010 und das Produkt Cueva wiesen die schwächste Krautfäulewirkung auf. Die Ertragsbildung war zum Zeitpunkt des Befallsanstiegs weitgehend abgeschlossen, so dass zwischen den Versuchsvarianten keine gravierenden Ertragsunterschiede auftraten.

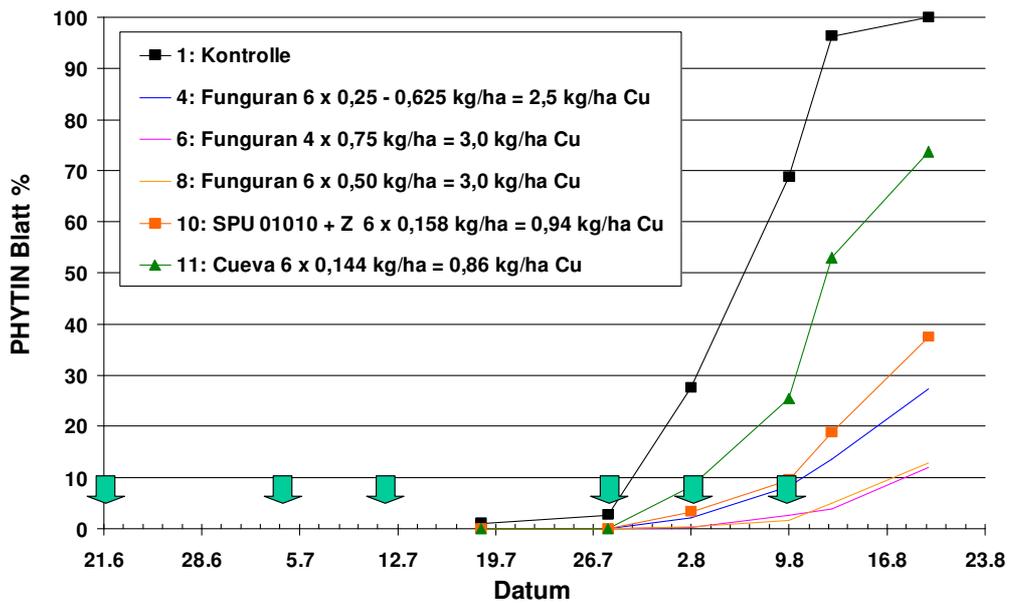


Abb. 23: Krautfäulebefall in Abhängigkeit von Cu-Einsatz, Cu als Funguran, SPU 01010, Cueva, Pfeile: Spritztermine, Sorte Ditta, Bad Salzuflen 2005

Es wurden zusätzliche Varianten mit festen Aufwandmengen und wöchentlichen Routineapplikationen durchgeführt. Die Applikation von 150g/ha Cu hatte keine ausreichende Wirkung (Abb. 24). Zwischen den Varianten mit 250, 500 und 750g/ha waren keine Unterschiede festzustellen.

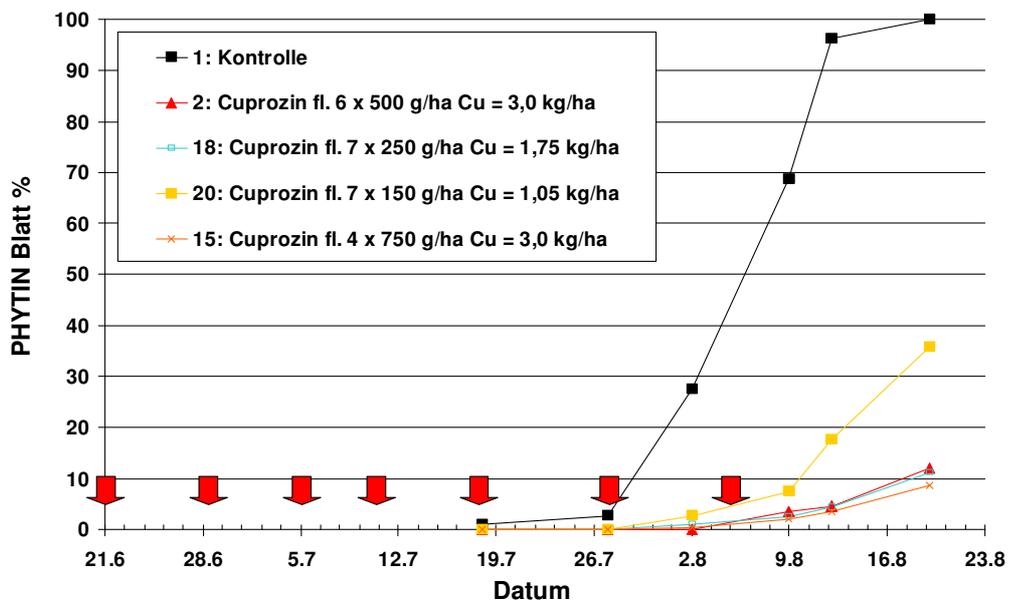


Abb. 24: Krautfäule-Befall in Abhängigkeit vom Cuprozin-Einsatz, Pfeile: Spritztermine, Sorte Ditta, Bad Salzuflen 2005

## **Kupferminimierungsstrategien - Versuchsjahr 2006**

### **Ergebnisse der Feldversuche in Bayern (LfL) - Versuchsjahr 2006**

Das erste Quartal des Jahres 2006 war im Vergleich zum langjährigen Mittel zu kalt und meist zu nass. Auch April und Mai waren gekennzeichnet durch unbeständige Witterung mit ergiebigen Regenfällen. Beispielsweise wurde im April in Südbayern das Niederschlagssoll meist deutlich um 50 bis 95 Prozent, örtlich sogar um mehr als 100 Prozent übertroffen. Dadurch verzögerten sich die Bestellarbeiten immer weiter. Häufig konnten die Kartoffeln erst im Mai ausgepflanzt werden und auch hier herrschten nur an wenigen Tagen günstige Voraussetzungen dafür.

Anfang Juni kam dann nach und nach der Umschwung von feucht-kühler Witterung hin zu Trockenheit und sommerlichen Temperaturen. Im Juli erreichte die Witterungsphase ihren Höhepunkt. So wurde in diesem Monat an vielen Orten in Bayern die höchsten Werte für Mitteltemperatur und Sonnenschein seit Beginn der Wetteraufzeichnungen registriert. Bei den Regenfällen gab es aufgrund der vielen Gewitterniederschläge große Unterschiede. In den meisten Kartoffelanbaugebieten war es jedoch zu trocken. Knollenansatz und -wachstum waren aufgrund der vielen Hitzewellen stark beeinträchtigt. Dies änderte sich, als auf den extrem warmen Juli der kälteste und niederschlagsreichste August der vergangenen Jahrzehnte folgte. Wiederholte und ergiebige Niederschläge sorgten für einen raschen Anstieg der Bodenfeuchte. Dieser für das Kartoffelwachstum sehr günstige Witterungsabschnitt führte einerseits zu einem hohen Ertragszuwachs, andererseits litten die Qualität und Lagerfähigkeit enorm, weil viele Sorten durchgrünten und erneut Knollen ansetzten.

### **Berechnung von Spritzstart und Infektionsdruckverlauf**

Der Spritzstart und der Infektionsdruckverlauf wurde für die Versuchsstandorte nach den Prognosemodellen SIMPHYT 1 + 3 berechnet. Auf Grund der Witterung ermittelte das Modell an allen drei Versuchsstandorten einen relativ späten Spritzstart und es herrschte ein relativ niedriger Infektionsdruck vor, so dass zwischenzeitlich eine Spritzpause eingelegt werden konnte.

Am Standort Puch trat ein erster Blattbefall ca. 14 Tage nach Spritzstart auf. Anschließend folgte eine heiße und trockene Phase, woraufhin die Blattflecken eintrockneten. Erst ab Anfang August trat ein stärkerer Blattbefall auf (Abb. 25).

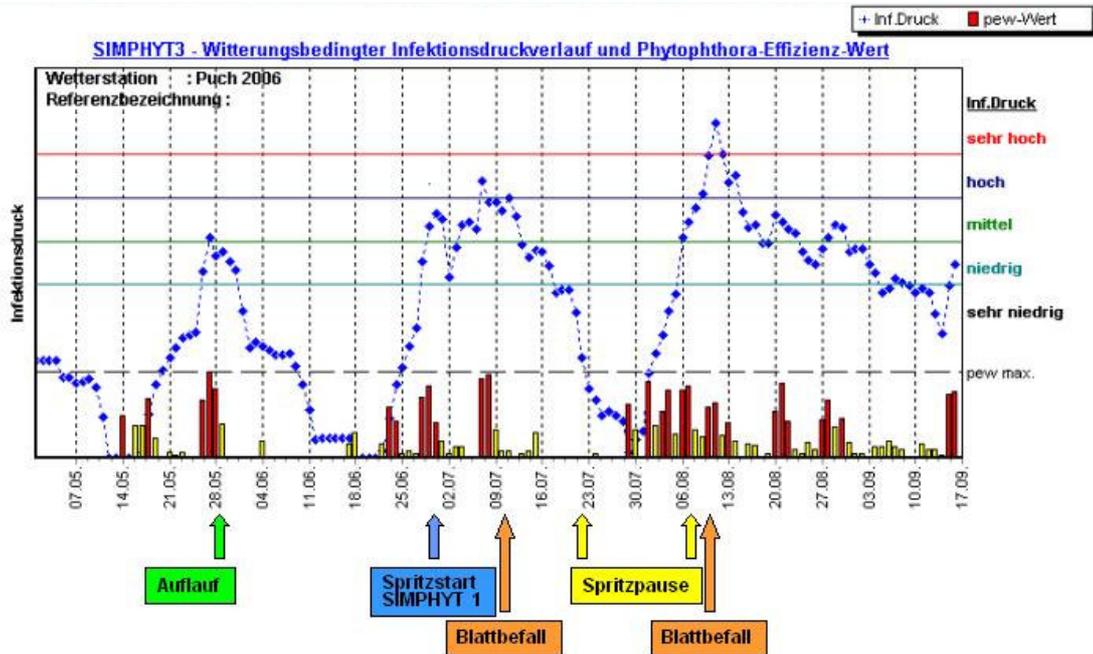


Abb. 25: Spritzstart und Infektionsdruckverlauf nach SIMPHYT 1 + 3 am Standort Puch 2006 (Versuch Puch)

In Straßmoos zeichnete sich ein ähnlicher Verlauf ab (Abb. 26). Sekundärbefall trat erst Mitte August auf.

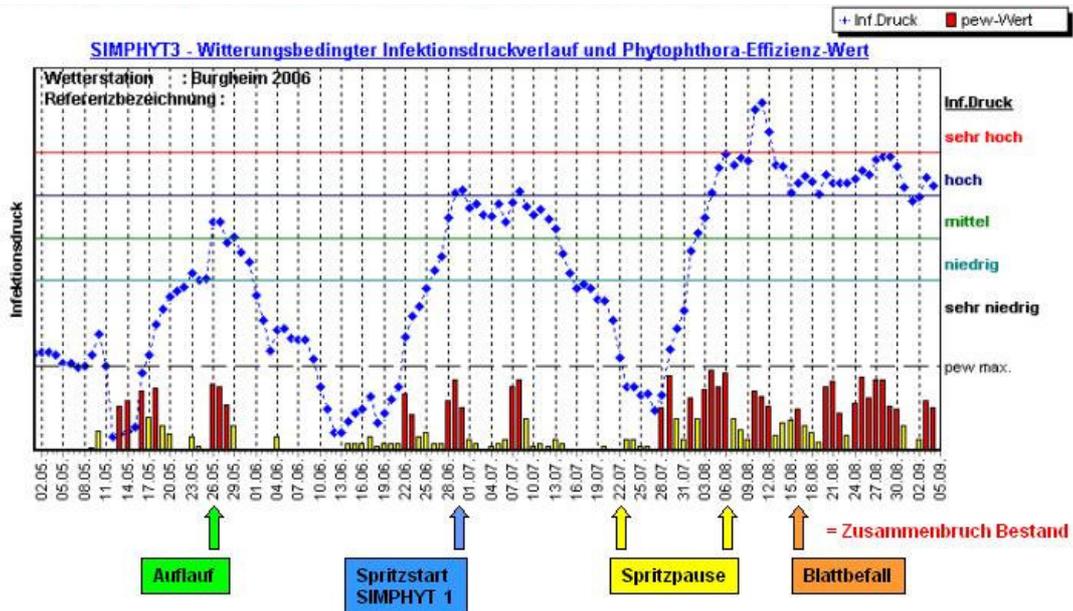


Abb. 26: Spritzstart und Infektionsdruckverlauf nach SIMPHYT 1 + 3 am Standort Burgheim 2006 (Versuch Straßmoos)

Wegen der trocken-heißen Witterung und des fehlenden Infektionsdrucks wurde am Standort Petzenhofen der Versuch abgebrochen, da sich die Pflanzen schon Ende Juli in der Abreife befanden (Abb. 27).

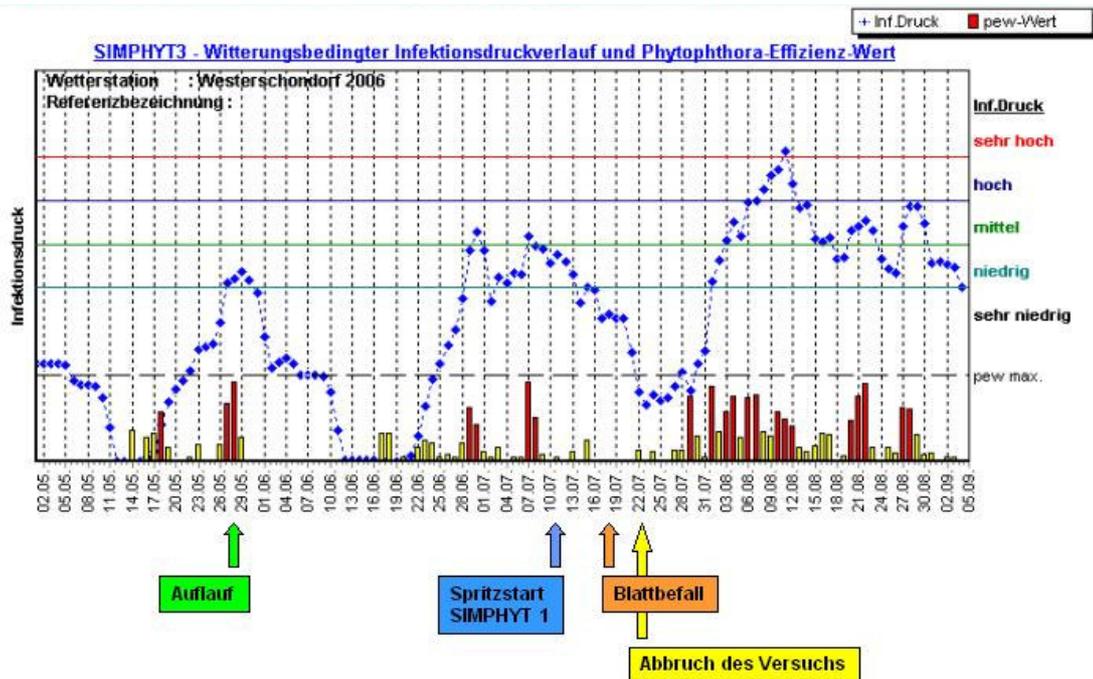


Abb. 27: Spritzstart und Infektionsdruckverlauf nach SIMPHYT 1 + 3 am Standort Westerschondorf 2006 (Versuch Petzenhofen)

### Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Puch - Versuchsjahr 2006

Die am Standort Puch applizierten Cu-Aufwandmengen, die Applikationstermine und der jeweilige Infektionsdruck sind in Tabelle 37 aufgeführt. Im Versuch wurden verschiedene Aufwandmengen von Cuprozin fl. sowie die Testprodukte SPU 1010 und SPU 2690 geprüft. Weiterhin wurden Varianten mit einer neuen Düsenteknik und mit einem verlängerten Spritzabstand durchgeführt. Je nach Versuchsglied wurde an 4 bis 5 Terminen Kupfer appliziert. Der erste Blattbefall wurde in Puch am 11. Juli gefunden. Im Verlauf der weiteren Woche nahm die Befallshäufigkeit stark zu, während die Befallsstärke sich auf einem niedrigen Niveau bewegte (Tab. 38). In der anschließenden Trockenphase trockneten die Phytophthora-Blattflecken ein. Mit Änderung der Witterung im August nahm der Krautfäulebefall im Versuch stark zu, woraufhin der Bestand innerhalb kurzer Zeit zusammenbrach.

Tab. 37: Feldversuch am Standort Puch (Standard Süd = Beratervariante Süd)

Cu-Mengen Puch 2006			Spritzstart: 29.06.06			Spritzpause: ab 22.07.06						
VG	Behandlung	Infektionsdruck	Cu g/ha	28.06.	06.07.	07.07.	13.07.	21.07.	08.08.	18.08.	23.08.	Cu gesamt
1	Unbehandelt		0									0
2	Cuprozin fl.	sehr niedrig	300	300	300		300		300	300		1500
	Standard Süd	niedrig	300									
		mittel	300									
		hoch	600									
		sehr hoch	600									
3	Cuprozin fl.	sehr niedrig	250	250	500		500		500	500		2250
	variabel	niedrig	375									
		mittel	500									
		hoch	625									
		sehr hoch	750									
4	Cuprozin fl.		750	750	750		750		750			3000
5	Cuprozin fl.		500	500	500		500		500	500		2500
6	Cuprozin fl.		250	250	250		250		250	250		1250
7	SPU 1010		157,5	157,5	157,5		157,5		157,5	157,5		787,5
8	SPU 2690		450	450	450		450		450	450		2250
9	Cuprozin fl.	Düsen	500	500	500		500		500	500		2500
10	Cuprozin fl.	Spritzabstand	500	500	500		500	500	500		500	2500
	(6.8./10./12./14 Tage)											
	Infektionsdruck			sehr niedrig	mittel	mittel	mittel	sehr niedrig	mittel	mittel	mittel	

Tab. 38: Blattbefall (BS %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Puch)

Varianten	Boniturdatum		
	18.07.	08.08.	17.08.
Kontrolle unbehandelt	3,38 a	4 a	25 a
Beratervariante Süd	0,02 b	0 b	8 b
Cuprozin fl. variabel	0,12 b	0 b	4 b
Cuprozin fl. 750g/ha Cu	0,10 b	0 b	2 b
Cuprozin fl. 500g/ha Cu	0,09 b	0 b	3 b
Cuprozin fl. 250g/ha Cu	0,07 b	1 b	9 b
SPU 1010 157,5g/ha Cu	0,05 b	0 b	10 b
SPU 2690 450g/ha Cu	0,28 b	0 b	6 b
Cuprozin fl. 500g/ha Cu DF-Düsen	0,02 b	0 b	5 b
Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	0,23 b	0 b	3 b

Im Jahr 2006 führten am Standort Puch im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle alle durchgeführten Kupferapplikationsstrategien zu einer Reduzierung des Krautfäulebefalls, d.h. zu einer Verminderung der Befallsstärke und der Befallshäufigkeit. Beim direkten Vergleich der Cuprozin fl.-Varianten zeigte sich, dass unter den niedrigen Infektionsbedingungen 2006, eine sehr gute Krautfäulebekämpfung mit reduzierten Kupferaufwandmengen möglich war (Abb. 28). Zwar wies die Variante mit der höchsten Kupfermenge von 750g/ha tendenziell einen niedrigeren Befall auf, der aber statistisch nicht signifikant war.

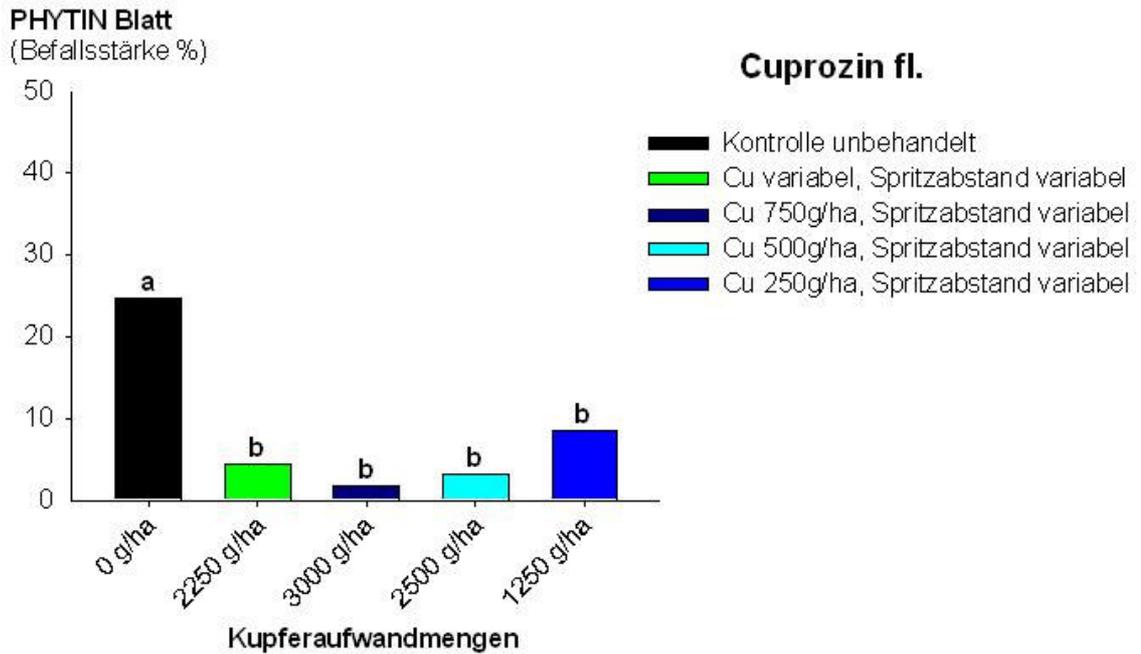


Abb. 28: Blattbefall in Abhängigkeit von den applizierten Kupferaufwandmengen (Kupferapplikationsversuch Puch, 17.08.06)

Bei der Befallshäufigkeit des Stängelbefalls traten deutliche Unterschiede zwischen den Varianten auf (Tab. 39).

Tab. 39: Stängelbefall (BH %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Puch)

Varianten	Boniturdatum				
	18.07.	26.07.	31.07.	08.08.	17.08.
Kontrolle unbehandelt	5 a	14 a	15 a	15 a	71 a
Beratervariante Süd	0 b	1 b	0 b	0 b	40 bc
Cuprozin fl. variabel	0 b	0 b	0 b	2 b	21 cd
Cuprozin fl. 750g/ha Cu	0 b	1 b	1 b	0 b	6 d
Cuprozin fl. 500g/ha Cu	0 b	1 b	0 b	0 b	16 cd
Cuprozin fl. 250g/ha Cu	1 b	0 b	0 b	3 b	41 bc
SPU 1010 157,5g/ha Cu	0 b	1 b	1 b	1 b	47 ab
SPU 2690 450g/ha Cu	1 b	0 b	0 b	0 b	33 bc
Cuprozin fl. 500g/ha Cu DF-Düsen	0 b	1 b	1 b	0 b	25 bcd
Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	0 b	1 b	1 b	0 b	16 cd

Die gute Wirkung der Kupfervarianten setzte sich beim späteren Auftreten der Nekrosen und Chlorosen weiter fort (Tab. 40). Durch die Kupferapplikationen war eine Reduzierung der Nekrosen und Chlorosen in Abhängigkeit von der Aufwandmenge und des Produkts möglich, d.h. die Bestände konnten mit Kupfer länger grün gehalten werden. Als Folge dessen konnten mit allen Applikationsvarianten sowohl der Ertrag als auch die Qualität im Vergleich zur

Kontrolle signifikant verbessert werden. Den höchsten Ertrag erzielte hierbei der Einsatz des Mittels SPU 2690 mit 450g Cu/ha.

Tab. 40: Nekrosen/Chlorosen (BS %) und Ertrag an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Puch)

Varianten	Boniturdatum				Ertrag	
	17.08.	23.08.	28.08.	04.09.	Ertrag rel. (%)	Stärke (%)
Kontrolle unbehandelt					437,62 dt/ha = 100 a	
	59 a	96 a	99 a	100 a		12,4 a
Beratervariante Süd.	23bc	59 bc	90 abc	99 ab	112 b	13,4 b
Cuprozin fl. variabel	12cd	45cd	76 cde	95 abc	118 bc	13,5 b
Cuprozin fl. 750g/ha Cu	11 d	28 e	49 e	88 d	122 bc	13,4 b
Cuprozin fl. 500g/ha Cu	11 d	39 de	71 d	93 bcd	120 bc	13,5 b
Cuprozin fl. 250g/ha Cu	20 bcd	68 b	94 ab	99 ab	118 bc	13,2 b
SPU 1010 157,5g/ha Cu	25 b	71 b	90 abcd	99 ab	115 bc	13,2 b
SPU 2690 450g/ha Cu	18 bcd	59 bc	83 abcde	97 abc	125 c	13,3 b
Cuprozin fl. 500g/ha Cu DF-Düsen	14 bcd	45 cd	73 cd	91 cd	119 bc	13,2 b
Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	13cd	39 de	78 bcde	97 abc	121 bc	13,8 b

Beim Vergleich von Befallsstärke und Ertrag zeigte sich, dass im Jahr 2006 auch mit reduzierten Kupferaufwandmengen eine effiziente Krautfäulebekämpfung ohne Ertragsverluste möglich war.

## Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Straßmoos – Versuchsjahr 2006

Auf Grund der trockenen, heißen Witterung wurde am Standort Straßmoos an nur drei Terminen Kupfer appliziert, danach wurde eine Spritzpause eingelegt (Tab. 41). Da keine Krautfäule auftrat, wurden die Spritzungen ab dem 14. Juli eingestellt.

Tab. 41: Feldversuch am Standort Straßmoos (Standard Süd = Beratervariante Süd)

Cu-Mengen Strassmoos 2006			Spritzstart: 29.06.06		Spritzpause: ab 22.07.06			
VG	Behandlung	Infektionsdruck	Reinkupfer Cu g/ha	29.06.	07.07.	10.07.	14.07.	Cu gesamt
1	Unbehandelt		0					0
2	Cuprozin fl.	sehr niedrig	300	300	300		300	900
	Standard Süd	niedrig	300					
		mittel	300					
		hoch	600					
		sehr hoch	600					
3	Cuprozin fl.	sehr niedrig	250	500	500		500	1500
	variabel	niedrig	375					
		mittel	500					
		hoch	625					
		sehr hoch	750					
4	Cuprozin fl.		750	750	750		750	2250
5	Cuprozin fl.		500	500	500		500	1500
6	Cuprozin fl.		250	250	250		250	750
7	SPU 1010		157,5	157,5	157,5		157,5	472,5
8	SPU 2690		450	450	450		450	1350
9	Cuprozin fl.	Düsen	500	500	500		500	1500
10	Cuprozin fl.	Spritzabstand	500	500		500		1000
	(6./8./10./12./14 Tage)							
	Infektionsdruck			mittel	mittel	mittel	mittel	

Krautfäulebefall trat in Straßmoos erst mit der Wetteränderung Mitte/Ende August auf, woraufhin der Bestand relativ schnell zusammenbrach. Trotz des zunächst fehlenden Befalls, zeigte sich an den zwei Boniturterminen im August, dass im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle, durch die Kupfervarianten eine Reduzierung der Stärke und der Häufigkeit des Blattbefalls möglich war (Tab. 42 und 43).

Tab. 42: Blattbefall (BS %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Straßmoos)

Varianten	Boniturdatum	
	16.08.	21.08.
Kontrolle unbehandelt	3 ab	21 a
Beratervariante Süd	2 bc	19 ab
Cuprozin fl. variabel	2 bc	14 cde
Cuprozin fl. 750g/ha Cu	1 c	12 de
Cuprozin fl. 500g/ha Cu	1 bc	11 e
Cuprozin fl. 250g/ha Cu	2 bc	18 abc
SPU 1010 157,5g/ha Cu	4 a	19 ab
SPU 2690 450g/ha Cu	2 bc	19 ab
Cuprozin fl. 500g/ha Cu DF-Düsen	1 c	16 bcd
Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	2 bc	15 bcde

Tab. 43: Blattbefall (BH %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Straßmoos)

Varianten	Boniturdatum
	16.08.06
Kontrolle unbehandelt	98 a
Beratervariante Süd	83 abc
Cuprozin fl. variabel	73 abc
Cuprozin fl. 750g/ha Cu	42 d
Cuprozin fl. 500g/ha Cu	68 c
Cuprozin fl. 250g/ha Cu	82 abc
SPU 1010 157,5g/ha Cu	95 ab
SPU 2690 450g/ha Cu	71 bc
Cuprozin fl. 500g/ha Cu DF-Düsen	67 cd
Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	74 abc

Beim Stängelbefall konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt werden (Daten nicht dargestellt).

Auch an diesem Standort konnte mit den Kupfervarianten der Bestand länger grün gehalten werden, d.h. in den Kupfervarianten traten weniger Nekrosen und Chlorosen als in der Kontrolle auf (Tab. 44). Die Ertragsbildung war jedoch bis zum Auftreten des ersten Krautfäulebefalls im August weitgehend abgeschlossen, so dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern festzustellen waren. Auch beim Stärkegehalt wurden keine deutlichen Unterschiede ermittelt.

Tab. 44: Chlorosen/Nekrosen (BS %) und Ertrag an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Straßmoos)

Varianten	Boniturdatum			Ertrag	
	08.08.	17.08.	23.08.	Ertrag rel. (%)	Stärke (%)
Kontrolle unbehandelt	19 a	30 a	79 a	465dt/ha = 100 a	12,5 a
Beratervariante Süd	10 a	28 a	63 cde	99 a	12,2 ab
Cuprozin fl. variabel	9 a	28 a	59 def	100 a	11,9 ab
Cuprozin fl. 750g/ha Cu	18 a	33 a	55 ef	101 a	11,5 b
Cuprozin fl. 500g/ha Cu	13 a	31 a	51 f	101 a	12,3 ab
Cuprozin fl. 250g/ha Cu	11 a	28 a	69 bc	99 a	12,1 ab
SPU 1010 157,5g/ha Cu	16 a	31 a	79 a	96 a	11,5 b
SPU 2690 450g/ha Cu	19 a	34 a	73 ab	92 a	12,0 ab
Cuprozin fl. 500g/ha Cu DF-Düsen	16 a	31 a	63 cde	99 a	12,2 ab
Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	16 a	33 a	65 bcd	101 a	11,9 ab

## Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Petzenhofen – Versuchsjahr 2006

Am Standort Petzenhofen trat nur sehr wenig Krautfäule auf, wobei die Blattflecken fast immer eintrockneten. Daher wurde nach nur einer Kupferapplikation der Versuch im Juli abgebrochen (Tab. 45). Durch die heiße und trockene Witterung wurde an diesem Standort kein Reihenschluss erzielt. Außerdem ging der Bestand schon recht früh in die Abreifephase über. Die Befallsstärke stieg bei keiner der Varianten über 1%. Infolge dessen kam es zu keinen Unterschieden beim Blatt- oder Stängelbefall zwischen den Varianten. Aufgrund der mangelnden Aussagekraft der erhobenen Daten wird an dieser Stelle auf eine Darstellung verzichtet. Da eine Auswertung nicht sinnvoll erschien, erfolgte hier auch keine Bonitur der Erträge und der Qualität.

Tab. 45: Feldversuch am Standort Petzenhofen (Standard Süd = Beratervariante Süd)

Cu-Mengen Petzenhofen 2006			Spritzstart: 11.07.06		Spritzpause: ab 22.07.06	
VG	Behandlung	Infektionsdruck	Reinkupfer Cu g/ha	11.07.	13.06.	Cu gesamt
1	Unbehandelt		0			0
2	Cuprozin fl.	sehr niedrig	300	300		300
	Standard Süd	niedrig	300			
		mittel	300			
		hoch	600			
		sehr hoch	600			
3	Cuprozin fl. variabel	sehr niedrig	250	375		375
		niedrig	375			
		mittel	500			
		hoch	625			
		sehr hoch	750			
4	Cuprozin fl.		750	750		750
5	Cuprozin fl.		500	500		500
6	Cuprozin fl.		250	250		250
7	SPU 1010		157,5	157,5		157,5
8	SPU 2690		450	450		450
9	Kocide opti		750	750		750
10	Cuprozin fl. (6/8/10/12/14 Tage)	Spritzabstand	500		500	500
	Infektionsdruck			niedrig	niedrig	

## Ergebnisse der Feldversuche der BBA – Versuchsjahr 2006

Die Witterung in 2006 war an allen drei Standorten durch eine überdurchschnittlich feuchte und kühle Phase in den Monaten März, April und Mai geprägt. Dies führte zum Teil zu verspäteten Legeterminen und anschließenden Pflegearbeiten (Häufeln, Fräsen etc.). In den Monaten Juni und Juli folgte eine lange Trockenphase mit überdurchschnittlich hohen Tages- und Nachttemperaturen, die das Wachstum der Kartoffelbestände in dieser Hauptwachstumsphase beeinträchtigten. Geringere Temperaturen und häufigere Regenfälle waren erst im August zu verzeichnen. Besonders stark ausgeprägt waren diese Witterungsereignisse am Standort Barnstedt, wo von der Wetterstation Wendisch Evern (ca. 10km vom Versuch entfernt) in den Monaten Juni und Juli insgesamt weniger als 40mm Niederschlag gemessen wurden. Zudem wurden im Juli Tagestemperaturen von 23°C im

Durchschnitt ermittelt. Am Standort Bad Salzuflen wurden im April und Mai Niederschlagssummen gemessen die deutlich über dem langjährigen Mittel lagen. Auch hier folgte in den Monaten Juni und Juli eine Hitzeperiode, wobei starke Niederschläge durch Gewitter dafür sorgten, dass die Niederschlagssummen in diesen Monaten nicht all zu sehr von dem langjährigen Mitteln abwichen. Auch hier fiel im August überdurchschnittlich viel Regen. In der Monatssumme wurden fast 120 mm erreicht. Die durchschnittliche Lufttemperatur an der Wetterstation Braunschweig lag während der gesamten Versuchsphase über dem langjährigen Mittel. Starke Niederschlagsdefizite waren in den Monaten Juni und Juli vorhanden. Trotz der erfahrungsgemäß großen Wasserspeicherkapazität des Standortes litten die Bestände in diesen zwei Monaten unter der Trockenheit.

### Berechnung von Spritzstart und Infektionsdruckverlauf

Für den Standort Barnstedt wurde nach SIMPHYT 1 für die Sorte Ditta ein Spritzstart für den 10. Juli vorgeben. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die Kartoffeln kurz vor der Blüte. Auf Grund der Witterungsverhältnisse an der Wetterstation Wendisch Evern berechnete das Prognosemodell SIMPHYT 3 den in Abbildung 29 dargestellten Infektionsdruckverlauf. Die Trockenheit bis zum 26. Juli bewirkte einen sehr geringen Infektionsdruck und *Phytophthora*-Effizienz-Wert (pew). An diesem Standort wurde eine Spritzpause vom 17. Juli bis zum 02. August eingelegt. Durch die Witterungsumstände im August stieg der Infektionsdruck in kurzer Zeit auf ein hohes bis sehr hohes Niveau. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die Kartoffeln schon in der Abreifephase.

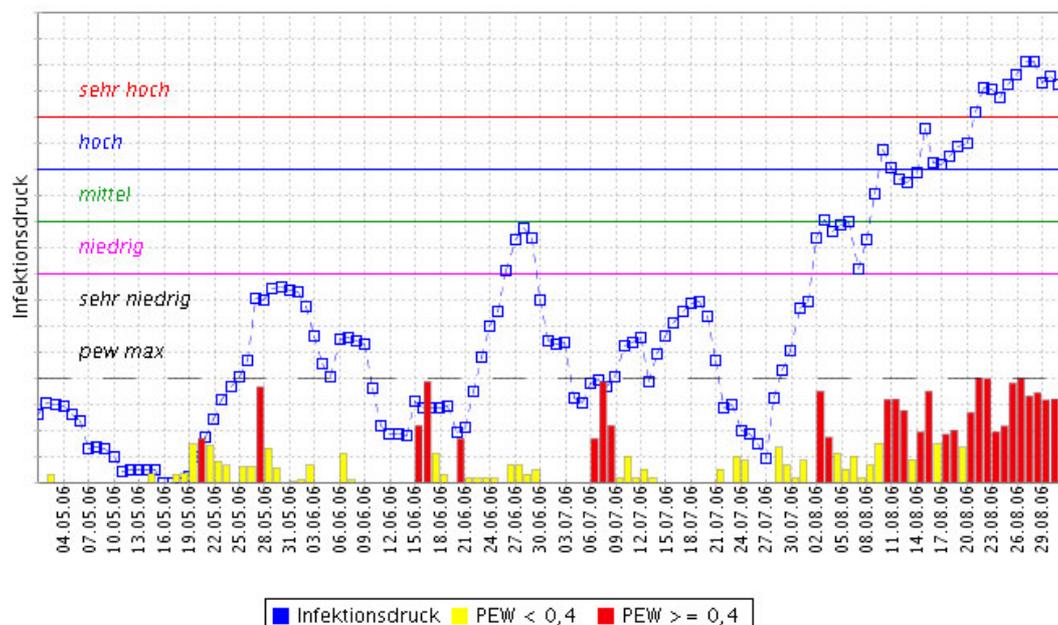


Abb. 29: Infektionsdruck nach SIMPHYT 3. Wetterstation Wendisch Evern 2006

Für den Standort Bad Salzuflen wurde nach SIMPHYT 1 für die Sorte Ditta der Spritzstart für den 19. Juli vorgegeben (Abb. 32). SIMPHYT 3 errechnete einen Anstieg des Infektionsdruckes nach Spritzstart auf ein mittleres Niveau (Abb. 30). Durch den trockenen Juli sank der Krautfäuledruck allerdings wieder auf sehr niedrig. Die Kriterien für eine Spritzpause wurden an diesem Standort allerdings nicht erfüllt. Mit den häufigen Niederschlägen und den sinkenden Temperaturen im August stieg auch der Infektionsdruck kontinuierlich auf ein sehr hohes Niveau an. Erste Abreifeerscheinungen wurden an den Kartoffeln am 17. August beobachtet.

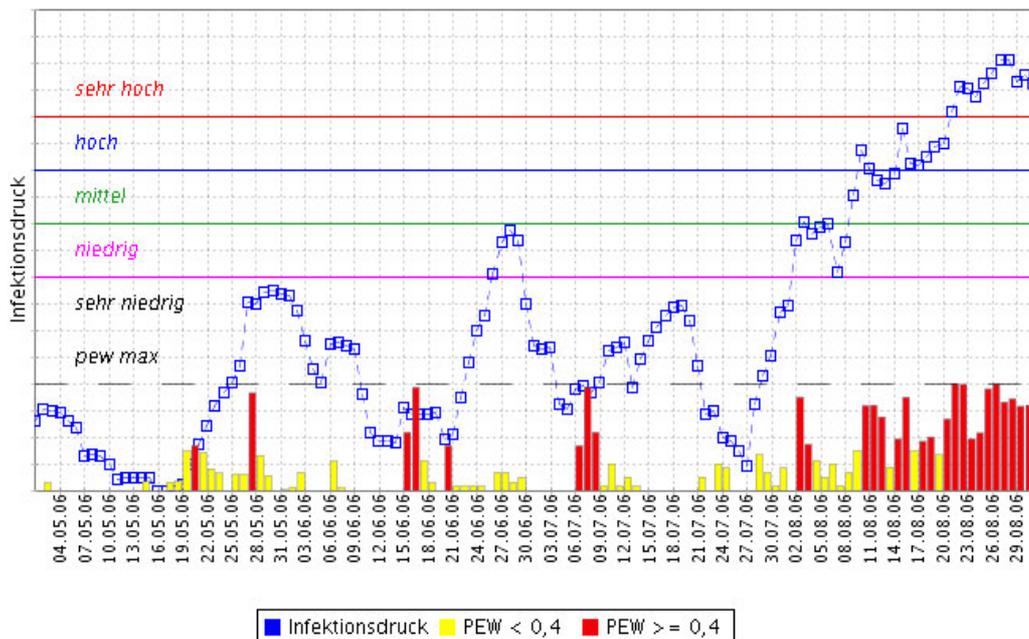


Abb. 30: Infektionsdruck nach SIMPHYT 3. Wetterstation Bad Salzuflen 2006

Für den Standort Ahlum wurde auf Basis der Wetterdaten der Station Braunschweig nach SIMPHYT 1 der Spritzstart für den 06. Juli vorgegeben. Auf Grund der Witterungsverhältnisse an der Wetterstation Braunschweig berechnete das Prognosemodell SIMPHYT 3 den in Abbildung 31 dargestellten Infektionsdruck. Nach dem Spritzstart wurde auch in Ahlum eine Spritzpause bis zum 04. August eingelegt, da kein pew-Wert vom Programm errechnet wurde. Der Wetterumschwung im August ließ auch hier den Infektionsdruck stark ansteigen, als die Abreife der Kartoffeln einsetzte.

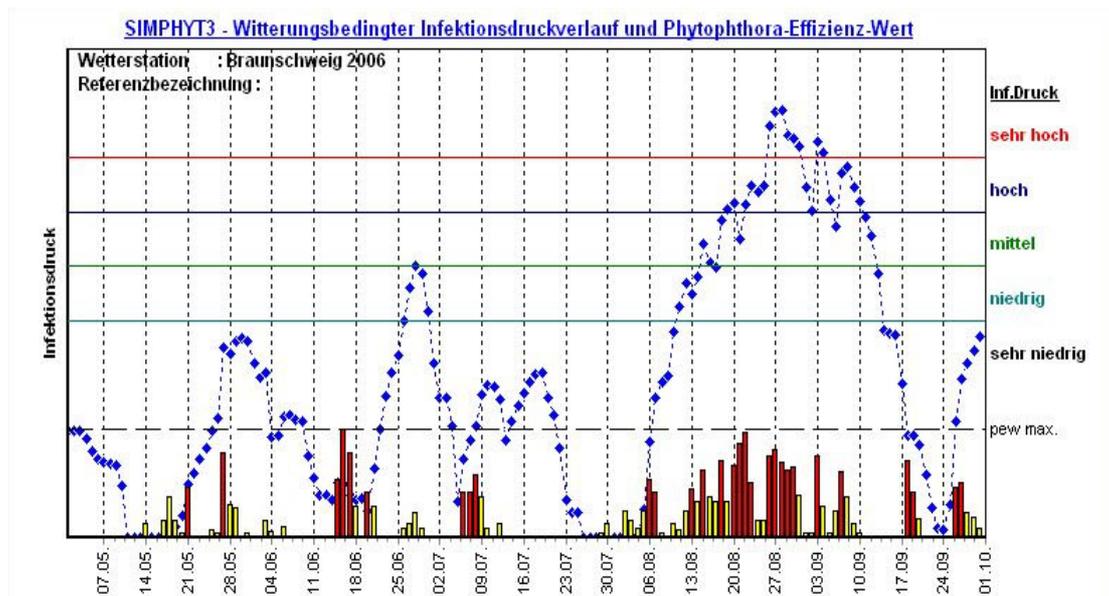


Abb. 31: Infektionsdruck nach SIMPHYT3. Wetterstation Braunschweig 2006

### Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Barnstedt - Versuchsjahr 2006

Der Erstbefall wurde in Barnstedt am 09. August festgestellt. Es folgte ein schwacher Befallsanstieg bis zum 16.08. In der Phase der Abreife kam es zu einem starken Anstieg des Befalls, so dass bereits am 24.08. nahezu alle Versuchspartellen abgestorben waren. Die applizierten Kupfermengen und Applikationstermine sind in Tab. 46 aufgelistet. Auf Grund der allgemein niedrigen Befallsentwicklung konnte sich keine der getesteten Varianten von den übrigen in ihrer Krautfäulewirkung differenzieren. Auf eine Darstellung des Infektionsverlaufs wird aus diesem Grund hier verzichtet.

Tab. 46: Kupferaufwandmengen und Applikationstermine in Barnstedt 2006 – Kernvarianten

VG	PSM	10.7	17.7		2.8	9.8	16.8	Cu kg/ha
1	Kontrolle							0
2	Beratervariante Nord	0,50	0,50	Pause	0,50	0,50	0,50	2,50
3	Cuprozin flüssig	0,25		Pause	0,25		0,25	0,75
4	SPU 1010	0,15		Pause	0,15		0,15	0,45
5	Cuprozin flüssig	0,75		Pause	0,75		0,75	2,25
6	SPU 2690	0,45		Pause	0,45		0,45	1,35
7	Cuprozin flüssig	0,50		Pause	0,50		0,50	1,50
8	Cuprozin flüssig	0,25		Pause	0,25		0,25	0,75
9	Cuprozin flüssig	0,50		Pause	0,50			1,00

## Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Bad Salzuflen – Versuchsjahr 2006

Am Standort Bad Salzuflen wurden auf Grund des niedrigen Infektionsdruckes nach dem Spritzstart Applikationsintervalle zwischen 10 und 12 Tagen durchgeführt (Tab. 47). Ab dem 10.08. gab das Prognosesystem eine Verkürzung der Applikationsintervalle auf 7 Tage vor. Die Aufwandmenge der Variante 3 wurde dem hohen Infektionsdruck entsprechend erhöht. Nach dem 17. 08. erfolgten keine Applikationen mehr. Die Auswertung der Fläche unter den Befallskurven (AUDPC) zeigt, dass es statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten gab. Jede Applikation konnte den Befall mit *P. infestans* signifikant verringern. Die höchsten Bekämpfungserfolge wurden mit den Varianten 2, 5, 6, 7 und 9 erreicht. Es zeichnet sich ab, dass der Bekämpfungserfolg stark durch die Gesamtkupfermenge bestimmt wird. So zeigten die Varianten in denen weniger als 1,5kg Cu/ha im Laufe der Vegetation ausgebracht wurden, eine signifikant schlechteren Bekämpfungserfolg. Es zeigte sich aber auch, dass mit Gesamtmengen von 1,5 – 1,8kg Cu/ha bei Einsatz des Prognosemodells ein ähnlich guter Krautfäuleschutz gewährleistet werden kann, wie er mit der zulässigen Gesamtmenge (3kg Cu/ha) erreicht wurde.

Tab. 47: Aufwandmengen und Applikationstermine / Statistische Auswertung der Befallsstärke in Bad Salzuflen 2006 - Kernvarianten

VG	PSM	19.7.	26.7.	31.7.	3.8.	10.8.	12.8.	17.8.	Cu kg/ha	Summe AUDPC	LSD P<0,05
1	Kontrolle								0	1309.75	A
2	Beratervariante	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	2.5	542.00	BC
3	Cuprozin fl.	0.25		0.25		0.38		0.625	1.5	818.00	C
4	SPU 1010	0.15		0.15		0.15		0.15	0.6	850.60	C
5	Cuprozin fl.	0.75		0.75		0.75		0.75	3.0	333.10	B
6	SPU 2690	0.45		0.45		0.45		0.45	1.8	436.10	B
7	Cuprozin fl.	0.5		0.5		0.5		0.5	2.0	342.35	B
8	Cuprozin fl.	0.25		0.25		0.25		0.25	1.0	650.25	C
9	Cuprozin fl.	0.5			0.5		0.5		1.5	503.75	B

Erste wenige befallene Blättern wurden in der Kontrolle am 31.07. festgestellt. Am 03.08. waren die ersten deutlichen Symptome erkennbar. Bis zur Bonitur am 10.08. war ein geringer Befallsanstieg in den Parzellen zu beobachten (Abb. 32).

Erst ab diesem Zeitpunkt setzte eine starke Befallsprogression ein und es zeigte sich eine unterschiedliche Befallsentwicklung in Abhängigkeit von der Behandlung. Die Bonitur am 17.08. zeigte, dass die beste Krautfäulewirkung mit der Variante 5 (4 x 0,75kg Cu/ha Cuprozin fl.) erzielt wurde. In dieser Variante wurden die zulässigen

3kg Cu/ha voll ausgeschöpft. Das Versuchsglied 7 zeigte mit den bis dahin eingesetzten 1,5kg Cu/ha vergleichbar gute Ergebnisse. Eine ebenfalls gute Wirkung auf den Blattbefall zeigten die Varianten 6 und 9. Eine schwächere Wirkung auf den Befall zeigten die Varianten 2, 3, 4 und 8, wobei hier immer noch eine deutliche Befallsreduzierung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle bestand. Die abschließende Bonitur am 23.08. zeigte, dass die besten Behandlungsergebnisse durch die Beratervariante Nord (0,5kg Cu/ha wöchentlich) und die Variante 4 (0,75kg Cu/ha nach Prognose) erzielt wurden. Diese Varianten wiesen auch die höchsten Gesamtmengen an Kupfer auf.

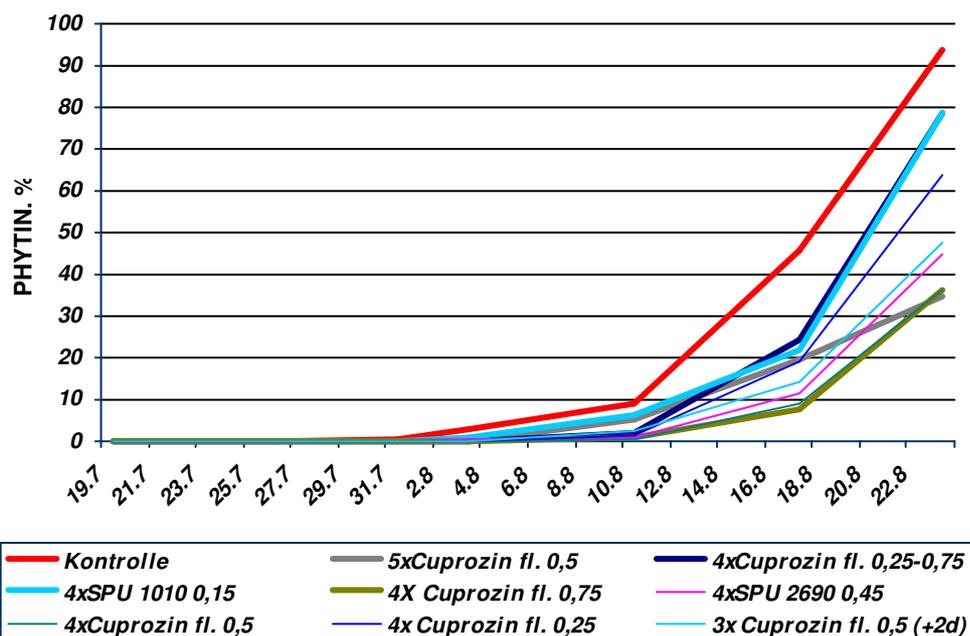


Abb. 32: Befallsverlauf Bad Salzuflen 2006 – Kernvarianten

Ein etwas geringerer aber dennoch guter Bekämpfungserfolg wurde mit dem Versuchspräparat SPU 2690 erzielt. Hier wurden mit den an den Infektionsdruck angepassten Applikationsintervallen lediglich 1,8kg Cu/ha ausgebracht. Vergleichbar gut und mit einer Gesamtkupfermenge von 1,5kg Cu/ha stellte sich die Variante 9 dar. Hier wurde Cuprozin fl. mit 0,5kg Cu/ha und einem um zwei Tage verlängerten Spritzabstand eingesetzt. Dies führte dazu, dass lediglich drei Applikationen durchgeführt werden mussten. Die Variante in der SPU 1010 eingesetzt wurde, konnte wie im Vorjahr nicht überzeugen. Ebenso zeigte sich die Variante 4, in der sowohl der Spritzabstand als auch die Aufwandmengen dem Infektionsdruck angepasst wurden, den übrigen Varianten unterlegen. Ausschlaggebend dafür scheinen die geringen Aufwandmengen von ca. 0,15kg Cu/ha pro Applikation zu sein.

Bei den Varianten mit wöchentlichem Applikationsintervall stand die Frage im Vordergrund, wie stark die Aufwandmengen gesenkt werden können, ohne übermäßige Wirkungsverluste hinnehmen zu müssen. Dargestellt sind nur die Ergebnisse des Standortes Bad Salzuflen, da keine Differenzierung der Varianten am Standort Barnstedt möglich war (Tab. 48).

Tab. 48: Aufwandmengen und Applikationstermine / Befallsstärke in Bad Salzuflen 2006 - Wöchentliche Behandlung

VG	PSM	19.7.	26.7.	3.8.	10.8.	17.8.	Cu kg/ha
1	Kontrolle						0
10	Cuprozin fl.	0.75	0.75	0.75	0.75		3.00
11	SPU 2690	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	2.25
12	SPU 1010	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.75
13	Cuprozin fl.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.25
14	SPU 2690	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.25
15	Cuprozin fl.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.75
16	SPU 2690	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.75

Für das Mittel Cuprozin fl. zeigten sich bis zur Bonitur am 17.08. kaum Unterschiede in den Aufwandmengen von 0,15 - 0,75kg Cu/ha (Abb. 33 + Tab. 49). Alle Varianten erzielten eine deutliche Befallsreduktion im Vergleich zur Kontrolle von bis zu 40%. Zur Abschlussbonitur wies die Variante mit 0,15kg Cu/ha einen höheren Befallsgrad als die Varianten 2, 10 und 15 auf. Dies bestätigt die Ergebnisse aus dem Jahre 2005. Dieser Unterschied konnte jedoch statistisch nicht abgesichert werden. Unter den gegebenen Bedingungen war es möglich, bei einer wöchentlichen Applikation von 0,25kg Cu/ha gute Bekämpfungserfolge zu erzielen. So ließ sich mit einer Gesamtkupfermenge von 1,25kg Cu/ha ein vergleichbar gutes Ergebnis erzielen wie mit einer Menge von 3kg Cu/ha, bei einer Reduktion der Kupfermenge von fast 60%.

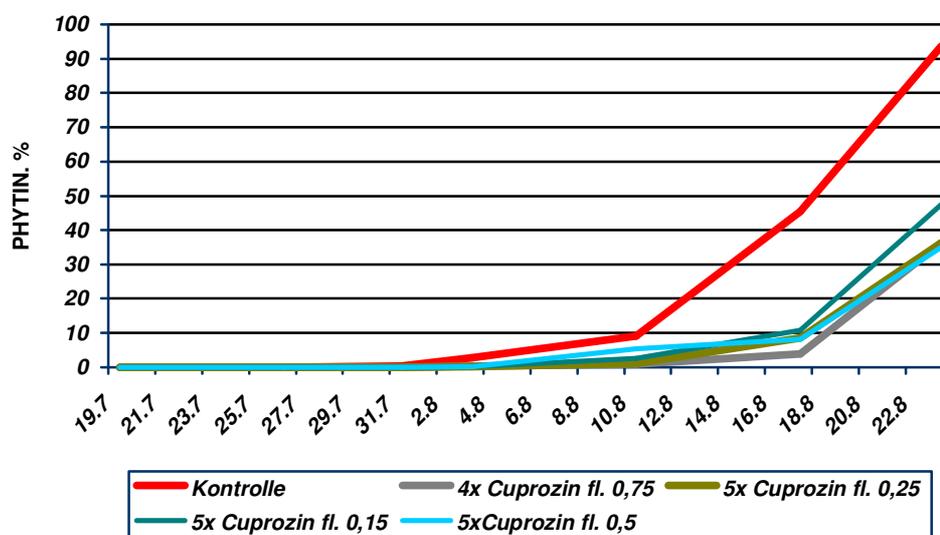


Abb. 33: Befallsverlauf Bad Salzuflen 2006 – Wöchentliche Behandlung

Tab.49: Statistische Berechnung der Varianten mit wöchentlicher Behandlung am Standort Bad Salzuflen 2006

VG	PSM	g Cu/ha	Summe kg Cu/ha	Summe AUDPC	LSD P<0,05
1	Kontrolle	0	0	1309,75	A
10	Cuprozin fl.	750	3,00	279,03	B
2	Beratervariante Nord	500	2,50	542,00	B
13	Cuprozin fl.	250	1,25	342,35	B
15	Cuprozin fl.	150	0,75	461,75	B

Die Ergebnisse des Produktes SPU 2690 zeigten kaum Unterschiede in den verschiedenen Aufwandmengen zu denen von Cuprozin fl. Auf eine ausführliche Darstellung wird deshalb verzichtet. Auch bei diesem Produkt war eine ausreichende Kontrolle der Krautfäule bei Aufwandmengen von 0,25kg Cu/ha möglich. Lediglich das Produkt SPU 1010 konnte wie in den Kernvarianten und den Versuchen aus dem Jahr 2005 keine überzeugende Krautfäulebekämpfung gewährleisten.

#### **Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Ahlum – Versuchsjahr 2006**

Weil am Standort Ahlum in Braunschweig in keiner Variante ein Krautfäulebefall festgestellt wurde und die Kartoffeln unabhängig von der Sorte früher als gewohnt abreifen, wurden lediglich zwei Applikationen pro Variante ausgebracht. Bis zur vollständigen Abreife konnte kein Befall mit Krautfäule festgestellt werden. Der Versuch einer künstlichen Inokulation am 27.07. zeigte ebenfalls keinen Erfolg. Durch die hohen Tagestemperaturen und die fehlenden Bewässerungsmöglichkeiten konnte keine Infektion sichergestellt werden.

#### **Wirkung von Kupferapplikationen auf den Ertrag und die Qualität**

Auf Grund des sehr späten Befalls wurden am Standort Barnstedt keine Auswirkungen der Kupferbehandlungen auf den Ertrag der Varianten erzielt (Abb. 34). Die durchschnittlichen Erträge lagen im Bereich von 236dt/ha. Auffällig und auf die ungünstigen Witterungsbedingungen zurückzuführen waren die starken Schwankungen der Erträge der einzelnen Parzellen.

Am Standort Bad Salzuflen wurden trotz signifikanter Unterschiede im Blattbefall, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten ermittelt (Abb. 35). Zwar zeigten die behandelten Versuchsglieder tendenziell höhere Erträge als die Kontrolle, dennoch hatte der späte Erstbefall keine Auswirkungen auf den Ertrag, da die Pflanzen auf Grund der ungünstigen Witterung in der Vegetationsperiode zu diesem Zeitpunkt die Ertragsbildung schon weitgehend abgeschlossen hatten.

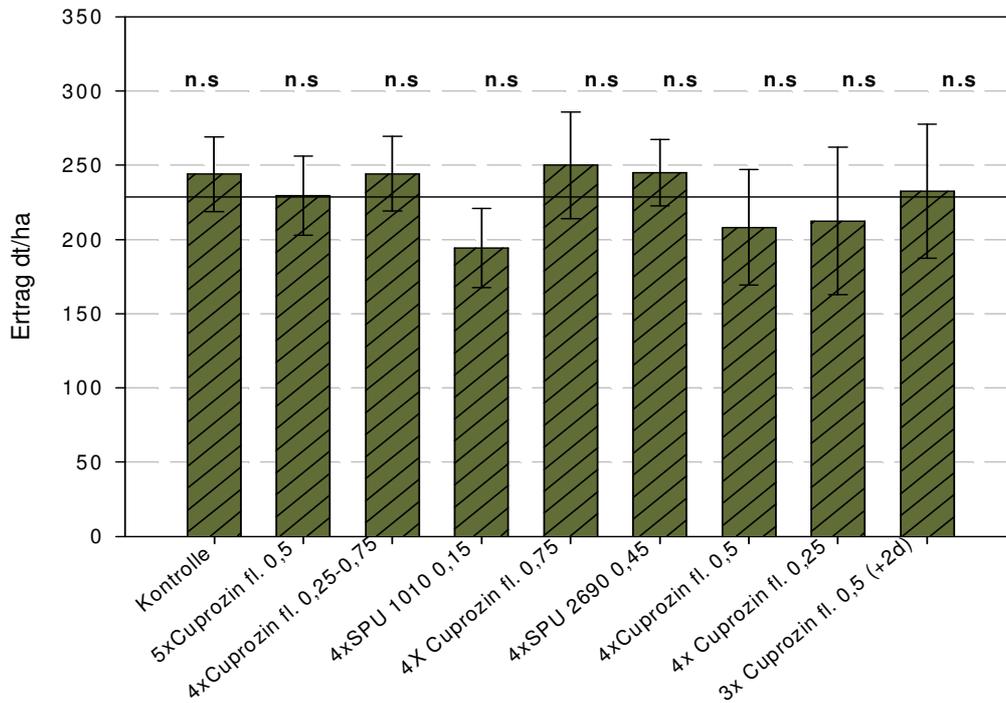


Abb. 34: Erträge der Kernvarianten am Standort Barnstedt 2006

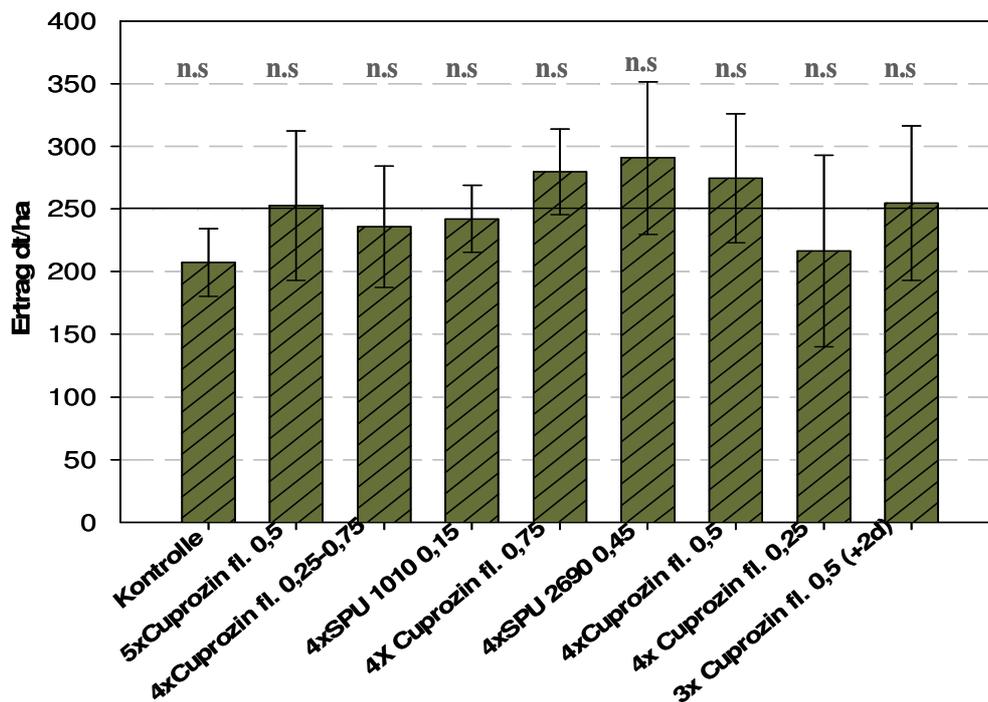


Abb. 35: Erträge der Kernvarianten am Standort Bad Salzuflen 2006

Wie bereits erwähnt, war der Krautfäulebefall 2006 kein ertragslimitierender Faktor. So unterschieden sich die Erträge der wöchentlich behandelten Varianten nicht statistisch signifikant von einander, wobei festzustellen ist, dass die behandelten Varianten einen tendenziell höheren Ertrag lieferten (Abb. 36).

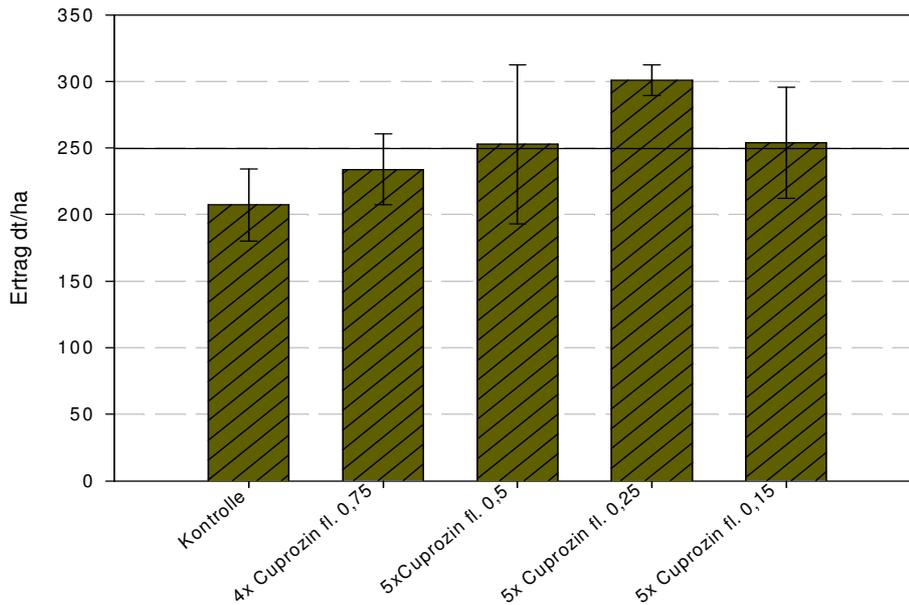


Abb. 36: Erträge der wöchentlich gespritzten Varianten am Standort Bad Salzuflen 2006

Am Standort Ahlum in Braunschweig zeigte die Ernte, auf Grund des fehlenden Infektionsdrucks, erwartungsgemäß keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten (Abb. 37). Selbst Sortenunterschiede, die auf Grund der unterschiedlichen Reifegruppen anzunehmen waren, konnten unter den Umweltbedingungen im Jahr 2006 nicht absicherbar nachgewiesen werden. Es zeichnete sich ein tendenziell geringerer Ertrag marktfähiger Ware bei der sehr frühen Sorte Finka und der mittelfrühen Sorte Princess ab.

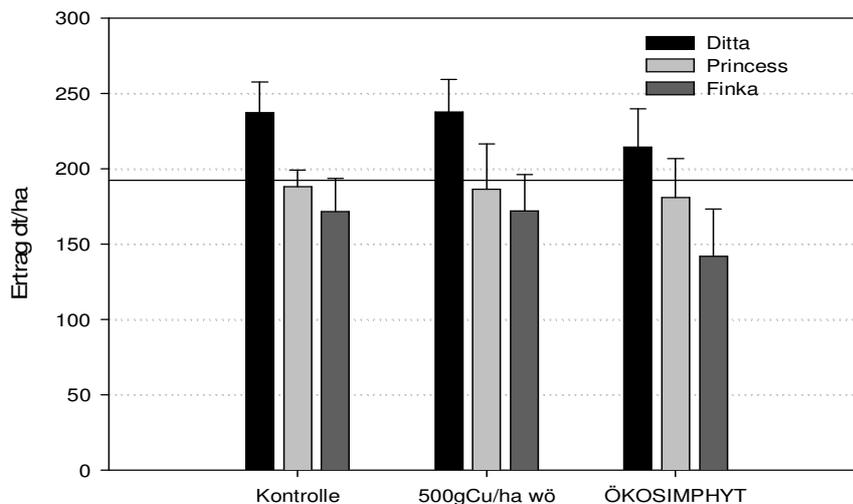


Abb. 37: Erträge der Sortenversuche in Abhängigkeit von der Aufwandmenge am Standort Ahlum Braunschweig 2006

## Dauerwirkung von Kupfer - Versuchsjahr 2006

Unter den Varianten, die zur Untersuchung der Dauerwirkung mit in das Versuchsprogramm aufgenommen wurden, zeigten die Versuchsglieder in denen Cuprozin fl. mit einer Aufwandmenge von 0,75kg Cu/ha eingesetzt wurden die deutlichsten Differenzierungen (Tab. 50 + Abb. 38). Die ermittelten Befallswerte zeigen, dass jede zusätzliche Behandlung von Cuprozin fl. den Befall mit *P. infestans* reduzierte. Die Bonitur am 10.08. zeigte noch keine Differenzierungen zwischen den Varianten. Das Befallsniveau der Varianten 18, 19, 20 und 21 bewegte sich im Bereich zwischen 1 – 3%. Zu diesem Zeitpunkt konnte in der Kontrolle bereits 9% Befall festgestellt werden, so dass selbst die Variante 18 (1 x Cuprozin fl. 0,75kg Cu/ha), die am 19.07. appliziert wurde, noch eine tendenzielle Wirkung auf den Befall aufwies. Durch die Bonitur am 17.08. waren erste Differenzierungen zwischen den Varianten möglich. Hier zeigte sich, dass die besten Bekämpfungserfolge durch die 3 bzw. 4malige Applikation von Cuprozin fl. erreicht wurden. Hier konnte der Befall im Mittel unter 10% gehalten werden, während die Kontrolle ca. 50% Befall aufwies. Im Falle der Variante 20 erfolgte die letzte Behandlung 14 Tage vor der Bonitur. Auch in der Variante 19, deren letzte Applikation am 26.07. durchgeführt wurde, konnte noch ein deutlicher Behandlungserfolg nachgewiesen werden. Es wurde der Befall im Vergleich zur Kontrolle um ca. 20% reduziert. Die Variante 18, in der lediglich eine Applikation am 19.07. erfolgte, zeigte hingegen nur noch eine vergleichsweise geringe Reduktion der Befallsstärke. Dennoch waren auch noch immer Effekte der Kupferapplikation ersichtlich. Die statistische Auswertung der Fläche unter der Befallskurve zeigt, dass mit Ausnahme der Variante 18, jedes Versuchsglied einen signifikanten Einfluss auf den Befallsverlauf von *P. infestans* hatte (Tab.51).

Tab. 50: Cu-Applikationen und Statistische Auswertung der Befallsstärke in Bad Salzuflen 2006

VG	PSM	19.7.	26.7.	3.8.	10.8.	Cu kg/ha	Summe AUDPC	LSD P<0,05
1	Kontrolle					0	1309,75	A
18	Cuprozin fl.	0.75				0,75	1065,25	AB
19	Cuprozin fl.	0.75	0.75			1,5	862,25	B
20	Cuprozin fl.	0.75	0.75	0.75		2,25	458,35	C
21	Cuprozin fl.	0.75	0.75	0.75	0.75	3	279,02	C

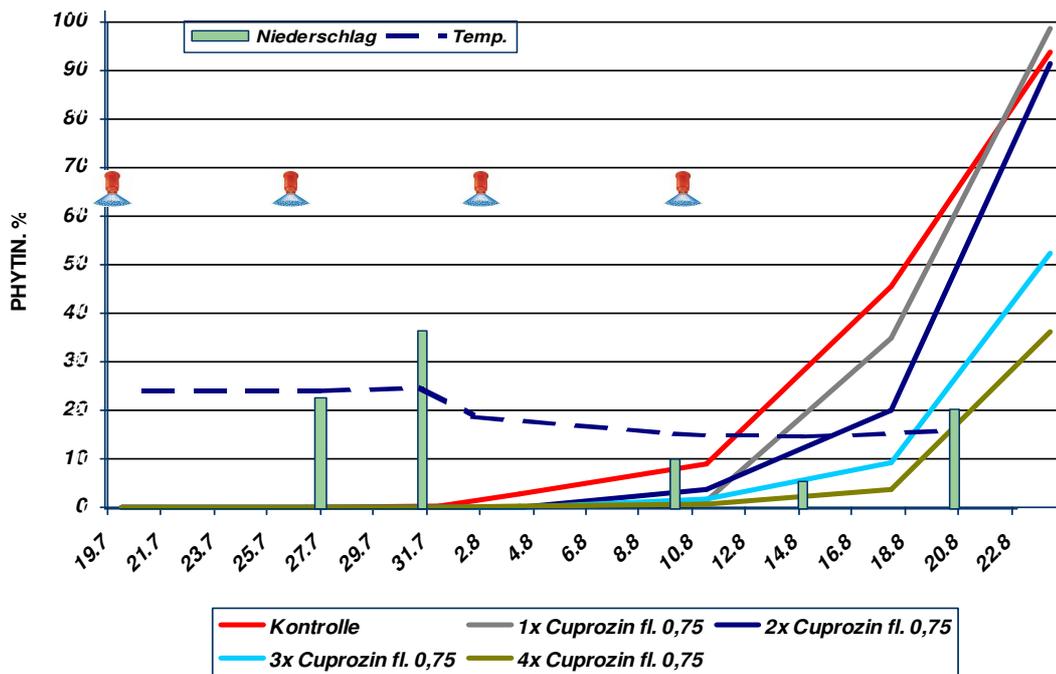


Abb. 38: Befallsverlauf in Abhängigkeit von der Anzahl der Applikationen am Standort Bad Salzuflen 2006

Die Varianten 20 und 10 zeigten hier die besten Bekämpfungserfolge. Legt man die Befallskurve der Kontrolle als Epidemieverlauf zu Grunde, wird in Anbetracht der Witterung deutlich, dass der erste Anstieg der Krautfäule in der Zeit vom 29.07. bis zum 02.08. begonnen hatte. Die Progressionsphase konnte anhand der Bonituren nach dem 10.08. festgestellt werden. Die Varianten 20 und 10 zeigen, dass eine Applikation vor der progressiven Phase die deutlichsten Effekte auf die Krautfäulepidemie hatte. Die Varianten in denen das Prognosemodell die Termine vorgab, wurden am 10.08. behandelt. Auch hier zeigten sich gute Bekämpfungserfolge. Dies zeigt, dass durch ÖKO-SIMPHYT der Kupfereinsatz sehr zielgerichtet durchgeführt werden kann.

### Haftmittel NU-Film-P - Versuchsjahr 2006

Im Jahr 2006 wurden erstmals Versuche mit dem Haftmittel NU-Film-P durchgeführt. Dieses auf Kiefernölderivaten basierende Präparat soll die Haftung von der Kupfer-Wasser-Spritzbrühe durch Herabsetzen der Oberflächenspannung verbessern und so eine bessere Regenfestigkeit gewähren. In den Varianten 17 und 33 wurde das Haftmittel in Kombination mit Cuprozin fl. (0,5kg Cu/ha) bei wöchentlichem Spritzabstand eingesetzt. In der Variante 33 wurde der Spritzabstand ab der Blüte auf 14 Tage erhöht um eine eventuelle Wirkungsverlängerung durch NU-Film-P zu bestätigen. Variante 32 (Cuprozin fl. 0,5kg Cu/ha) diente als Vergleichsvariante. Die Varianten unterschieden sich im Verlaufe der Vegetation nur geringfügig. Im Vergleich zur Kontrolle zeigte jede Behandlung eine signifikante Befallsreduzierung.

Durch den Zusatz von NU-Film-P wurde keine Wirkungsverbesserung festgestellt (Abb. 39 + Tab. 51). Ein Wirkungsverlust war ebenfalls nicht feststellbar. Die Varianten 32 und 33, bei denen der Spritzabstand ab der Blüte auf 14 Tage erhöht wurde, zeigten ebenfalls keine signifikant schlechtere Wirkung auf den Blattbefall als die wöchentliche Applikation. Dies bestätigt die Erkenntnisse, die in den Kernvarianten gewonnen werden konnten. Auf Grund der niedrigen Infektionsbedingungen und den im Allgemeinen geringen Niederschlägen im Juni und Juli, konnte eine deutliche Verbesserung der Regenfestigkeit durch den Zusatzstoff NU-Film-P nicht festgestellt werden

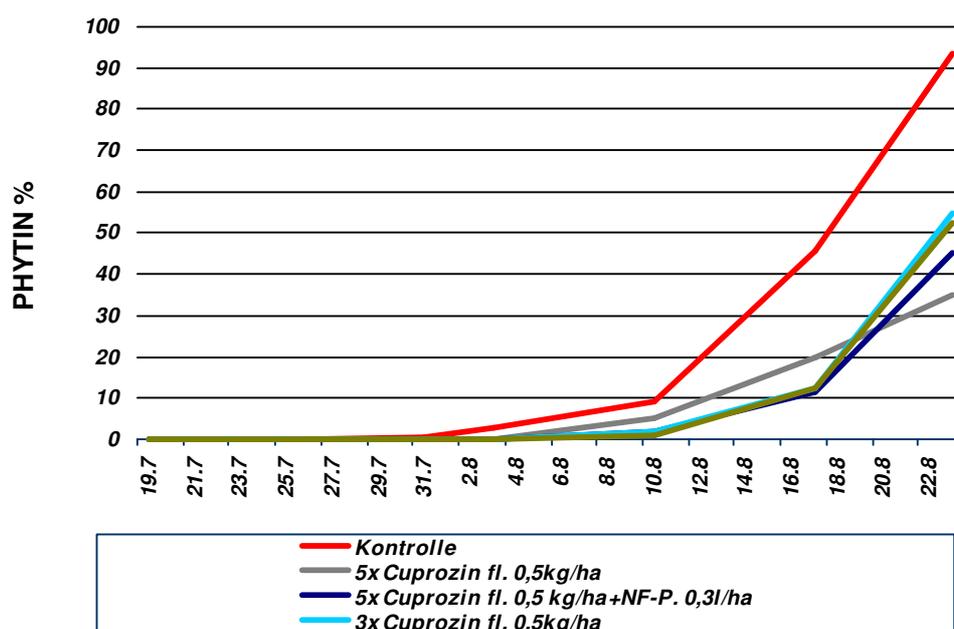


Abb. 39: Befallsverlauf unter Einsatz von NuFilm-P am Standort Bad Salzuflen 2006

Tab. 51: Statistische Berechnung der Varianten mit Nu-Film-P am Standort Bad Salzuflen 2006

VG	PSM	Kg Cu/ha	Summe kg Cu/ha	Summe AUDPC	LSD P<0,05
1	Kontrolle	0	0	1309,75	A
2	Beratervariante Nord	0.5	2,50	542,0	B
17	Cuprozin fl. + NuFilm-P	0,5 + 0,3	2.50	584,25	B
32	Cuprozin fl. + NuFilm-P	0.5 + 0,3	1,50	493,6	B
33	Cuprozin fl.	0.5	1,50	517,25	B

Auf die Darstellung der Ertragsergebnisse wird an dieser Stelle verzichtet, da sich wiederum keine signifikanten Unterschiede ergaben.

## Kupferminimierungsstrategien - Versuchsjahr 2007

### Ergebnisse der Feldversuche in Bayern (LfL) - Versuchsjahr 2007

Der Winter 2006/2007 war in Bayern überdurchschnittlich warm (im Mittel 4 Grad wärmer). Dadurch überdauerte der Großteil der Kartoffelknollen, welche aufgrund der geringen Größe (verursacht durch starken Zwiewuchs und Kindbildung 2006) nach der Ernte 2006 auf den Feldern verblieben waren, die milden Wintermonate und konnte im ebenfalls sehr milden Frühjahr in großer Zahl als Durchwuchskartoffeln außerhalb der Kartoffelschläge austreiben. Hierdurch entstand ein hoher Inokulumspool, von dem aus eine rasche Ausbreitung der Phytophthora-Infektionen auf die Felder stattfinden konnte. Durch überdurchschnittliche Niederschlagsmengen im Mai kam es in den Schlägen zwei bis drei Wochen früher zu Phytophthora-Infektionen als sonst üblich. Aufgrund des starken Krautfäuledrucks von außen traten sowohl Stängelbefall (Primärbefall) als auch Blattinfektionen gleichzeitig auf.

### Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall

#### Standort Schmiechen - Versuchsjahr 2007

Am Standort Schmiechen wurde der Spritzstart für den 27. Juni errechnet, etwa 6 Wochen nach dem Auflauffermin. Der erste Blattbefall wurde dann eine Woche später am 03. Juli beobachtet (Abb. 40). Das Modell errechnete den Spritzstart demzufolge sehr treffsicher, so dass keine unnötigen Spritzungen vorgenommen werden mussten.

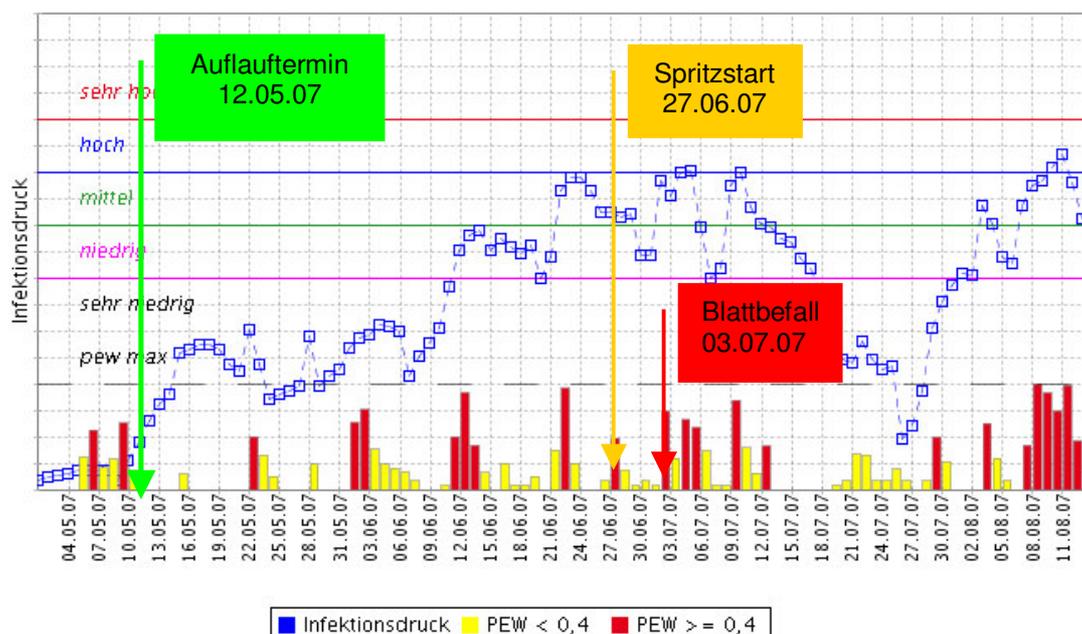


Abb. 40: Auflauf, Spritzstart und Infektionsdruckverlauf nach SIMPHYT 1 + 3 am Standort Schmiechen 2007

Die Spitzmittelapplikationen wurden nach Simphyt 3 berechnet und sind in Tab. 52 dargestellt. Beim variablen Spritzabstand kam es zu keiner nennenswerten terminlichen Abweichung vom „starren“ Spritzabstand.

Tab. 52: Übersicht der Spritzmittelapplikationen in Schmiechen 2007 (X: Applikation)

VG	PSM	Applikationsdatum				Σ Cu g/ha
		29.06.	08.07.	14.07.	25.07.	
2	Cuprozin fl. variabel	500g/ha	625g/ha	375g/ha	250g/ha	1750
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	X	X	X	X	3000
4	Cuprozin f. 500g/ha Cu	X	X	X	X	2000
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	X	X	X	X	1000
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	X	X	X	X	630
7	SPU 2690 450g/ha Cu	X	X	X	X	1800
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	X	X	X	X	2000
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu DF-Düsen	X	X	X	X	2000
variabler Spritzabstand		<b>29.06.</b>	<b>8.07.</b>	<b>14.07.</b>	<b>25.07.</b>	
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	X	X	X	X	2000

Alle Spritzvarianten erzielten im Vergleich zur Kontrolle vergleichbar gute Ergebnisse bei der Reduktion der Befallsstärke am Blatt. Ausnahmen stellen die Varianten 6 und 9 dar. Diese führten nur zu einer geringen, gegenüber der Kontrolle statistisch nicht absicherbaren Reduktion der Befallsstärke (Tab. 53).

Tab. 53: Blattbefall (BS %) an der Sorte Nicola (Kupferapplikationsversuch Schmiechen)

VG	PSM	Boniturdatum			
		3.07.	10.07.	17.07.	24.07.
1	Kontrolle	1 a	6 a	26 a	31 a
2	Cuprozin fl. variabel	3 a	6 a	19 ab	20 b
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	1 a	3 a	12 b	15 b
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	0 a	3 a	17 ab	18 b
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	1 a	4 a	16 b	18 b
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	1 a	4 a	19 ab	22 ab
7	SPU 2690 450g/ha Cu	4 a	5 a	17 ab	18 b
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	1 a	5 a	18 ab	20 b
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	2 a	6 a	18 ab	22 ab
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	1 a	4 a	14 b	16 b

Beim Stängelbefall erwies sich die Variante 7 als am effektivsten (Tab. 54)

Tab. 54: Stängelbefall (BH %) an der Sorte Nicola (Kupferapplikationsversuch Schmiechen)

VG	PSM	Boniturdatum			
		3.07.	10.07.	17.07.	24.07.
1	Kontrolle	3 a	13 a	70a	79 ab
2	Cuprozin fl. variabel	7 a	24 a	68 a	79 ab
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	2 a	13 a	53 ab	73 abc
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	1 a	7 a	40 b	64 bc
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	1 a	15 a	56 ab	72 abc
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	2 a	15 a	60 ab	69 abc
7	SPU 2690 450g/ha Cu	4 a	26 a	53 ab	58 c
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	4 a	26 a	54 ab	70 abc
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	4 a	29 a	67 a	83 a
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	2 a	20 a	60 ab	65 abc

Alle getesteten Fungizidstrategien führten zu einer deutlichen Reduktion von nekrotisierter Blattfläche (Tab. 55), das heißt mit allen Varianten konnte der Bestand länger grün gehalten werden. Am effektivsten war hierbei die Variante 3. Es kam jedoch am Standort Schmiechen zu massivem Blatt- und Pflanzenverlust auf Grund von Skelletierfraß verursacht durch einen extremen Kartoffelkäferbefall. Aus diesem Grund wurde hier auf die Ertragerhebung verzichtet.

Tab. 55: Chlorosen/Nekrosen (BS %) an der Sorte Nicola (Kupferapplikationsversuch Schmiechen)

VG	PSM	Boniturdatum		
		17.07.	24.07.	31.07.
1	Kontrolle	30 a	31 a	80 a
2	Cuprozin fl. variabel	21 ab	24 ab	64 bc
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	20 b	18 b	53 d
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	19 b	18 b	56 cd
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	21 ab	20 b	68 bc
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	23 ab	21 b	64 bc
7	SPU 2690 450g/ha Cu	18 b	24 ab	59 bcd
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	18 b	19 b	56 cd
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	21 ab	26 ab	61 bcd
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	18 b	20 b	55 cd

## Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Straßmoos – Versuchsjahr 2007

Am Standort Straßmoos wurde der Spritzstart für den 14. Juni errechnet, weniger als einen Monat nach dem Auflauftermin. Der erste Blattbefall wurde dann drei Woche später am 02. Juli beobachtet (Abb. 41). Die Spitzmittelapplikationen wurden nach Simphyt 3 berechnet und sind in Tab. 56 dargestellt.

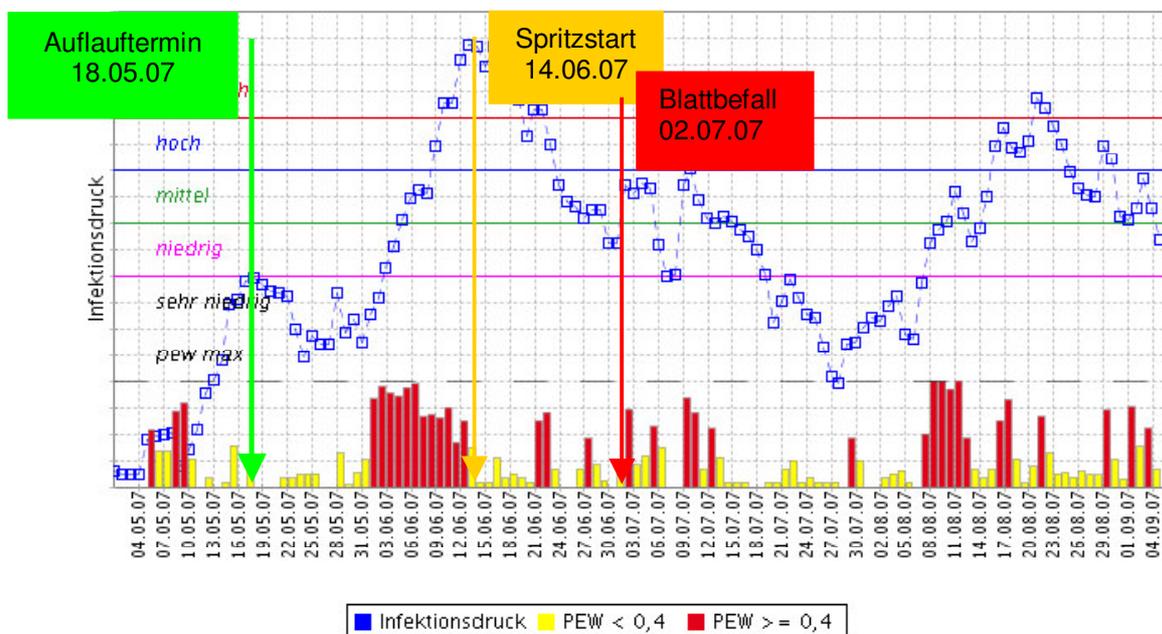


Abb. 41: Auflauf, Spritzstart und Infektionsdruckverlauf nach SIMPHYT 1 + 3 am Standort Straßmoos 2007

Tab. 56: Übersicht der Spritzmittelapplikationen in Straßmoos 2007 (X: Applikation)

VG	PSM	Applikationsdatum						Σ Cu g/ha
		14.06.	18.06.	25.06.	09.07.	16.07.	25.07.	
2	Cuprozin fl. variabel	750g/ha	750g/ha	500g/ha	250g/ha	250g/ha	500g/ha	3000
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	X	X	X	X			3000
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	X	X	X	X	X	X	3000
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	X	X	X	X	X	X	1743
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	X	X	X	X	X	X	1102,5
7	SPU 2690 450g/ha Cu	X	X	X	X	X	X	3000
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	X	X	X	X	X	X	3000
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	X	X	X	X	X	X	3000
variabler Spritzabstand		14.06.	25.06.	09.07.	19.07.	30.07.		
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	X	X	X	X	X		3000

Am Standort Straßmoos führten alle Spritzvarianten zu einer signifikanten Reduktion der Befallsstärke am Blatt. Am effektivsten erwiesen sich hierbei die Varianten 3, 8 und 10 (Tab. 57). Den geringsten Effekt hatte die Applikation von SPU 1010 sowie die Variante 4. Ein signifikanter Effekt auf die Befallshäufigkeit trat jeweils an einem Boniturtermin bei der Anwendung von NU-FilmP und bei VG 4 auf (Tab. 58).

Tab. 57: Blattbefall (BS %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Straßmoos)

VG	PSM	Boniturdatum			
		02.07.	09.07.	16.07.	23.07.
1	Kontrolle	4 a	43 a	45 a	51 a
2	Cuprozin fl. variabel	1 b	2 c	9 b	21 bc
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	1 b	2 c	10 b	16 c
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	2 ab	7 bc	24 b	33 b
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	1 b	9 bc	19 b	24 bc
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	2 b	13 b	24 b	32 b
7	SPU 2690 450g/ha Cu	2 b	7 bc	15 b	23 bc
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	1 b	3 c	15 b	21 bc
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	1 b	3 c	16 b	18 c
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	2 ab	6 bc	13 b	19 c

Tab. 58: Blattbefall (BH %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Straßmoos)

VG	PSM	Boniturdatum		
		02.07.	09.07.	16.07.
1	Kontrolle	76 a	100 a	100
2	Cuprozin fl. variabel	67 ab	87 ab	100
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	54 ab	87 ab	100
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	34 b	94 ab	100
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	62 ab	93 ab	100
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	41 ab	99 ab	100
7	SPU 2690 450g/ha Cu	58 ab	97 ab	100
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	54 ab	84 b	100
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	59 ab	94 ab	100
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	68 ab	94 ab	100

Beim Stängelbefall zeigte sich, dass alle Spritzvarianten eine Reduktion der Befallshäufigkeit bewirkten (Tab. 59). Die signifikant größte Reduktion erreichten die Varianten 2 und 3.

Tab. 59: Stängelbefall (BH %) an der Ditta in Abhängigkeit vom Versuchsglied (Kupferapplikationsversuch Straßmoos)

VG	PSM	Boniturdatum		
		02.07.	09.07.	16.07.
1	Kontrolle	10 a	22 a	90 a
2	Cuprozin fl. variabel	14 a	3 a	49 c
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	10 a	5 a	40 c
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	8 a	5 a	78 ab
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	18 a	4 a	67 bc
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	9 a	6 ab	67 bc
7	SPU 2690 450g/ha Cu	16 a	4 a	69 bc
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	15 a	4 a	69 bc
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	19 a	2 a	57 bc
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	15 a	10 ab	59 bc

Alle getesteten Fungizidstrategien führten zu einer Reduktion der Nekrosen (Tab. 60). Das heißt, mit allen Varianten konnte der Bestand länger grün gehalten werden. Am effektivsten waren hierbei die Varianten 2, 7, 9 und 10. Die Knollen in Straßmoos wiesen in Bezug auf den Stärkegehalt jedoch keine statistisch signifikanten Unterschiede untereinander auf. Der Ertrag war nur bei der Variante 9 (Applikation mit Spezialdüsen) signifikant erhöht.

Tab. 60: Chlorosen/Nekrosen (BS %) und Ertrag an der Ditta in Abhängigkeit vom Versuchsglied (Kupferapplikationsversuch Straßmoos)

VG	PSM	Boniturdatum			Ertrag	
		16.07.	23.07.	30.07.	Ertrag rel. (%)	Stärke (%)
1	Kontrolle	59 a	65 a	83 a	429dt/ha = 100 a	11,0 a
2	Cuprozin fl. variabel	20 bc	34 d	49 b	115 ab	12,3 a
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	19 c	34 d	49 b	113 ab	12,2 a
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	26 bc	44 bcd	58 b	115 ab	11,8 a
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	30 bc	46 bc	64 b	113 ab	11,6 a
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	34 b	49 b	64 b	108 ab	11,9 a
7	SPU 2690 450g/ha Cu	23 bc	36 cd	53 b	116 ab	11,9 a
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	25 bc	35 cd	55 b	111 ab	12,1 a
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	29 bc	40 bcd	59 b	118 b	12,0 a
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	24 bc	41 bcd	58 b	109 ab	11,3 a

## Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall

### Standort Puch – Versuchsjahr 2007

Am Standort Puch wurde der Spritzstart für den 27. Juli errechnet, ungefähr einen Monat nach dem Auflauftermin. Der erste Blattbefall wurde einen Tag zuvor, am 26. Juli beobachtet (Abb. 42).

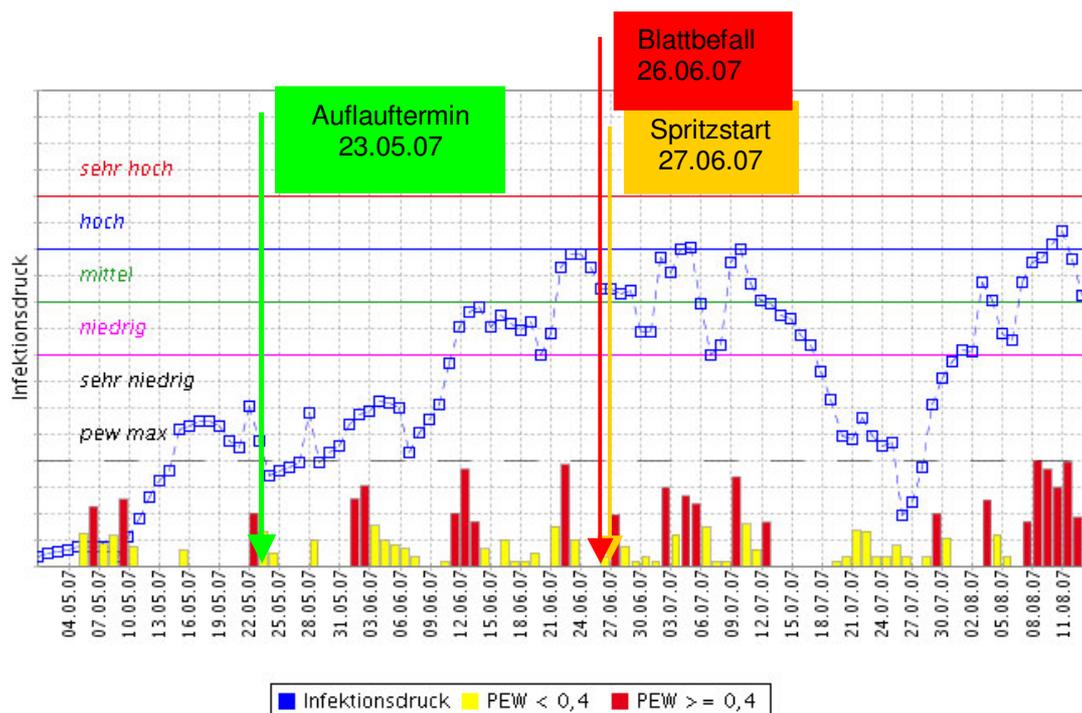


Abb. 42: Auflauf, Spritzstart und Infektionsdruckverlauf nach SIMPHYT 1 + 3 am Standort Puch 2007

Die Spritzmittelapplikationen (berechnet nach Simphyt 3) sind in Tab. 61 dargestellt.

Tab. 61: Übersicht der Spritzmittelapplikationen in Puch 2007.

VG	PSM	Applikationsdatum					Σ Cu g/ha
		21. 06.	29. 06.	06. 07.	13. 07.	24. 07.	
2	Cuprozin fl. variabel	750g/ha	500g/ha	625g/ha	500g/ha	250g/ha	2625
3	Cuprozin fl. 750g/ha	X	X	X	X		3000
4	Cuprozin fl. 500g/ha	X	X	X	X	X	2500
5	Cuprozin fl. 250g/ha	X	X	X	X	X	1250
6	SPU 1010 157,5g/ha	X	X	X	X	X	787,5
7	SPU 2690 450g/ha	X	X	X	X	X	2250
8	Cuprozin fl. 500g/ha + Nu-Film-P	X	X	X	X	X	2500
9	Cuprozin fl. 500g/ha DF-Düsen	X	X	X	X	X	2500
	variabler Spitzabstand	<b>31.06.</b>	<b>29. 06.</b>	<b>06. 07.</b>	<b>17. 07.</b>	<b>31. 07.</b>	
10	Cuprozin fl. längerer Spritzabstand	X	X	X	X	X	2500

Die Versuche in Puch ergaben, dass alle Spritzvarianten eine Reduktion der Befallsstärke am Blatt zur Folge hatten (Tab. 62). Bei der Befallshäufigkeit kam es nur durch die Variante 9 (Applikation mit Spezialdüsen) zu einer signifikanten Reduktion. Die restlichen Varianten wiesen nur eine geringfügige Reduktion auf (Tab. 63).

Tab. 62: Blattbefall (BS %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Puch)

VG	PSM	Boniturdatum			
		03.07.	10.07.	17.07.	24.07.
1	Kontrolle	3 a	17 a	21 a	18 a
2	Cuprozin fl. variabel	1 ab	4 b	6 c	7 bc
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	1 ab	4 b	7 c	5 cd
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	1 ab	10 ab	9 bc	9 b
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	1 ab	5 b	11 b	7 bc
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	1 ab	5 b	11 b	6 cd
7	SPU 2690 450g/ha Cu	1 ab	5 b	9 bc	4 d
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	1 ab	7 b	8 bc	6 bcd
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	0 b	3 b	7 c	5 cd
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	1 ab	4 b	6 c	5 cd

Tab. 63: Blattbefall (BH %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Puch)

VG	PSM	Boniturdatum		
		26.06.	03.07.	10.07.
1	Kontrolle	6 a	60 a	99 a
2	Cuprozin fl. variabel	5 a	28 ab	92 ab
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	6 a	42 ab	92 ab
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	8 a	37 ab	89 ab
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	3 a	48 ab	92 ab
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	10 a	60 ab	93 ab
7	SPU 2690 450g/ha Cu	6 a	41 ab	95 ab
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	9 a	41 ab	92 ab
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	2 a	26 b	81 b
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	2 a	54 ab	87 ab

Beim Stängelbefall resultierte die Spritzvariante 2 in der signifikant größten Reduktion der Befallshäufigkeit. Die Varianten 5 und 8 unterschieden sich hingegen statistisch nicht von der Kontrolle (Tab. 64).

Tab. 64: Stängelbefall (BH %) an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Puch)

VG	PSM	Boniturdatum			
		03.07.	10.07.	17.07.	24.07.
1	Kontrolle	8 a	25 ab	18 ab	65 a
2	Cuprozin fl. variabel	6 ab	19 abcd	11 b	24 c
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	7 a	13 abcd	11 b	42 bc
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	4 ab	34 a	32 a	32 bc
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	5 ab	8 cd	9 b	44 abc
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	7 a	6 d	10 b	37 bc
7	SPU 2690 450g/ha Cu	4 ab	9 bcd	9 b	37 bc
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	3 ab	26 abcd	25 ab	52 ab
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	1 b	8 cd	18 ab	31 bc
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	2 ab	5 d	12 ab	36 bc

Alle getesteten Fungizidstrategien führten zu einer Reduktion nekrotisierter Blattfläche (Tab. 65). Mit allen Varianten konnte der Bestand länger grün gehalten werden. Am effektivsten waren hierbei die Varianten 3 und 4. Dennoch kam es zu keinen signifikanten Unterschieden beim Ertrag oder der Qualität.

Tab. 65: Chlorosen/Nekrosen (BS %) und Ertrag an der Sorte Ditta (Kupferapplikationsversuch Puch)

VG	PSM	Boniturdatum			Ertrag	
		17.07.	24.07.	31.07.	Ertrag rel. (%)	Stärke (%)
1	Kontrolle	50 a	29 a	94 a	319dt/ha = 100 a	11,1 a
2	Cuprozin fl. variabel	14 d	24 c	71 bcd	108 a	11,3 a
3	Cuprozin fl. 750g/ha Cu	14 d	23 c	65 d	107 a	11,5 a
4	Cuprozin fl. 500g/ha Cu	16 cd	28 bc	68 cd	101 a	11,4 a
5	Cuprozin fl. 250g/ha Cu	25 b	36 b	79 b	105 a	11,4 a
6	SPU 1010 157,5g/ha Cu	21 bc	36 b	79 b	100 a	11,9 a
7	SPU 2690 450g/ha Cu	18 cd	30 bc	78 bcd	109 a	12,1 a
8	Cuprozin fl. 500g/ha Cu + Nu-Film-P	18 cd	30 bc	75 bcd	104 a	11,2 a
9	Cuprozin fl. 500g/ha Cu mit DF-Düsen	15 cd	28 bc	73 bcd	107 a	11,5 a
10	Cuprozin fl. 500g/ha Cu längerer Spritzabstand	16 cd	26 bc	73 bcd	113 a	11,5 a

## Ergebnisse der Feldversuche der BBA – Versuchsjahr 2007

Das Legen der Kartoffeln konnte im April auf allen Versuchsstandorten unter optimalen Bedingungen durchgeführt werden. Die hohen Bodentemperaturen sorgten für ein zügiges Auflaufen und eine schnelle Jugendentwicklung. Bei frühen Legeterminen und frühen Sorten war auf Grund der hohen Temperaturen ein etwas geringerer Knollenansatz zu verzeichnen.

### Berechnung von Spritzstart und Infektionsdruckverlauf

Am Versuchsstandort Barnstedt setzte Anfang Mai eine längere Niederschlagsperiode ein. Zu Pfingsten kam es zu ergiebigen Niederschlägen, so dass im Monat Mai fast 20% des mittleren Jahresniederschlags für diesen Standort gefallen sind. Auch die Monate Juni, Juli und August waren durch überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmengen und Lufttemperaturen gekennzeichnet. Für die Sorte Ditta (Auflauf: 12.5.) wurde der Spritzstart für den 13. Juni errechnet. Zu diesem Zeitpunkt konnte bereits ein Befall in den Versuchsflächen bonitiert werden. Auf Grund der Witterungsverhältnisse an der Wetterstation Wendisch Evern berechnete das Prognosemodell SIMPHYT 3 den in Abbildung 48 angegebenen Infektionsdruckverlauf (Abb. 43). Mit Einsetzen der Niederschläge im Mai stieg der Infektionsdruck (ID) rapide an und erreichte frühzeitig ein sehr hohes Niveau. Nach dem berechneten Spritzstart wurde auf Grund der anhaltend schwül-warmen Witterung und weiteren Niederschlägen weiterhin dieses hohe Niveau berechnet. Erst Ende Juli konnte ein Abfall von dem hohen bis sehr hohen Niveau beobachtet werden. Zu diesem Zeitpunkt waren die Bestände schon vollständig durch die Kraut- und Knollenfäule zerstört.

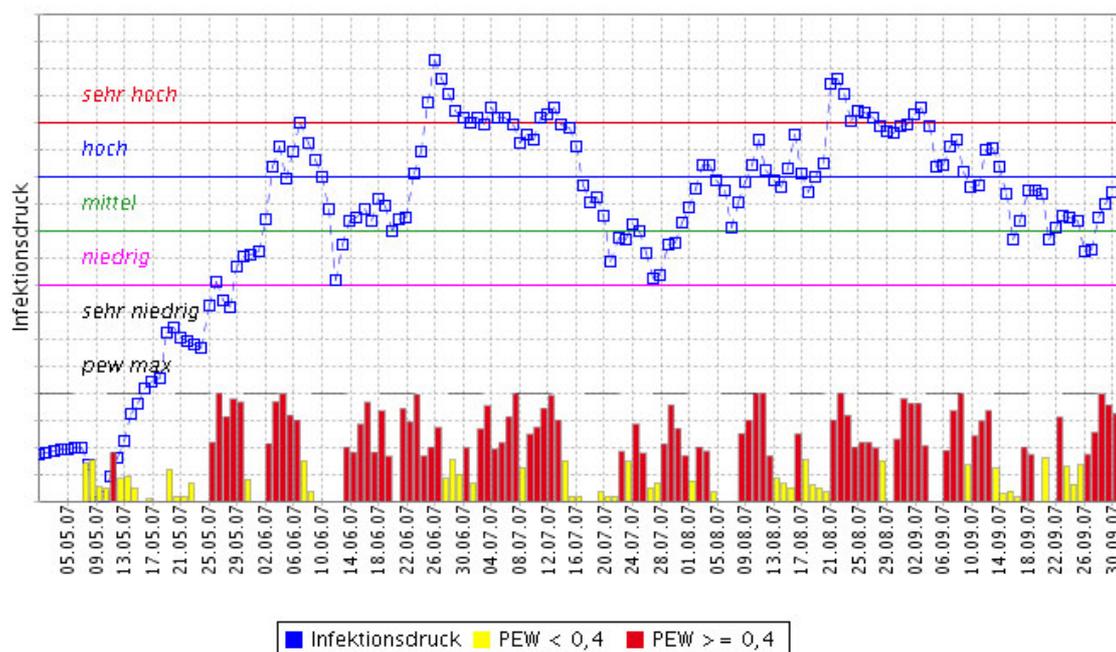


Abb. 43: Infektionsdruck nach SIMPHYT 3. Wetterstation Wendisch Evern 2007

Die Daten und Ergebnisse vom Versuchsstandort Barnstedt sind im Jahr 2007 nur eingeschränkt verwertbar, da hier der gesamte Versuch am 13. Juni von einem Lohnunternehmer versehentlich mit 400g Cu/ha behandelt worden ist. Daraus folgte, dass der Versuch über keine unbehandelte Kontrolle verfügte. In Absprache mit den übrigen Projektteilnehmern wurde aber der Versuch weitergeführt, da zum einen alle Varianten die gleiche Behandlung erfahren hatten und zum anderen dennoch mögliche Unterschiede durch die Anpassung der Spritzabstände und der Aufwandmengen in den folgenden Behandlungen ergründet werden sollten. Die zweite planmäßige Behandlungsmaßnahme musste auf Grund von Niederschlägen um 3 Tage verschoben werden. Unter der Berücksichtigung dieser ungewollten Applikation wurden die Kernvarianten (1-9), wie in Tabelle 66 angegeben, behandelt.

Tab. 66: Applikationen Barnstedt. Kernvarianten 2007

VG	PSM	13.6.	20.6.	30.6.	4.7.	9.7.	Cu kg/ha
1	Kontrolle	0.40					0
2	Beratervariante Nord	0.40	0.50	0.50	0.50	0.50	2.40
3	Cuprozin flüssig	0.40	0.25	0.75	0.75	0,63	3,03
4	SPU 1010	0.40	0.15	0.15	0.15	0.15	1,00
5	Cuprozin flüssig	0.40	0.75	0.75	0.75		2.65
6	SPU 2690	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	2,20
7	Cuprozin flüssig	0.40	0.50	0.50	0.50	0.50	2,00
8	Cuprozin flüssig	0.40	0.25	0.25	0.25	0.25	1.40
9	Cuprozin flüssig	0.40			0.50		0.90

Am Standort Bad Salzuflen folgte auf einen relativ trockenen April auch ein niederschlagsreicher Mai mit starken Regenfällen um Pfingsten. Die folgenden Monate waren ebenfalls durch überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmengen gekennzeichnet. Im Juli fiel mit 127mm weit mehr Regen als im langjährigen Mittel. Im Vergleich zum Standort Barnstedt gab es im Juni nur eine kurze Phase in denen die Niederschläge ausblieben. Der Spritzstart wurde für den 06.06. berechnet. Hier befanden sich die Kartoffeln kurz vor dem Bestandesschluss. Auch hier konnte schon ein Befall vereinzelter Blätter beobachtet werden. Für die Wetterstation Bad Salzuflen errechnete das Prognosesystem SIMPHYT III einen Anstieg des Infektionsdruckes ab dem 13.05. (Abb. 44). Zu Beginn der Applikationen befand sich der ID auf mittlerem Niveau stieg aber witterungsbedingt rasch an. In der Zeit von Anfang Juni bis Ende Juli wurde ein konstant sehr hoher ID berechnet, und es wurden kurze Spritzabstände und hohe Aufwandmengen in den entsprechenden Varianten empfohlen.

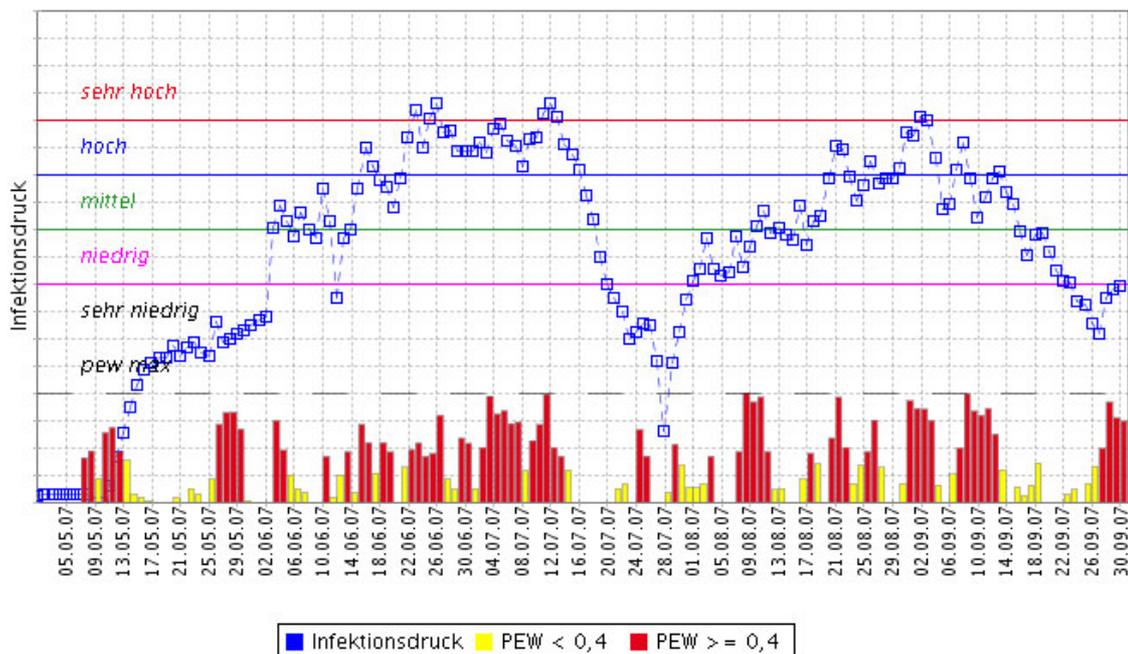


Abb. 44: Infektionsdruck nach SIMPHYT 3. Wetterstation Bad Salzuffen 2007

Das Prognosesystem empfahl auf Grund des mittleren IDs, Spritzabstände von 8-10 Tagen. Ab dem 14.06. stieg der Infektionsdruck stark an. Daher wurden in den Varianten 3-8 Spritzintervalle von 4-7 Tagen empfohlen (Tab. 67).

Tab. 67: Applikationen Bad Salzuffen 2007. Kernvarianten

VG	PSM	6.06.	13.06.	16.06.	18.0	21.06.	25.06.	28.06.	$\sum Cu$
1	Kontrolle								0
2	Beratervariante Nord	0.50	0.50			0.50		0.50	2.00
3	Cuprozin flüssig	0.25		0.375		0,50		0.75	1,875
4	SPU 1010	0.15		0.15		0.15		0.15	0.60
5	Cuprozin flüssig	0.75		0.75		0.75		0.75	3.00
6	SPU 2690	0.45		0.45		0.45		0.45	1.80
7	Cuprozin flüssig	0.50		0.50		0.50		0.50	2.00
8	Cuprozin flüssig	0.25		0.25		0.25		0.25	1.00
9	Cuprozin flüssig	0.50			0.50		0.50		1.50

Die durchschnittliche Lufttemperatur an der Wetterstation Braunschweig (Ahlum) lag während der gesamten Versuchsphase über dem langjährigen Mittel. Auch hier fielen Ende Mai ergiebige Niederschläge. Während der folgenden Monate konnte nur Anfang Juni eine trockene Phase verzeichnet werden. Die Niederschlagswerte im Juli und August erreichten wiederum überdurchschnittlich hohe Werte. Besonders kennzeichneten einzelne Starkregenereignisse im Mai und im August den Witterungsverlauf an diesem Standort (Abb. 45). Das System SIMPHYT 1 berechnete den Spritzstart für die vorgekeimten Kartoffeln (Auflauf: 01.05.) für den 06. Juni. Der Beginn der Behandlungen der übrigen Sorten wurde für den 14. Juni angegeben. Zu Beginn der Applikationen konnte in der Sorte Princess ein leichter Ausgangsbefall bonitiert werden. Auf Grund der Witterungsverhältnisse an der Wetterstation Braunschweig errechnete das Prognosesystem SIMPHYT 3 einen starken Anstieg des Infektionsdruckes zur Zeit des Spritzstarts. Aus der folgenden trockenen Phase resultierte ein niedriger bis mittlerer Infektionsdruck und Spritzabstände von 8 Tagen, der aber ab der zweiten Juni-Hälfte wieder auf ein hohes bis sehr hohes Maß anstieg. Hier wurden Spritzabstände von 4-5 Tagen empfohlen.

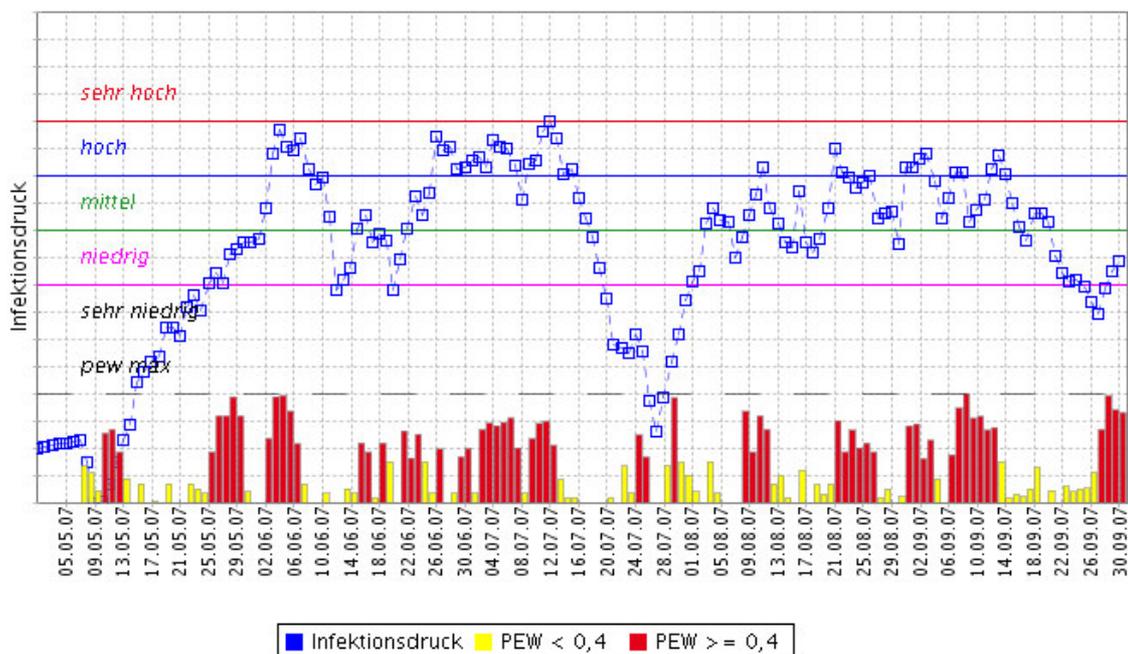


Abb. 45: Infektionsdruck nach SIMPHYT 3. Wetterstation Braunschweig 2007

Die Behandlungstermine und die dazugehörigen Aufwandmengen sind für die einzelnen Sorten und Varianten in Tabelle 68 dargestellt. In einigen Varianten wurden mehr als insgesamt 3kg Cu/ha ausgebracht. Dies ist gemäß der EU-Verordnung 2092/91, der die Flächen unterliegen, zulässig.

Tab. 68: Applikationen Ahlum (Braunschweig) in den Sorten Ditta vorgekeimt (vk), Ditta nicht vorgekeimt, Princess und Finka

Sorte	Variante	06.06.	13.06.	19.06.	22.06.	27.06.	05.07.	12.07.	Cu kg/ha
Ditta vk	Kontrolle								0
Ditta vk	Beratervariante Nord	0.50	0.50	0.50		0.50	0.50	0.50	3.0
Ditta vk	Ökosimphyt	0.50	0.50		0.35	0.75	0.75	0.75	3.6
Ditta	Kontrolle								0
Ditta	Beratervariante Nord		0.50	0.50		0.50	0.50	0.50	2.5
Ditta	Ökosimphyt		0.50		0.35	0.75	0.75	0.75	3.1
Princess	Kontrolle								0
Princess	Beratervariante Nord		0.50	0.50		0.50	0.50		2.0
Princess	Ökosimphyt		0.50		0.35	0.75	0.75		2.35
Finka	Kontrolle								0
Finka	Beratervariante Nord		0.50	0.50		0.50	0.50		2.0
Finka	Ökosimphyt		0.50		0.35	0.75	0.75		2.35

### Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Barnstedt – Versuchsjahr 2007

Ein leichter Erstbefall wurde am Standort Barnstedt am 06.06. festgestellt. Erst gegen Ende Juni konnte eine starke Ausbreitung des Erregers beobachtet werden, die zu einer zügigen Zerstörung der Blattflächen führte, so dass bei der Bonitur am 10.07. eine Befallsstärke von 100% erreicht war. Trotz des Einsatzes von Kupfer zeigen die Ergebnisse, dass es unter dem enormen Infektionsdruck nicht möglich war, die Ausbreitung der Krautfäule zu stoppen.

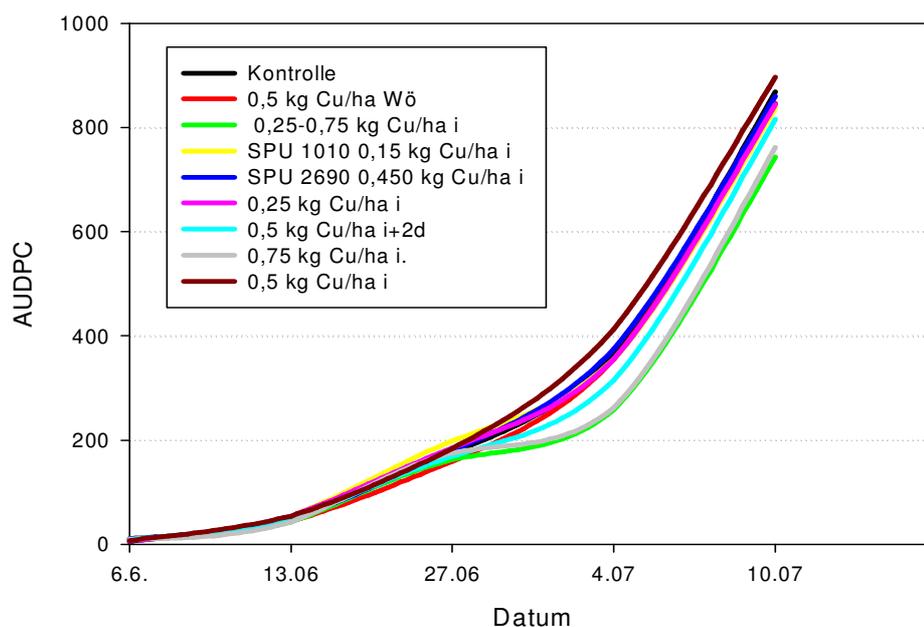


Abb. 46: Befallsverlauf (AUDPC) Barnstedt 2007. Kernvarianten (i= Behandelungsabstand vom Infektionsdruck abhängig, Wö = wöchentliche Applikation)

Wie die Abbildung der Fläche unter der Befallskurve (Abb. 46) zeigt, differieren die getesteten Varianten erst ab dem 27.06. Dies ist sicherlich durch die ganzheitliche Behandlung des Versuches durch den Lohnunternehmer zu erklären. Zu den späteren Terminen zeigen die Varianten allerdings kaum Unterschiede. Dies verdeutlicht, dass hier das Potenzial der Kupferbehandlungen erschöpft war. Die Bonituren ab dem 27.06. ergaben, dass der Befallsanstieg lediglich in den Varianten in denen 750g Cu/ha appliziert wurden, kurzzeitig verlangsamt werden konnte. Ab dem 04.07. zeigte sich aber auch in diesen Varianten ein starker Befallsanstieg und die Parzellen starben innerhalb einer Woche ab. Dies ist dadurch zu erklären, dass zu diesem Zeitpunkt wieder beständige Niederschläge die Umweltbedingungen des Erregers verbesserten, die Kartoffeln noch weiteren Blattzuwachs bildeten, und damit ungeschützte Blattmasse vorhanden war sowie bereits appliziertes Kupfer abgewaschen wurde.

Da die Behandlungen am Standort Barnstedt nicht ausgereicht haben, um den Befall mit *Phytophthora infestans* zu verhindern bzw. einzudämmen traten erwartungsgemäß keine absicherbaren Ertragsunterschiede zwischen den Varianten auf (Abb. 47). Durch den relativ frühen Befall wurde die Ertragsbildung maßgeblich gestört. So wurden im Mittel nur ca. 135dt/ha marktfähige Ware erreicht. Dies sind an diesem Standort im Vergleich zum Trockenjahr 2006 ca. 100dt/ha weniger. So blieben die Bestände in Barnstedt in diesem Jahr durch die Krautfäule weit unter ihrem Ertragspotential, und konnten die diesjährige gute Wasserversorgung nicht nutzen.

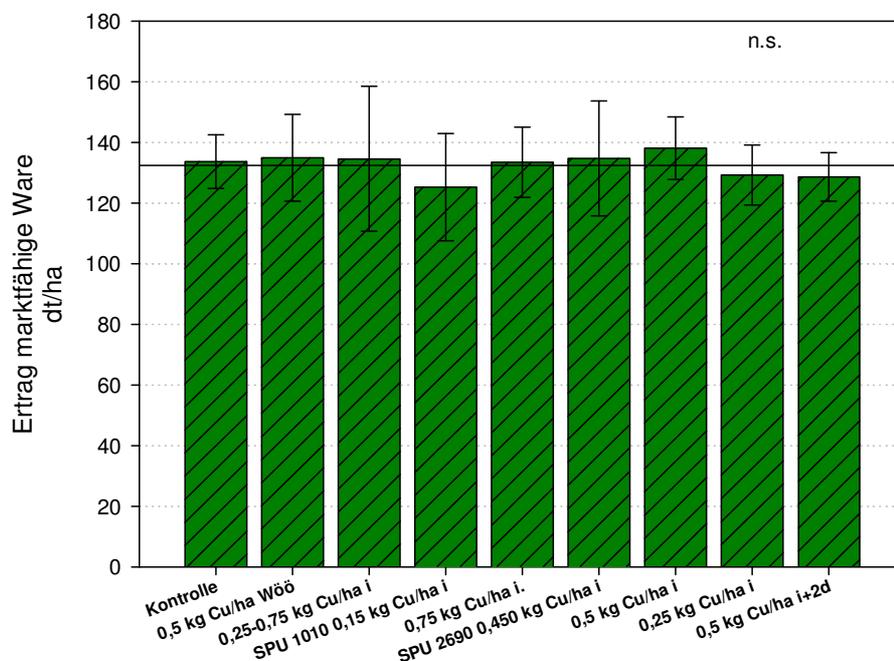


Abb. 47: Erträge Barnstedt 2007. Kernvariante

## Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Bad Salzufeln – Versuchsjahr 2007

An diesem Standort entwickelte sich der Befall auf Grund der anhaltend feucht-warmen Witterung ohne Unterbrechung. Unbehandelte Parzellen waren daher schon am 21.06. zu fast 70% zerstört. Der Einsatz von Kupfer konnte im Vergleich zur Kontrolle die Befallsausbreitung verzögern, aber auf Grund der fehlenden kurativen Eigenschaften die Progression nicht verhindern (Abb. 48). So waren zum 28.06. alle Versuchsglieder fast vollständig vernichtet. Lediglich die Variante 9, in der die Applikationsintervalle des konventionellen SIMPHYT-Modells genutzt werden, und in der vergleichsweise wenig Kupfer ausgebracht wurde, zeigte einen geringeren Befall. Die Abschlussbonitur am 05.07. zeigte keine Differenzierungen zwischen den Varianten mehr.

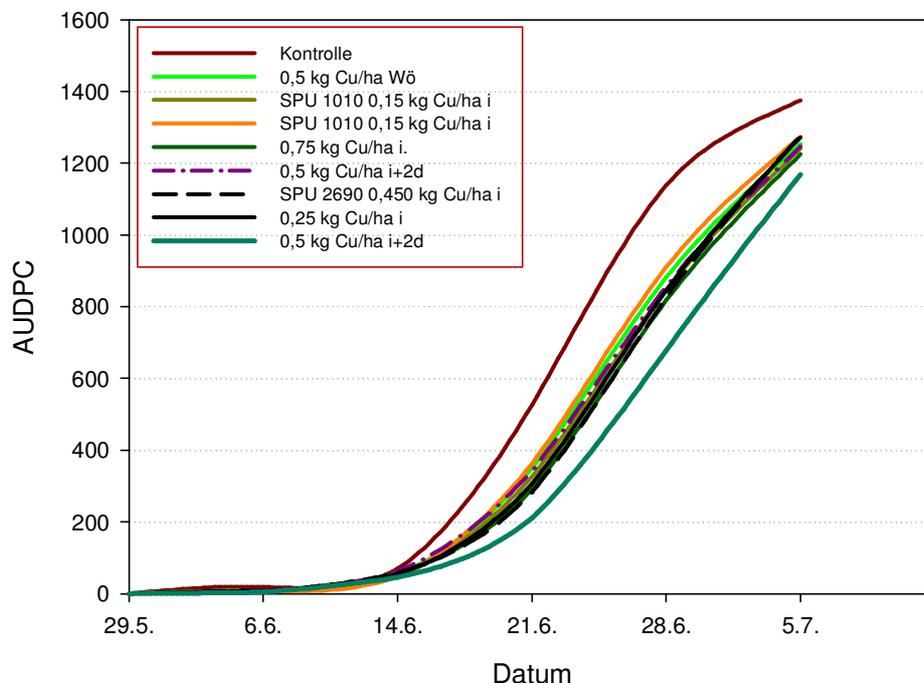


Abb. 48: Befallsverlauf (AUDPC) Bad Salzufeln 2007. Kernvarianten (i= Behandlungsabstand vom Infektionsdruck abhängig, Wö= wöchentliche Applikation)

Tab. 69: Vergleich der Bekämpfungserfolge Bad Salzuflen 2007. Kernvarianten (unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede an)

VG	PSM	Kg Cu/ha	ΣCu kg/ha	Summe AUDPC	Kruskawallis -Test P<0,05
1	Kontrolle	0	0	3127.88	a
2	Beratervariante Nord	0.50	2.00	2544.38	b
3	Cuprozin flüssig	0.25-0,75	1,875	2468.25	bc
4	SPU 1010	0.15	0.60	2599.5	bc
5	Cuprozin flüssig	0.75	3.00	2398.38	c
6	SPU 2690	0.45	1.80	2518.13	bc
7	Cuprozin flüssig	0.50	2.00	2450.75	bc
8	Cuprozin flüssig	0.25	1.00	2486.38	bc
9	Cuprozin flüssig	0.50	1.50	2108.13	c

Die Boniturergebnisse zeigen, dass selbst mit den hohen Aufwandmengen von 750g Cu/ha und viermaliger Anwendung keine zufriedenstellende Bekämpfung erfolgte (Tab. 69). Blattzuwachs, Regenfälle und der vorhandene Ausgangsbefall führten dazu, dass die Kartoffeln trotz Kupferbehandlungen frühzeitig abstarben. Einzig die Varianten 5 und 9 ergaben bei der Verrechnung der Summe der Fläche unter der Befallskurve einen statistisch signifikanten langsameren Verlauf der Epidemie.

Die Erträge in Bad Salzuflen (Abb. 49) lagen mit durchschnittlich 44dt/ha marktfähige Ware weit unter den Erträgen der letzten Jahre (Ø250dt/ha in 2006).

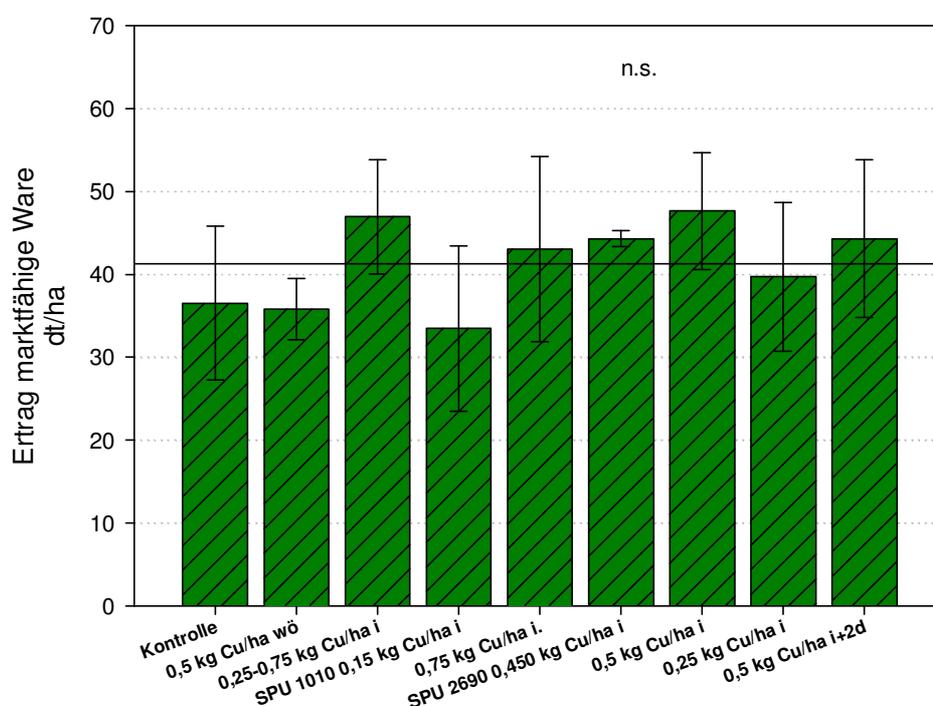


Abb. 49: Erträge Bad Salzuflen 2007. Kernvarianten

Erwartungsgemäß ließen sich auch hier keine absicherbaren Ertragsunterschiede zwischen den getesteten Varianten erkennen, da keines der Versuchsglieder dem enormen Befallsdruck standhalten konnte. Ersichtlich ist nur, dass in einigen Fällen durch die Behandlungen tendenziell ein Mehrertrag erzielt werden konnte.

### Wirkung von Kupferapplikationen auf den Krautfäulebefall Standort Ahlum – Versuchsjahr 2007

Am Standort Ahlum konnten die ersten, mit *P. infestans* befallenen Blätter in der Sorte Princess am 06.06. (Erstbehandlung der vorgekeimten Ditta) bonitiert werden. Zu diesem Zeitpunkt zeigten die anderen Sorten noch keine sichtbaren Befallssymptome. Zum Boniturtermin am 14.06. konnten in allen Varianten Symptome der Krautfäule beobachtet werden. Die Befallshäufigkeit lag zu diesem Zeitpunkt bei mehr als 60% im Schnitt der Sorten und Behandlungsstufen. So wurde auch an diesem Standort die Erstbehandlung gegen die Krautfäule zu spät durch SIMPHYT 1 eingeleitet.

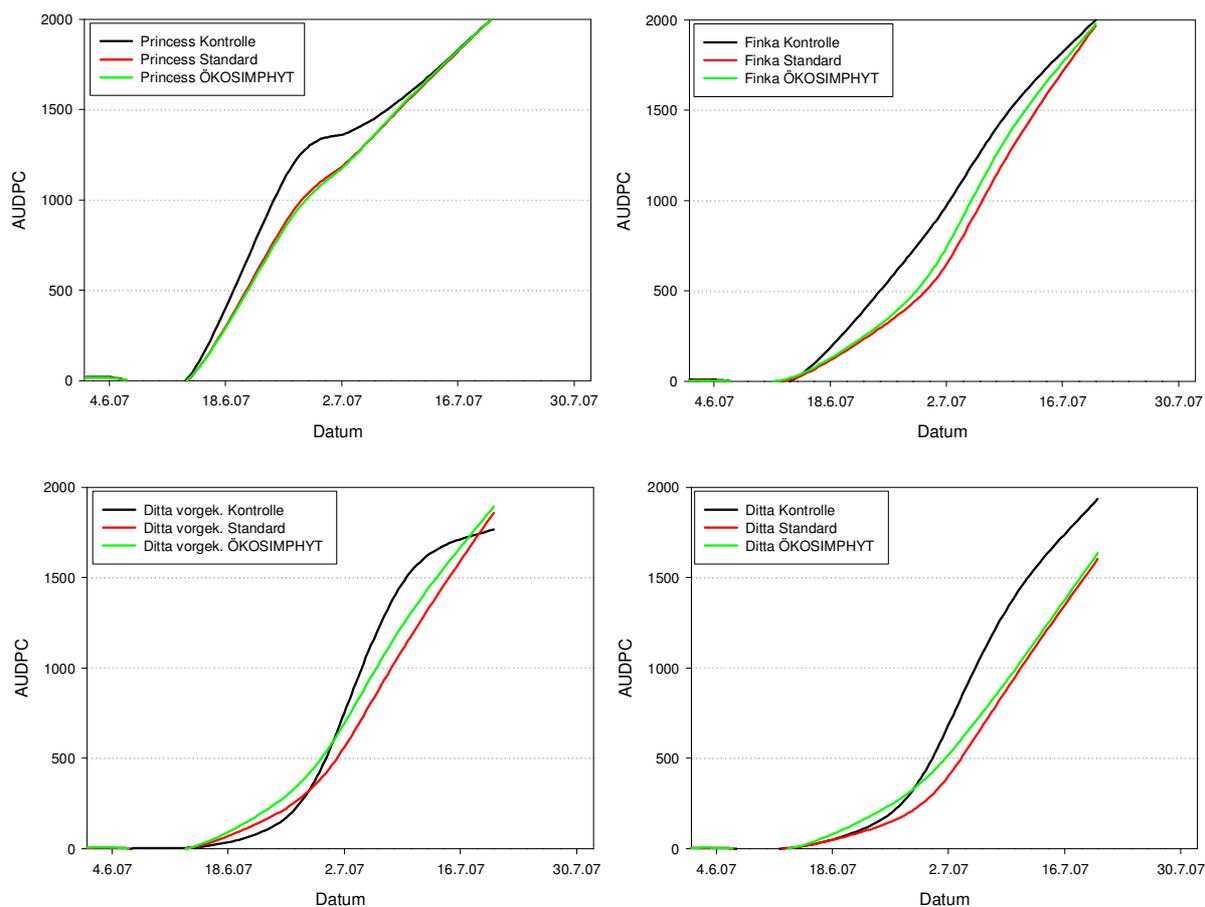


Abb. 50: Befallsverläufe (AUDPC) Ahlum 2007. Sorten: Princess, Finka, Ditta vorgekeimt, Ditta nicht vorgekeimt

Anhand der Bonituren am Standort Ahlum waren eindeutige Sortenunterschiede ersichtlich (Abb. 50). So zeigte die Sorte Princess den stärksten Befallsanstieg in sehr kurzer Zeit. Zur Bonitur am 25.06. zeigte die Kontrolle annähernd 95% Befallsstärke. Der Kupfereinsatz in den Behandlungsvarianten konnte den Befallsanstieg nur kurzzeitig verzögern, so dass auch hier am 02.07. die Kartoffeln zu fast 100% zerstört waren. Eine Differenzierung der beiden Behandlungsvarianten war nicht möglich. Der Befallsverlauf in der Kontrolle der Sorte Finka erwies sich im Vergleich zur Princess als weniger rasant. Dies spiegelt die etwas geringere Anfälligkeit dieser Sorte wieder. Auch hier konnte der Kupfereinsatz nur kurzfristig eine Verzögerung des Befallsanstieges bewirken. Die Bonituren ergaben, dass in beiden behandelten Varianten ca. 30 - 40% mehr grüne Blattfläche gesund erhalten werden konnte als in der Kontrolle. Dennoch brachen auch diese Varianten in der zweiten Juliwoche unter dem hohen Befallsdruck zusammen. Die Sorte Ditta erwies sich, auch auf Grund ihrer späteren Reifegruppe, als die widerstandsfähigste unter den drei getesteten Sorten. Sowohl die vorgekeimten als auch die nicht vorgekeimten Versuchsvarianten zeigten eine deutlich langsamere Befallsprogression in den unbehandelten Kontrollen als die beiden Vergleichssorten. Die beiden Behandlungsvarianten zeigten ihre beste Wirkung bei der nicht vorgekeimten Ditta. Hier konnten anhand der Bonituren die höchsten Wirkungsgrade gezeigt werden. Während die Kontrolle am 02.07. schon zu 81% durch die Krautfäule zerstört war, konnte in der Beratervariante ein Befall von 45% und in der ÖKOSIMPHYT- Variante von 53,7% beobachtet werden. Ähnlich große Unterschiede im Befall konnten hingegen in der vorgekeimten Ditta nicht festgestellt werden. Hier war die Kontrolle zum selben Zeitpunkt zu fast 95% zerstört. Während die behandelten Varianten zwischen 60 und 70% Befall aufwiesen. Dennoch wurde hier in einer entscheidenden Phase für die Ertragsentwicklung eine längere Assimilationszeit erreicht. Dies zeigen die Ertragserhebungen, anhand derer zu sehen ist, dass die vorgekeimten Kartoffeln, die einen Vegetationsvorsprung von ca. 2 Wochen gegenüber den nicht vorgekeimten Kartoffeln hatten, mit einem deutlich höheren Ertragsanstieg auf die Krautfäulebekämpfung reagierten.

Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse ergibt einen signifikanten Einfluss der Sorte als auch der Behandlung auf den Ertrag und auf den Befall mit *P. infestans* (dargestellt als Summe der Fläche unter der Befallskurve). In den Sorten Ditta und Finka konnte der Befall signifikant durch die Behandlungen mit Kupfer reduziert werden. In der Sorte Princess zeigten die Kupferbehandlungen, bedingt durch die rasante Befallsentwicklung, eine etwas schwächere Wirkung. Hier ist von einem hohen latenten Befall des Pflanzgutes auszugehen, da zu Befallsbeginn bis zu 30% Befallshäufigkeit ausgemacht werden konnten. Dennoch konnte auch hier der Befallsverlauf durch die Behandlung signifikant beeinflusst werden. Der Vergleich der AUDPC ergibt bei der Sorte Ditta tendenziell geringere Werte bei der Beratervariante als in der Variante 3 (ÖKOSIMPHYT). Gleiches ist bei der Sorte Finka zu

beobachten. Bei der Sorte Princess unterschieden sich die Varianten 2 und 3 nicht signifikant im Befallsverlauf. In der vorgekeimten Ditta führten nur die Behandlungen der Variante 2 zu signifikant geringeren AUDPC- Werten (Tab. 70).

Tab. 70: Vergleich der Bekämpfungserfolge Ahlum 2007. Kernvarianten (unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede an, Großbuchstaben zeigen Sortenunterschiede , Kleinbuchstaben Variantenunterschiede an )

Sorte	Variante	Kg Cu/ha	Summe kg Cu/ha	Summe AUDPC	TUKEY P<0.05	TUKEY P<0.05
Ditta vk	Kontrolle	0	0	4228.75	a	A
Ditta vk	Beratervariante Nord	0.5	3.00	3824.75	b	
Ditta vk	Ökosimphyt	0.25-0,75	3.60	4193.5	a	
Ditta	Kontrolle	0	0	4217.75	a	B
Ditta	Beratervariante Nord	0.5	2.5	3107.00	b	
Ditta	Ökosimphyt	0.25-0,75	3.10	3396.50	b	
Princess	Kontrolle	0	0	6105.80	a	C
Princess	Beratervariante Nord	0.5	2	5622.88	b	
Princess	Ökosimphyt	0.25-0,75	2.35	5598.00	b	
Finka	Kontrolle	0	0	5096.00	a	D
Finka	Beratervariante Nord	0.5	2.00	4256.75	b	
Finka	Ökosimphyt	0.25-0,75	2.35	4497.25	b	

Die Erträge der Varianten bestätigen die Aussagen der Befallsbeobachtungen. So zeigte die Sorte Ditta (nicht vorgekeimt) signifikant höhere Erträge als die Sorte Princess. Der Vergleich der unbehandelten Kontrollen zeigt welchen Effekt nur die Sortenwahl auf den Ertrag hatte. Zwischen den Sorten Ditta und Princess lag ein Ertragsunterschied von 24,04dt/ha, der auf die höhere Widerstandfähigkeit der Sorte Ditta zurückzuführen ist. Zwischen diesen beiden Sorten reiht sich die Sorte Finka mit 13,05dt/ha Mehrertrag gegenüber der Sorte Princess im mittleren Bereich ein.

Die Kupferbehandlungen erbrachten mit Ausnahme der Sorte Princess in allen Varianten und Sorten Mehrerträge von mindestens 20% gegenüber der Kontrolle (Abb. 51). Eine Differenzierung der beiden unterschiedlichen Behandlungsvarianten ist indes nicht signifikant. Die höchsten Erträge wurden in den vorgekeimten und behandelten Versuchsgliedern in der Sorte Ditta erzielt. Hier konnten in der Variante 3 (Applikation nach ÖKOSIMPHYT) 185,57dt/ha marktfähige Ware geerntet werden. Die Variante 2 ergab mit 168,76dt/ha einen nur tendenziell geringeren Ertrag.

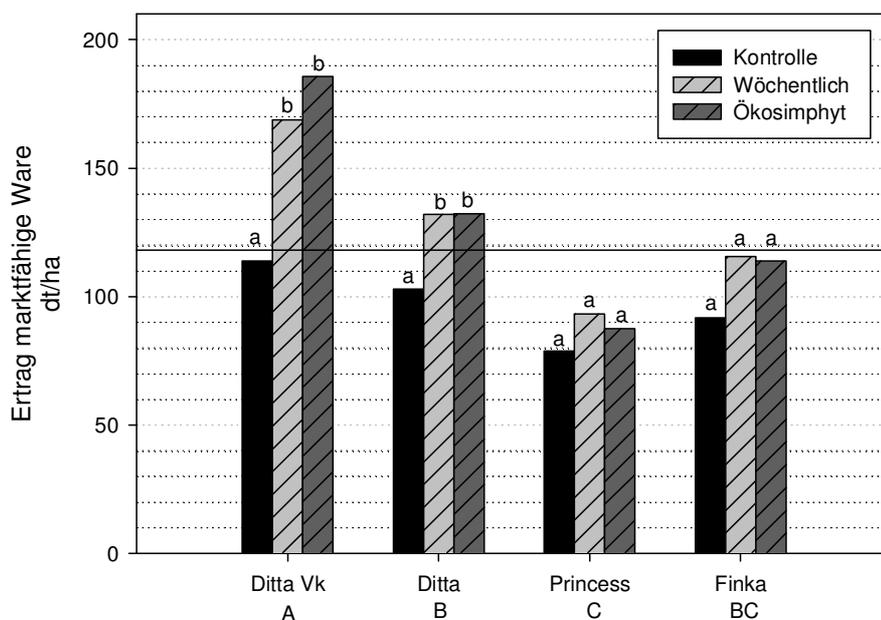


Abb. 51: Erträge Ahlum 2007. Unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede an (kleine Buchstaben stellen Effekte der Varianten, große Buchstaben Sorteneffekte dar), TUKEY  $p < 0,05$

Die Versuche zeigten eindeutig, dass in einem extremen Befallsjahr, wie 2007, die Kombination aus Vorkeimen, Sortenanfälligkeit und Kupferapplikation die besten Möglichkeiten zur Ertragssicherung bietet (Tab. 71).

Tab. 71: Ergebnisse der Ertragsermittlung und Varianzanalyse, Ahlum 2007 (Unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede an (kleine Buchstaben stellen Effekte der Varianten, große Buchstaben Sorteneffekte dar))

Sorte	Variante	$\Sigma$ kg Cu/ha	Ertrag dt /ha	Ertrag rel.	TUKEY $P < 0,05$	TUKEY $P < 0,05$
Ditta vk	Kontrolle	0	113.97	144.68	a	A
Ditta vk	Beratervariante Nord	3.00	168.76	214.23	b	
Ditta vk	Ökosimphyt	3.60	185.57	235.56	b	
Ditta	Kontrolle	0	102.81	130.52	a	B
Ditta	Beratervariante Nord	2.5	131.97	167.52	b	
Ditta	Ökosimphyt	3.10	132.28	167.91	b	
Princess	Kontrolle	0	78.78	100	a	C
Princess	Beratervariante Nord	2	93.24	118.35	a	
Princess	Ökosimphyt	2.35	87.50	111.35	a	
Finka	Kontrolle	0	91.83	116.57	a	BC
Finka	Beratervariante Nord	2.00	115.53	146.65	a	
Finka	Ökosimphyt	2.35	113.78	144.43	a	

## Krautfäule-Befall und Ertragsleistung nach Cu-Spritzung im wöchentlichen Rhythmus - Versuchsjahr 2007

Die Varianten, in denen Cuprozin flüssig in unterschiedlichen Aufwandmengen wöchentlich appliziert wurde, lassen am Standort Barnstedt ebenfalls kaum Differenzierungen zwischen den Behandlungen zu. Die Aufwandmengen von 0,15-0,5kg Cu/ha ergaben nur geringe Bekämpfungserfolge. Einzig die Variante in der 0,75kg Cu/ha im wöchentlichen Rhythmus ausgebracht wurde zeigte deutlich geringere Befallswerte und eine langsamere Befallsentwicklung als die übrigen behandelten Varianten (Abb. 52, links). Hier wurden die höchsten Kupfergesamtmengen ausgebracht. Im Vergleich mit der Variante 5, in der auch mit Aufwandmengen von 0,75kg Cu/ha gearbeitet wurde, zeigte sich, dass der kürzere Spritzabstand des Versuchsgliedes 10 nach der Erstbehandlung einen großen Effekt auf den Befallsverlauf hatte. Im direkten Vergleich zeigte die Variante 10 bessere Wirkungsgrade.

Die Erträge zeigten keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit der Behandlungen (Abb. 52, rechts). Wie schon in den Kernvarianten konnte die Ertragsbildung nicht nachhaltig abgesichert werden.

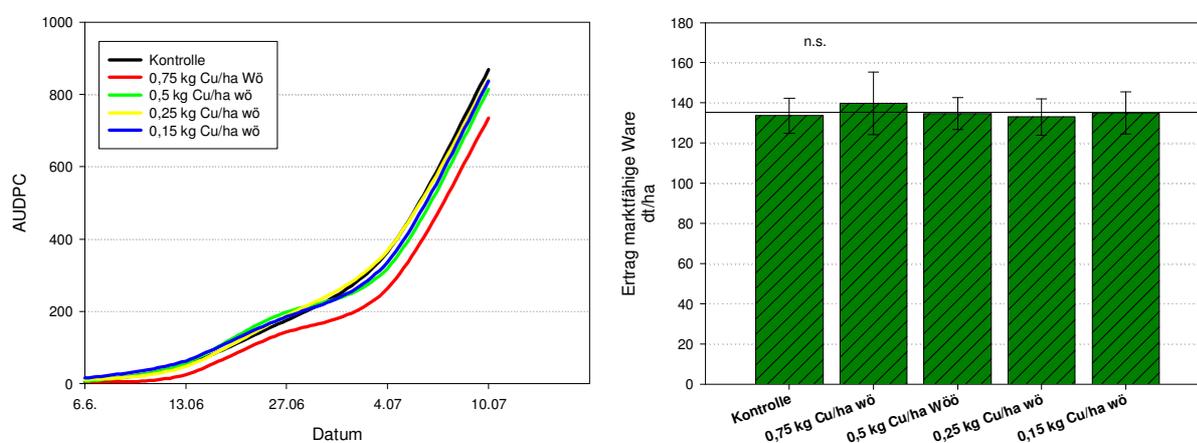


Abb. 52: Befallsverläufe (AUDPC) und Erträge Barnstedt 2007. Wöchentliche Applikation

In Bad Salzuflen ergaben die Bonituren eine klare Abstufung der Bekämpfungserfolge in Abhängigkeit zur Aufwandmenge von Kupfer. Jede Behandlung reduzierte den Befall mit *P. infestans* signifikant im Vergleich zur Kontrolle (Abb. 53, links). Es zeigte sich, dass mit steigender Aufwandmenge der Befall besser verzögert werden konnte. So konnte mit der Aufwandmenge von 0,15kg Cu/ha der geringste und mit 0,75kg Cu/ha der höchste Bekämpfungserfolg erzielt werden, wobei erwähnt werden muss, dass unter den gegebenen Witterungs- und Infektionsbedingungen der Unterschied zwischen den Aufwandmengen von

0,15-0,5kg Cu/ha als marginal bezeichnet werden kann. Eine Verrechnung der AUDPC- Werte zeigt, dass sich lediglich die Variante 10 signifikant von den übrigen Behandlungsvarianten abheben konnte (Tab. 72). In dieser Variante konnte ein signifikanter Mehrertrag von 19,94dt/ha erzielt werden (Abb. 53, rechts).

Tab. 72: Vergleich der Bekämpfungserfolge Bad Salzuflen 2007. Wöchentliche Behandlung (unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede an)

VG	PSM	Kg Cu/ha	Summe kg Cu/ha	Summe AUDPC	Kruska Wallis P<0,05
1	Kontrolle	0	0	3127.88	a
10	Cuprozin flüssig	0.75	3,00	1790.75	b
18	Cuprozin flüssig	0,5	2.00	2135.0	bc
11	Cuprozin flüssig	0.25	1.00	2336.88	c
12	Cuprozin flüssig	0.15	0.60	2521.88	c

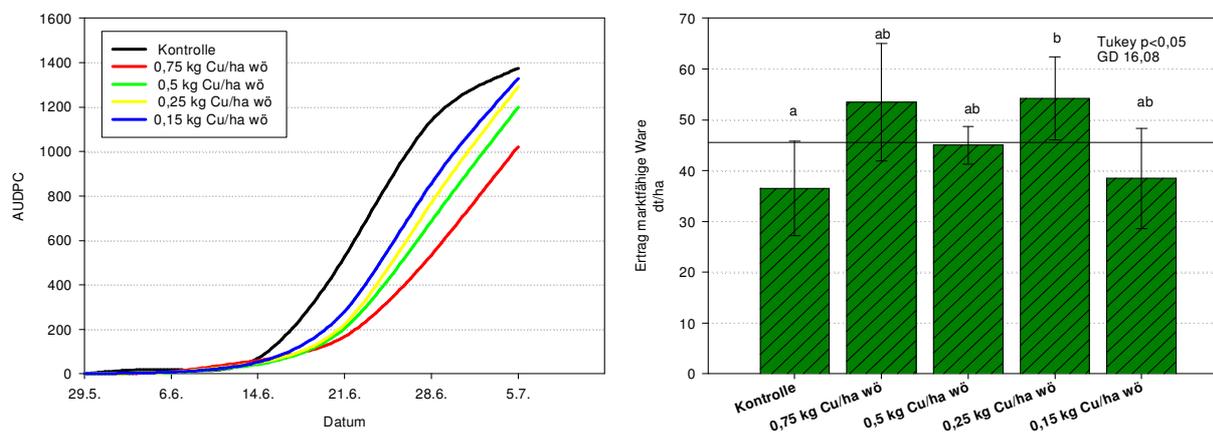


Abb. 53: Befallsverläufe (AUDPC) und Erträge Bad Salzuflen 2007. Wöchentliche Applikation

### Dauerwirkung von Kupfer - Versuchsjahr 2007

Auch im Jahr 2007 wurden Varianten mit wöchentlich gestaffelter Kupferapplikation (750 und 500g Cu/ha) getestet, um Kenntnisse zur Dauerwirkung von Cuprozin flüssig zu erlangen. 2006 konnte teilweise noch 21 Tage nach der Applikation von 750g Cu/ha eine deutliche Befallsreduktion bonitiert werden, was 2007 überprüft werden sollte. Am Standort Barmstedt konnte auf Grund des starken Befallsdruckes keine eindeutige Differenzierung der gestaffelten Varianten erfolgen. Es war die Tendenz zu erkennen, dass mit höheren Gesamtaufwandmengen von Cuprozin flüssig die Befallsausbreitung vermindert werden konnte. Am Standort Bad Salzuflen zeigte jede Variante in der mit Kupfer behandelt wurde einen signifikanten Effekt auf den Befallsverlauf von *P. infestans* (Abb. 54). Im Gegensatz zum vorherigen

Versuchsjahr konnte keine Dauerwirkung der Kupferbehandlungen festgestellt werden. Die besten Ergebnisse wurden mit hohen Aufwandmengen und häufigen Applikationen erreicht (Tab. 73). Der frühe Befallszeitpunkt, der hohe Befallsdruck, der stetige Blattzuwachs und die starken Niederschläge sind maßgebliche Unterschiede zu den Versuchen 2006. Dies sind wohl auch die Gründe, warum keine Dauerwirkung der Kupferapplikationen in 2007 beobachtet werden konnte.

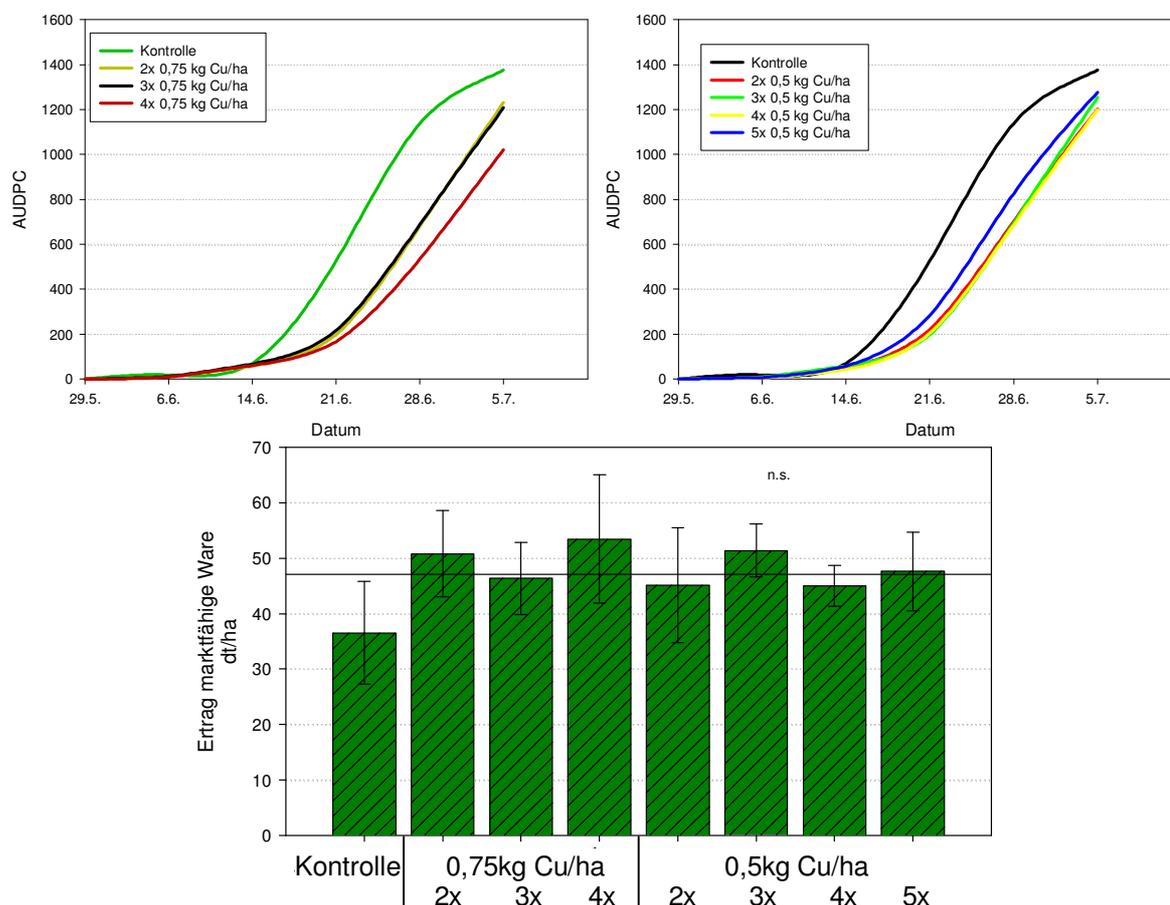


Abb. 54: Befallsverläufe (AUDPC) und Erträge Bad Salzfluten 2007. Staffelung von Cuprozin fl. 750 u. 500g Cu/ha.

Tab. 73: Vergleich der Bekämpfungserfolge Bad Salzfluten 2007. Cu-Staffelung (unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede an)

VG	PSM	Kg Cu/ha	Summe kg Cu/ha	Summe AUDPC	Kruska Wallis P<0,05
1	Kontrolle	0	0	3127.88	a
16	Cuprozin fl.	2x0.5	1.00	2182.5	b
17	Cuprozin fl.	3x0.5	1.50	2212.75	b
18	Cuprozin fl.	4x0.5	2.00	2135.00	b
14	Cuprozin fl.	2x0.75	1.50	2176.13	b
15	Cuprozin fl.	3x0.75	2.25	2188.63	b
10	Cuprozin fl.	4x0.75	3.00	1790.75	b

### 3.1.5 Entwicklung der Entscheidungshilfe ÖKO-SIMPHYT

#### Versuchsjahr 2006

##### Phytophthora-Erstauftreten

Das Jahr 2006 war durch einen niedrigen Krautfäuleinfektionsdruck gekennzeichnet. Auf Grund der kalten Temperaturen im April und Mai verzögerte sich die Auspflanzung und der Auflauf der Kartoffeln. Das hatte offensichtlich auch Einfluss auf das verspätete Erstauftreten der Phytophthora. Die hohen Temperaturen, die niedrige Luft- und Bodenfeuchte im Juli, und der daraus folgende geringe Infektionsdruck bewirkten, dass der Befall ausblieb oder auf einem niedrigen Niveau lag. Das geringe Krautwachstum und ein ausbleibender Reihenschluss sorgten für gut durchlüftete Bestände, so dass sich Phytophthora nicht etablieren konnte. Erst durch die kühle und feuchte Witterung im August mit häufig einhergehendem Zwiewuchs kam es mancherorts zu einem späten Krautfäulebefall (Tab. 74).

Tab. 74: Gegenüberstellung von prognostiziertem Spritzstart und bonitiertem Phytophthora-Erstauftreten in den Demonstrationsversuchen

BL	Wetterstation	Spritzstart	Phyt- Erstauftreten
HE	Kassel	04.07.06	Keine Phytophthora
RP	Meddersheim	13.07.06	23.08.06
NW	Gütersloh	12.06.06	09.07.06
BY	Schönbrunn	18.06.06	07.07.06
BY	Westerschondorf	11.07.06	18.07.06
NI	Langwedel	21.06.06	23.06.06
NI	Uelzen	26.06.06	ab Ende Juni
SN	Grumbach	09.07.06	Keine Phytophthora

An allen Standorten der Demonstrationsversuche prognostiziert das Modell ÖKO-SIMPHYT den Spritzstart rechtzeitig, denn alle vom Modell berechneten Spritzstarts lagen vor dem bonitierten Erstauftreten. Auf den Versuchsstandorten in Hessen und Sachsen wurde während des Beobachtungszeitraums kein Phytophthora-Befall festgestellt.

Für den durchführenden Landwirt auf einem der Versuchsstandorte in Niedersachsen (Wetterstation Uelzen) war das Risiko eines Krautfäulebefalls zu hoch, deswegen applizierte er vorzeitig Kupfer auf die Kontrolle des Demonstrationsversuchs, der daraufhin leider nicht mehr auswertbar war. In der Nähe liegende Betriebsschläge zeigten Befall ab Ende Juni. Auf dem anderen niedersächsischen Demonstrationsversuch bei der Wetterstation Langwedel wurde das Erstauftreten am 23.06.06 festgestellt, aber die maximale Befallshäufigkeit lag nur bei 2 – 3%.

Auf der Versuchsfläche Petzenhofen, in der Nähe der bayerischen Wetterstation Westerschondorf, kam es am 18.07. zu einem Erstauftreten der Krautfäule, jedoch blieb die Befallsstärke mit max. 1,2% auf einem sehr geringen Niveau.

An den weiteren Versuchsstandorten in Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen und Bayern (Wetterstation Schönbrunn) wurde ein höherer Krautfäulebefall verzeichnet. Hier lag das Erstauftreten auch relativ spät zwischen dem 07.07. und dem 23.08.06.

### **Phytophthora-Epidemieverlauf**

Die Befallsverläufe der Krautfäule an den Standorten in Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen und Bayern (Wetterstation Schönbrunn) sind in Abbildung 55 – 57 dargestellt.

Abbildung 55 zeigt den von der Wetterstation Meddersheim (RP) berechneten Befallsverlauf. Ein Phytophthora-Erstauftreten wurde am 23.08.06 als Blatt- und Stängelbefall festgestellt. Zu diesem Zeitpunkt stieg der vom Modell ermittelte Infektionsdruck rasant von einem niedrigen auf ein hohes Niveau an. In der Variante 2 wurde die maximale Menge von 3kg/ha Reinkupfer an 6 Terminen à 500g/ha gespritzt. Variante 3 wurde fünfmal behandelt à 250, 250, 375, 500 und 625g/ha, insgesamt mit 2kg Reinkupfer/ha. Variante 4 wurde ebenfalls an den fünf Terminen gespritzt, allerdings jeweils mit 500g/ha, so dass insgesamt 2,5kg Reinkupfer/ha ausgebracht wurden.

Bei der Bonitur am 24.08.06 wurde eine sehr gute Wirkung der Kupfervarianten mit einer Befallsstärke von 2 - 4% im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle mit 20% ermittelt. Eine Woche später lag die Befallsstärke der Kupfervarianten zwischen 28 - 37% und die der Kontrolle bei 77%. Am 04.09.06, ca. zwei Wochen nach dem Erstauftreten, war der Bestand komplett abgestorben.

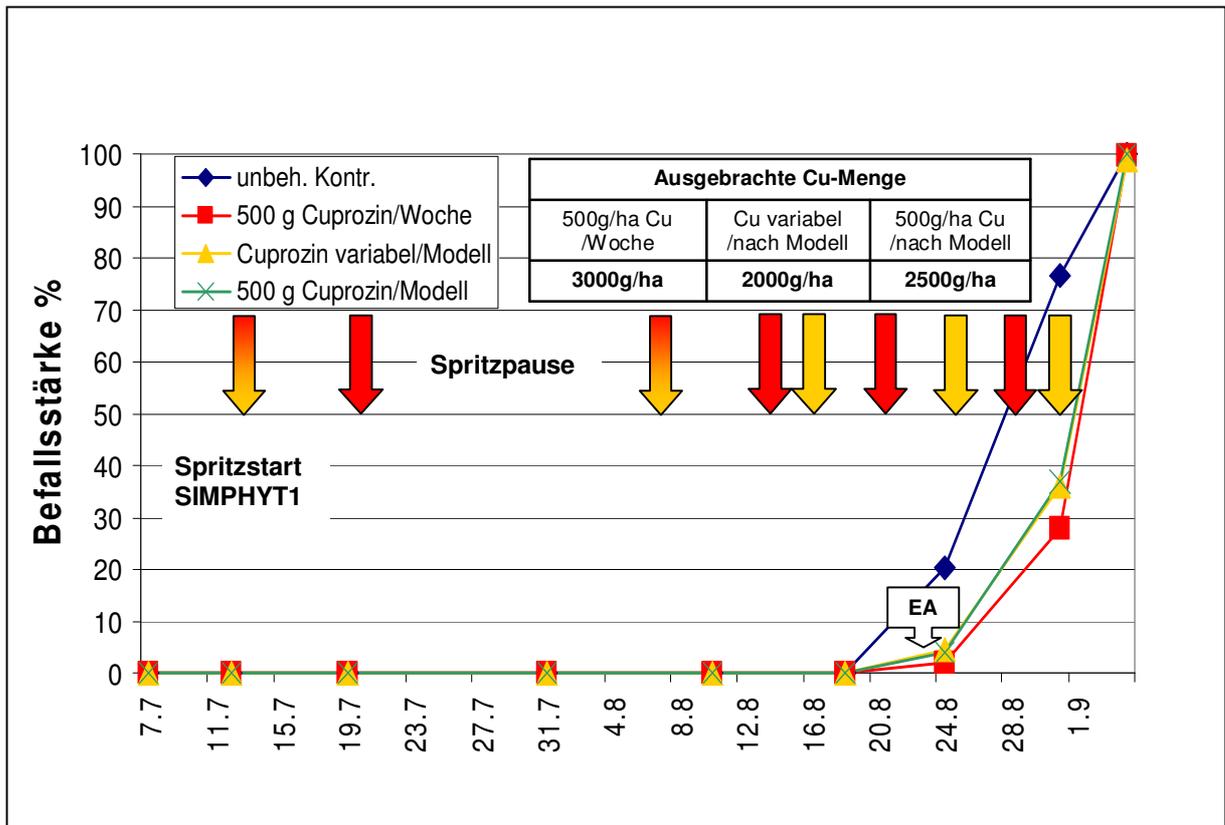


Abb. 55: Befallsverlauf der Wetterstation Meddersheim (RP): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Roter Pfeil = Spritzung der Variante 2 wöchentlich, gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen, gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten

Abbildung 56 zeigt den von der Wetterstation Gütersloh (NW) berechneten Befallsverlauf. Ein Phytophthora-Erstauftreten wurde am 09.07.06 als primärer Blattbefall festgestellt. Im Versuch wurde Variante 2 sechsmal mit 500g/ha, d.h. insgesamt mit 3kg/ha Reinkupfer behandelt. In Variante 3 wurde an fünf Terminen mit 250g/ha Kupfer appliziert, dies entspricht insgesamt 1,25kg/ha Reinkupfer. In Variante 4 wurde ebenfalls fünfmal mit 500g/ha behandelt, so dass insgesamt 2,5kg Reinkupfer/ha ausgebracht wurde.

Eine Woche nach Erstbefall lag die Befallsstärke in allen Varianten bei 1%, eine weitere Woche später bei 30%. Eine gewisse Kupferwirkung war drei Wochen nach dem Erstauftreten zu erkennen. Während bei der unbehandelten Kontrolle die Befallsstärke bei 43% lag, wiesen die variable Kupfervariante und die Variante mit 500g/ha und variablem Spritzabstand nur 30% auf. Die wöchentlichen Kupfergaben von 500g/ha erzielte eine Befallsstärke von 40%. Während des Boniturzeitraums in der langen Trockenperiode im Juli war der modellberechnete Infektionsdruck sehr niedrig. Aus diesem Grund liegt die Vermutung nahe, dass nicht Krautfäule, sondern vielleicht Alternaria oder fortgeschrittenes Krautsterben anstatt Krautfäule bonitiert wurde.

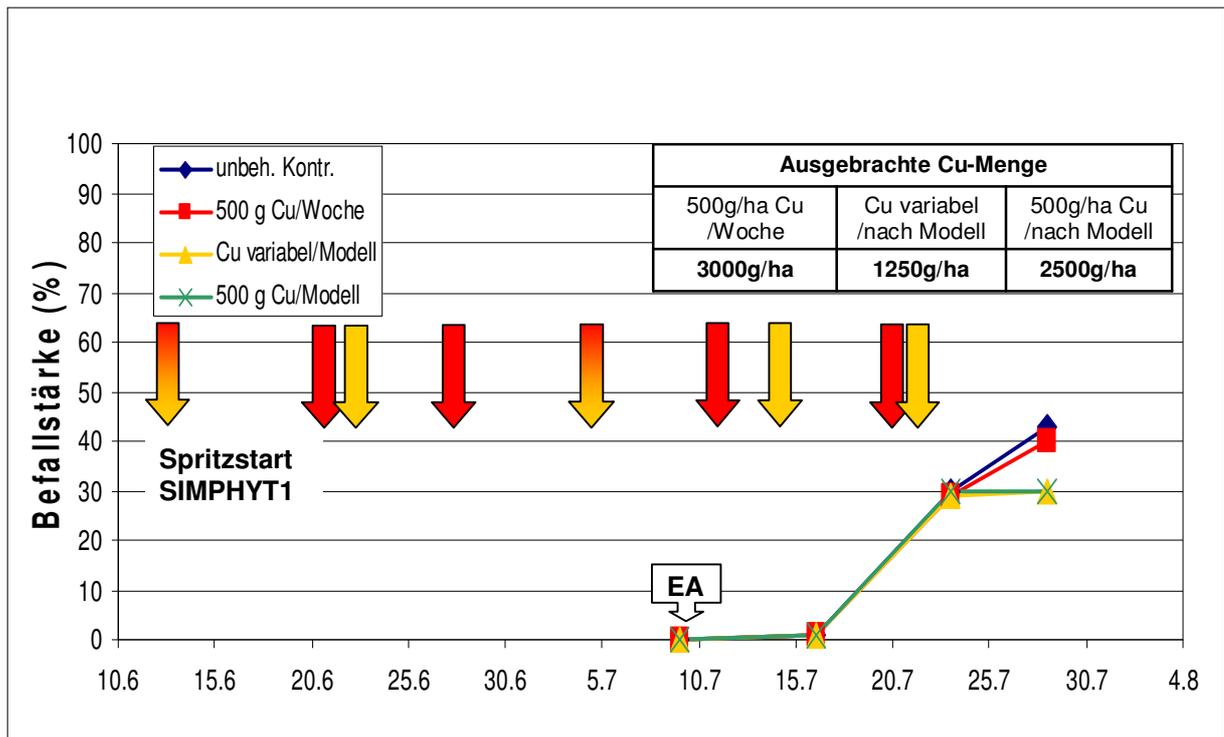


Abb. 56: Befallsverlauf der Wetterstation Gütersloh (NW): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Roter Pfeil = Spritzung der Variante 2 wöchentlich, gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen, gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten

Der Befallsverlauf der von der Wetterstation Schönbrunn (BY) berechnet wurde, ist in Abbildung 57 dargestellt. Phytophthora trat erstmalig am 07.07.06 als Blattbefall auf. Auf Grund der Trockenheit und der hohen Temperaturen im Juli breiteten sich diese Läsionen nicht weiter aus und trockneten ein. Befallsverläufe wurden erst ab Mitte August bonitiert. Zu diesem Zeitpunkt lag ein sehr hoher Infektionsdruck in der Region vor. Die Beratervariante (Variante 2) wurde an diesem Standort nicht durchgeführt. In den Varianten 3 und 4 wurde viermal Kupfer appliziert, Variante 3 mit insgesamt 1,25kg/ha Reinkupfer à 500, 250, 250, 250g/ha und Variante 4 mit insgesamt 2kg/ha Reinkupfer (jeweils 500g/ha).

Am 15.08. lag die Befallsstärke in allen Varianten bei 2 – 6%. Am 24.08.06 wurde bei den Kupfervarianten eine Befallsstärke von 25 - 27% im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle mit 33% bonitiert. Danach brach der Bestand zusammen und die Bonituren wurden beendet.

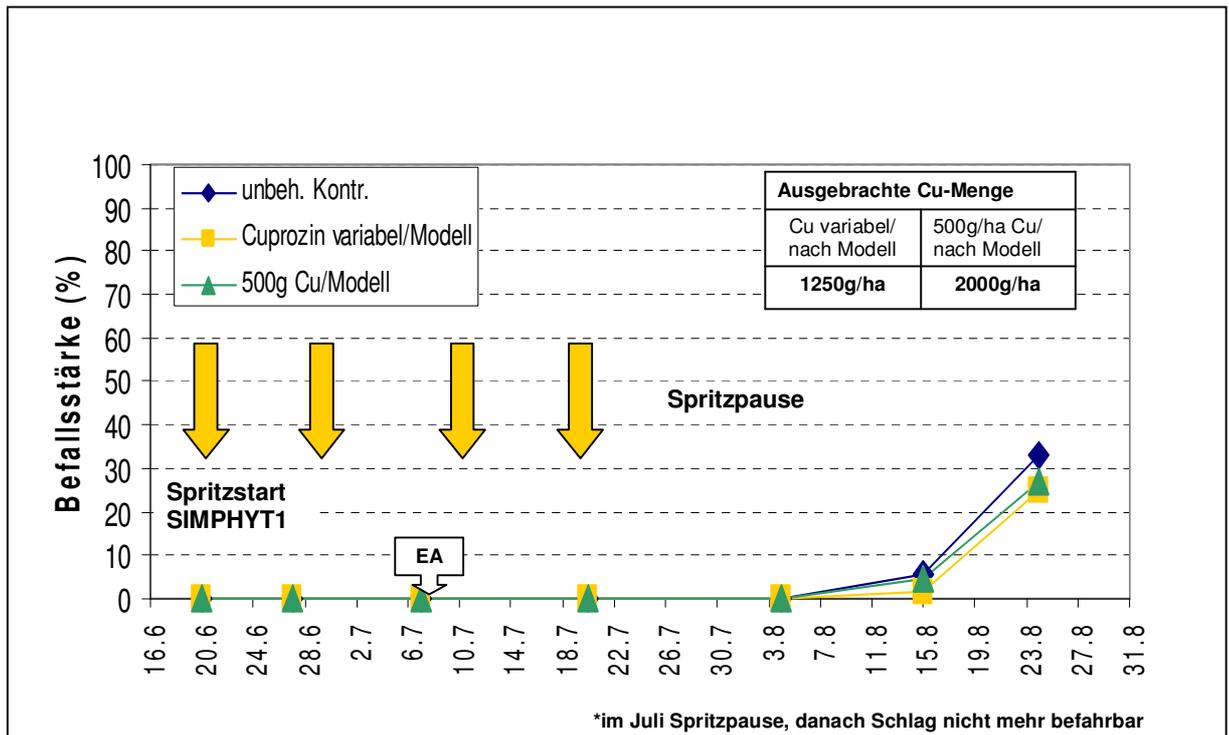


Abb. 57: Befallsverlauf der Wetterstation Schönbrunn (BY): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen

## Versuchsjahr 2007

### Phytophthora-Erstauftreten

Im Gegensatz zum trockenen und niederschlagsarmen Sommer 2006, herrschten 2007 sehr günstige Befallsbedingungen für den Erreger. Durch die anhaltenden Niederschläge im Mai und Juni verbunden mit mittleren Temperaturen herrschte in den Beständen dauerhaft ein optimales Mikroklima für die Krautfäule, so dass eine rasche Verbreitung erfolgte. Zwischen dem 30.05. und dem 03.07. konnte in allen Versuchen ein Erstauftreten der Krautfäule bonitiert werden (Tab. 75). In diesem Zeitraum lag der Infektionsdruck an den Versuchsstandorten auf mittlerem bis sehr hohem Niveau und es gab zahlreiche Perioden infektionsgünstiger Tage (PEW>0) in Folge.

Tab. 75: Gegenüberstellung von prognostiziertem Spritzstart, tatsächlichem Spritzstart und bonitiertem Phytophthora-Erstauftreten in den Demoversuchen. Bl: Blatt; St: Stängel

Bundesland	Wetterstation	Spritzstart SIMPHYT1 (Berateranwendung)	Spritzstart SIMPHYT1 (Versuchsanwendung)	Spritzstart tatsächlich	Phytophthora-Erstauftreten	Befall beim Erstauftreten
HE	Kassel	18.06.	06.06.	16.06.	12.06.	Bl + St
NI	Börry	06.06.	06.06.	05.06.	04.06.	Bl + St
RP	Meddersheim	29.06.	29.06.	29.06.	28.06.	Bl
NW	Gütersloh	06.06.	06.06.	07.06.	12.06.	Bl + St
NI	Braunschweig	13.06.	13.06.	14.06.	06.06.	Bl
NI	Braunschweig	13.06.	13.06.	14.06.	14.06.	Bl
NI	Braunschweig	13.06.	13.06.	14.06.	14.06.	Bl
BY	Puch	27.06.	27.06.	21.06.	26.06.	Bl
BY	Puch	27.06.	19.06.	29.06.	03.07.	Bl + St
BY	Burgheim	14.06.	14.06.	14.06.	02.07.	Bl + St
BY	Baumannshof	10.06.	10.06.	11.06.	26.06.	Bl
NI	Langwedel	11.06.	08.06.	02.06.	30.05.	St
SN	Grumbach	13.06.	13.06.	07.06.	15.06.	Bl

Die niedersächsischen Versuchsanlagen bei den Wetterstationen Börry und Langwedel zeigten beim Erstauftreten einen flächendeckenden Befall der Krautfäule an Blatt und Stängel. In Rheinland-Pfalz, Hessen und Bayern (Wetterstation Baumannshof) wurden beim Erstauftreten Befallsherde bonitiert, die sich sehr rasch zu einem flächendeckenden Befall ausweiteten.

Der Spritzstart wurde mit SIMPHYT 1 berechnet. Hierbei fordert die Versuchsanleitung die Prognose mit der Gefährdungsgruppe 1 (GG1) zu berechnen. Da dies nicht in allen Fällen Berücksichtigung fand, wurde bei der Auswertung zwischen einer Versuchsanwendung (= Berechnung mit GG1) und einer Berateranwendung unterschieden (= Berechnung mit GG2, siehe (Abb. 58)). Der tatsächliche Spritzstart bei den Versuchen in Puch, Langwedel und Grumbach wurde aufgrund von frühzeitigem Krautfäulebefall auf der Fläche vorverlegt.

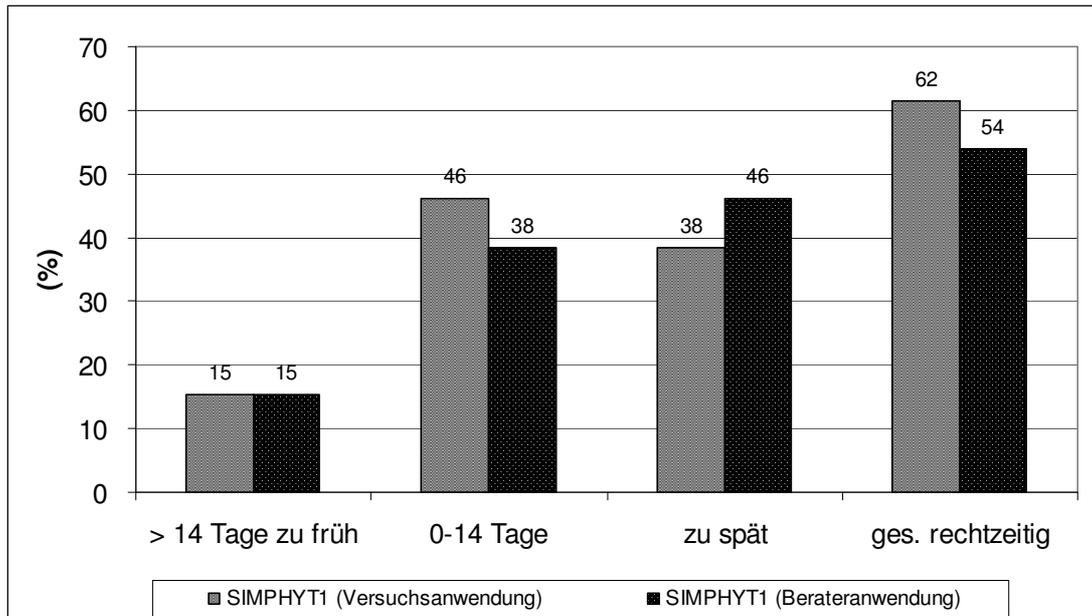


Abb. 58: Trefferquote SIMPHYT 1: Vergleich von prognostiziertem Spritzstart (unterteilt in Versuchs- und Berateranwendung von SIMPHYT 1) und bonitiertem Phytophthora-Erstauftreten in den Demoversuchen.

Abbildung 60 zeigt, dass SIMPHYT 1, berechnet nach der Versuchsvorschrift (GG1), den Spritzstart in 62% der Fälle rechtzeitig vorhergesagt hat. Dabei war die Prognose in 46% der Fälle zwischen 0 und 14 Tagen zu früh und bei 15% mehr als 14 Tage zu früh. In 38% der Fälle war die Prognose bis maximal 9 Tage zu spät. Die Berechnung durch die Berateranwendung fällt etwas schlechter aus. In 54% der Fälle prognostiziert das Modell rechtzeitig und in 46% bis maximal 12 Tage zu spät.

### Phytophthora-Epidemieverlauf

#### Versuchsvarianten 1, 2, 3, 4:

Die Abbildungen 59-62 zeigen die Befallsverläufe in Hessen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen. An diesen Standorten wurden alle vier Versuchsglieder getestet. Durch den Kupfereinsatz konnte an diesen Standorten das Befallsniveau gegenüber der Kontrolle teilweise geringer gehalten werden. In Hessen, Wetterstation Kassel (Abb. 59) war dies nur gering ausgeprägt. Am 05.07. wies die Kontrolle einen Befall von 77% gegenüber den behandelten Varianten mit 62-69% auf. Eine Woche später war der Bestand abgestorben. Insgesamt wurden 2000g/ha (VG2+4) und 2025g/ha Reinkupfer (VG3) ausgebracht.

In Niedersachsen, Wetterstation Börry (Abb. 60) zeigte sich zum gleichen Termin ein Befall von 93% in der Kontrolle, von 75% in der Beratervariante 2 und von 58-63% in den Modellvarianten. Eine Woche später wiesen Kontrolle und Beratervariante einen Befall von 100% und 95% auf, während die Modellvarianten bei 75-78% Befallsstärke lagen. Durch die Kupferanwendungen konnte so die Befallsstärke nicht nur gegenüber der Kontrolle, sondern auch gegenüber der routinemäßigen

wöchentlichen Applikation auf geringerem Niveau gehalten werden. Berücksichtigt werden muss jedoch, dass in der Beratervariante nicht die Höchstmenge von 3kg/ha Cu wie bei den Modellvarianten ausgeschöpft wurde, sondern nur 2,5kg/ha, da der Bestand Anfang Juli bereits stark befallen war. In Rheinland-Pfalz, Wetterstation Meddersheim (Abb. 61), lag der Befall bei der Bonitur am 09.07. in der Kontrolle bei 46% und bei den kupferbehandelten Varianten zwischen 10% und 16%. Danach kam es zu raschem Absterben des Bestands innerhalb einer Woche. Es wurden 1500g/ha in VG 2+4 ausgebracht und 1625g/ha in VG3. In Nordrhein-Westfalen, Wetterstation Gütersloh (Abb. 62) lag das Befallsniveau am 22.06. bei den Kupfervarianten um 40%, während die unbehandelte Kontrolle eine Befallsstärke von 58% aufwies. Eine Woche später war der Bestand komplett abgestorben. Insgesamt wurden 1500g/ha (VG2), 3000g/ha (VG3) und 2500g/ha Reinkupfer (VG4) ausgebracht.

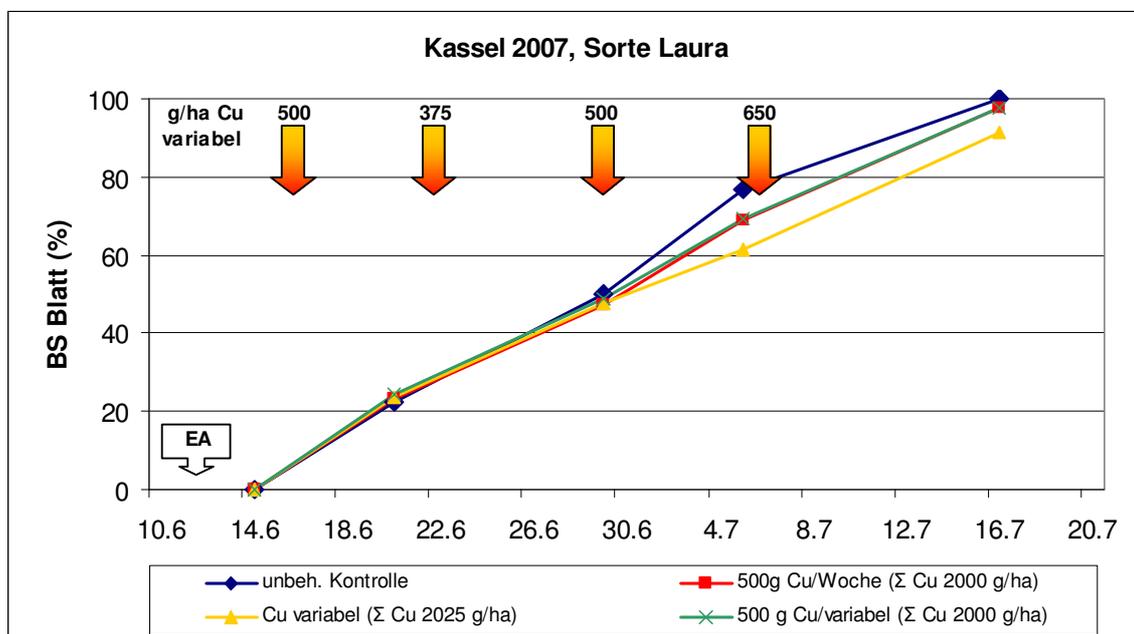


Abb. 59: Befallsverlauf Grebenstein, Wetterstation Kassel (HE): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

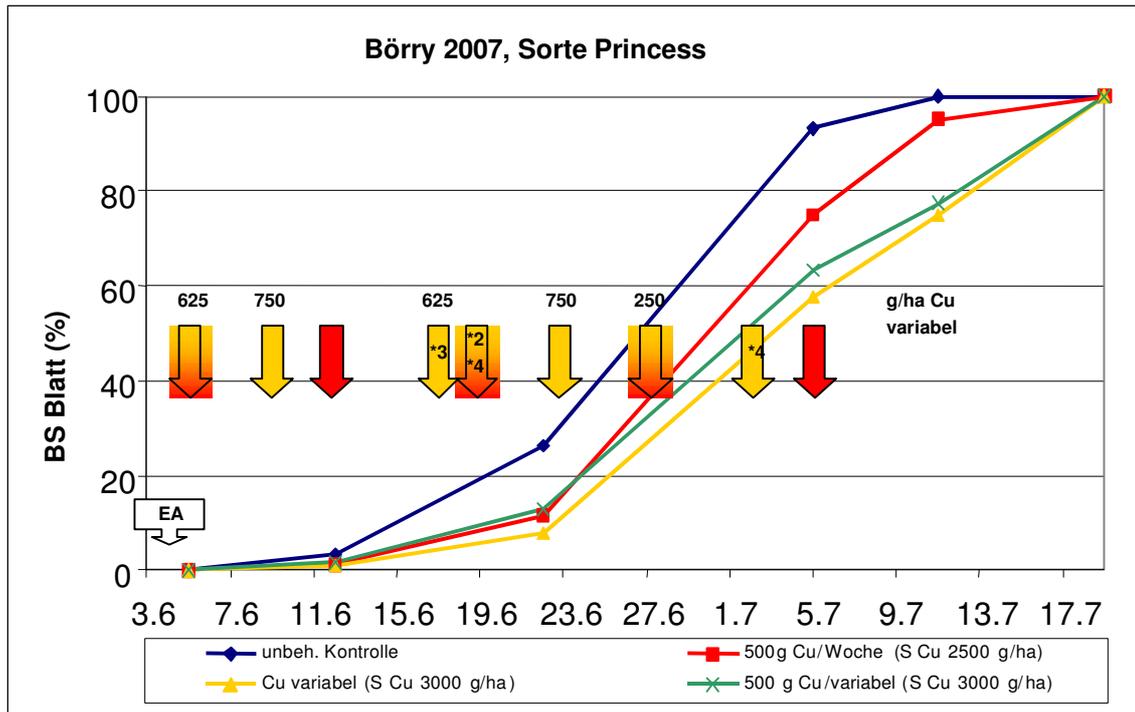


Abb. 60: Befallsverlauf Klein Hilligsfeld, Wetterstation Börry (NI): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Roter Pfeil = Spritzung der Variante 2 wöchentlich, gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen, gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten, \*3=nur VG3 gespritzt, \*4=nur VG4 gespritzt, \*2= nur VG2 gespritzt; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

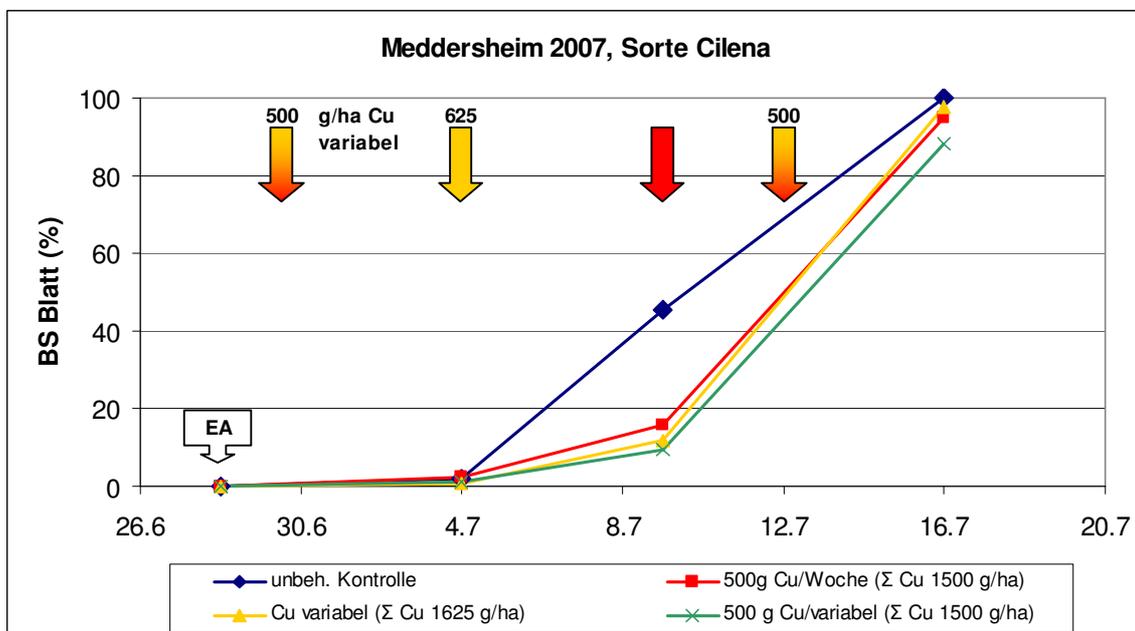


Abb. 61: Befallsverlauf Meisenheim, Wetterstation Meddersheim (RP): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Roter Pfeil = Spritzung der Variante 2 wöchentlich, gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen, gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

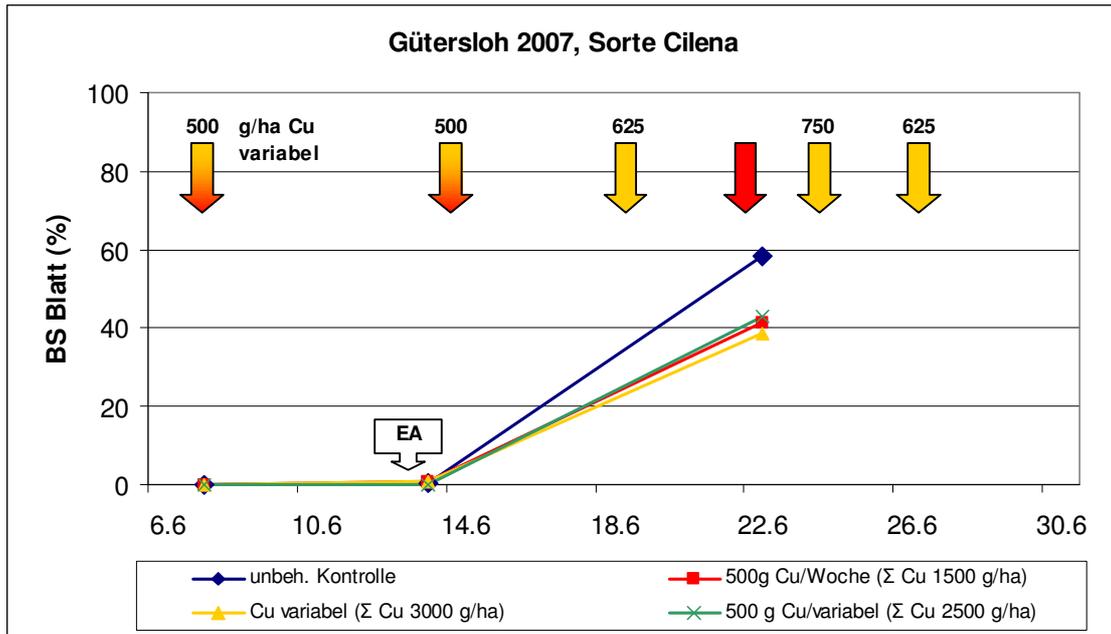


Abb. 62: Befallsverlauf Rheda-Wiedenbruck, Wetterstation Gütersloh (NW): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Roter Pfeil = Spritzung der Variante 2 wöchentlich, gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen, gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

### Versuchsvarianten 1, 2, 3:

In Niedersachsen, Wetterstation Braunschweig, wurden Kontrolle (VG1), Beratervariante (VG2) sowie die variable Kupfervariante (VG3) in drei Sorten am Standort Ahlum getestet (Abbildungen 63-65). Die Sorte Princess (Abb. 63), bei der ein Erstauftreten bereits am 06.06., eine Woche vor den anderen Sorten festgestellt wurde, wies am 25.06. in der Kontrolle eine Befallsstärke von 95% auf, während die kupferbehandelten Varianten bei 73-75% lagen. Eine Woche später zeigten die Varianten kaum noch Unterschiede und der Bestand war fast abgestorben. Anders die Situation bei den Sorten Finka (Abb. 64) und Ditta (Abb. 65): Hier konnte durch die Kupferbehandlungen der Befallsverlauf gegenüber der Kontrolle während 2-3 Wochen geringer gehalten werden. So lag bei der Sorte Finka am 25.06. die Befallsstärke der Kontrolle bereits bei 48%, während die Kupfervarianten eine Befallsstärke von 27% aufwiesen. Eine Woche später zeigten sich immer noch Unterschiede, wobei die Beratervariante gegenüber der modellberechneten Variante besser abschnitt. Die Sorte Ditta wies eine ähnliche Tendenz auf.

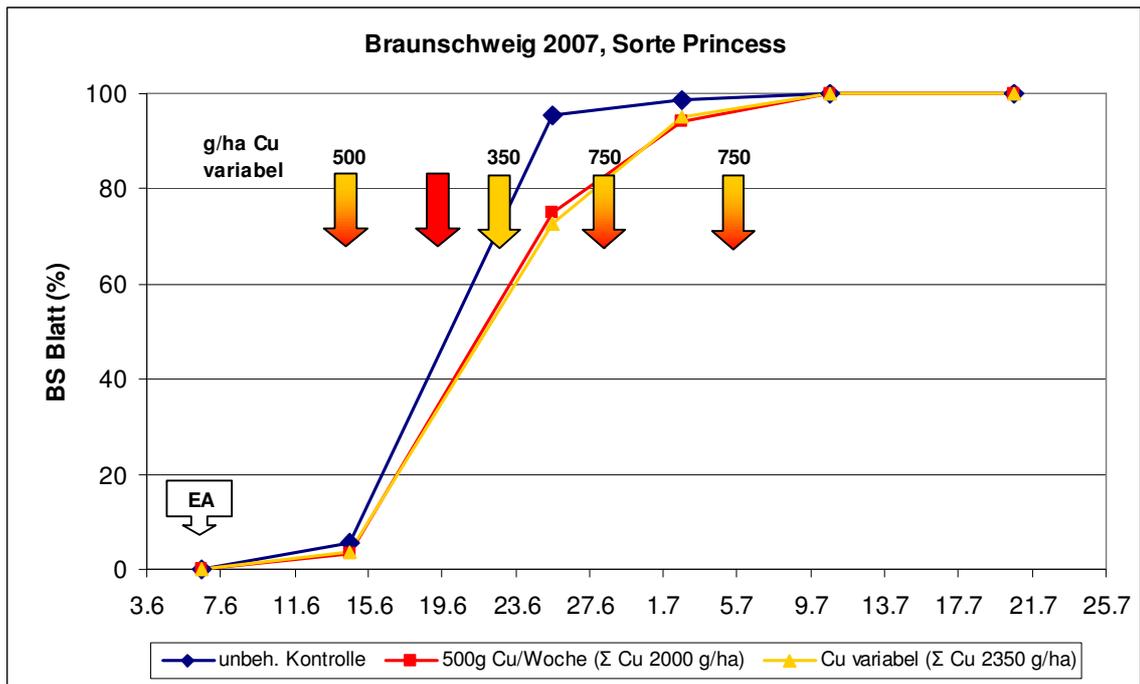


Abb. 63: Befallsverläufe Ahlum, Wetterstation Braunschweig (NI): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Roter Pfeil = Spritzung der Variante 2 wöchentlich, gelber Pfeil = Spritzung der Variante 3 zu modellberechneten Terminen, gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

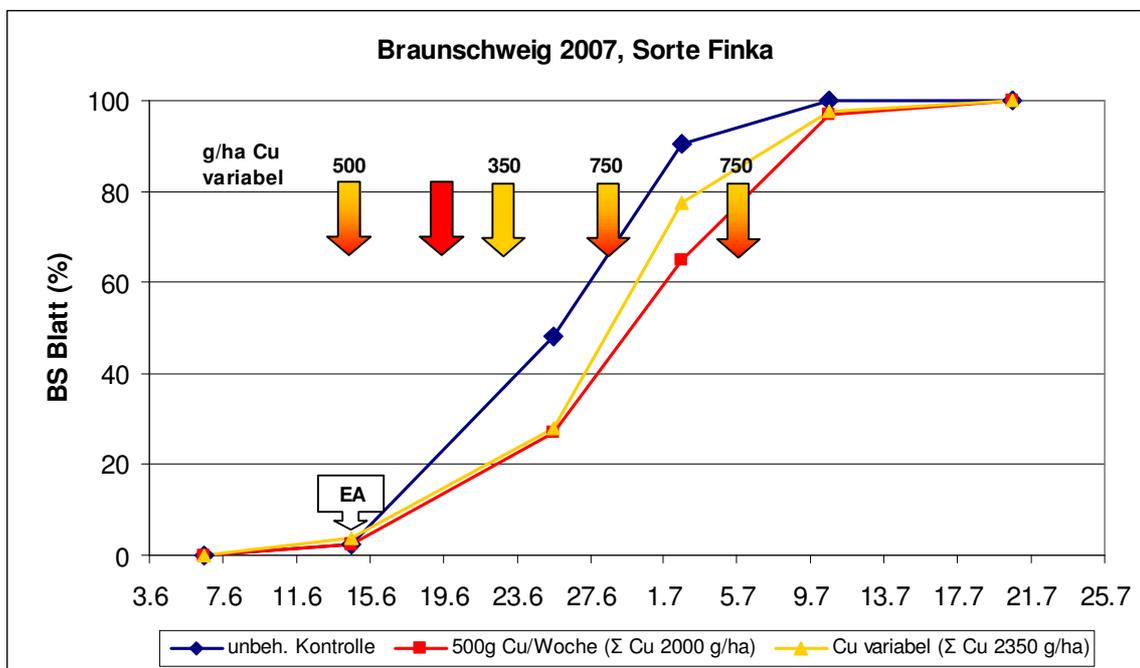


Abb. 64: Befallsverläufe Ahlum, Wetterstation Braunschweig (NI): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Roter Pfeil = Spritzung der Variante 2 wöchentlich, gelber Pfeil = Spritzung der Variante 3 zu modellberechneten Terminen, gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

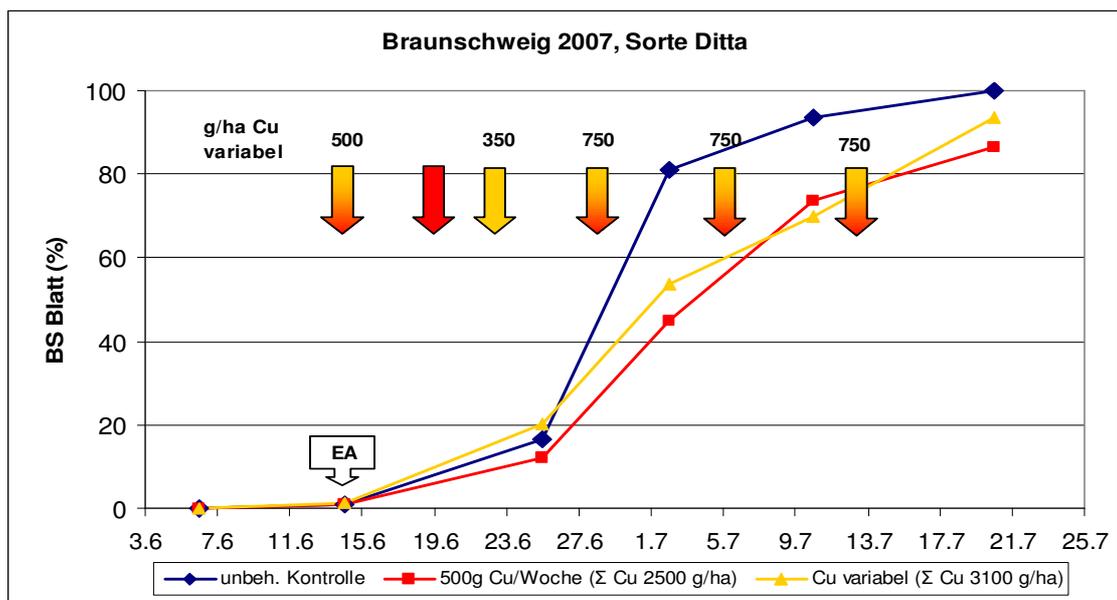


Abb. 65: Befallsverläufe Ahlum, Wetterstation Braunschweig (NI): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Roter Pfeil = Spritzung der Variante 2 wöchentlich, gelber Pfeil = Spritzung der Variante 3 zu modellberechneten Terminen, gelb/roter Pfeil = Spritzung aller Varianten; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

#### Versuchsvarianten 1, 3, 4:

In Bayern wurde die Beratervariante 2 nicht getestet, dafür aber die zwei modellberechneten Kupfervarianten (Abbildungen 66-69). SIMPHYT 1 prognostizierte hierbei den Spritzstart rechtzeitig, bzw. in einem Fall zeitgleich zum Erstauftreten der Krautfäule, so dass ein Spritzbelag frühzeitig vorlag. Im Vergleich zu den anderen bundesweiten Standorten war das Erstauftreten der Krautfäule in Bayern Ende Juni/Anfang Juli eher spät und der Erreger zeigte sich anschließend weniger aggressiv. In Bayern wurde eine maximale Befallsstärke von 51% Blattbefall in der Kontrolle festgestellt.

Am Standort Puch (Abb. 66) konnte am 17.07.07 in der Kontrolle ein maximaler Befall von 21,7% festgestellt werden, wohingegen die kupferbehandelten Varianten bei 6-9% lagen. Am Standort Schmiechen (Abb. 67), ebenfalls Wetterstation Puch, konnte eine ähnliche Situation beobachtet werden. Auch hier lag das Befallsniveau der Kontrolle bei maximal 31,2% am 24.07.07, wohingegen die Modellvarianten 18-20% aufwiesen. Die Bonituren wurden im Folgenden aufgrund der fortschreitenden Seneszenz beendet. Bei den Wetterstationen Burgheim und Baumannshof ist eine stärkere Differenzierung im Blattbefall der Kontrolle gegenüber den behandelten Varianten zu beobachten. An diesen Standorten konnte die Befallstärke in einem Zeitrahmen von 2-3 Wochen auf einem deutlich niedrigeren Niveau gehalten werden. So lag die Befallstärke der Kupfervarianten am Versuchsende bei der Wetterstation

Burgheim (Abb. 68) bei 20,5 und 32,9% gegenüber der Kontrolle mit 50,9%. Hier zeigte sich die Modellvariante mit der variablen Kupfermenge der Variante 4 (500g/ha Cu, variabler Termin) bei gleicher Applikationsmenge von 3kg/ha Cu überlegen. Bei der Wetterstation Baumannshof (Abb. 69) konnte das Befallsniveau der kupferbehandelten Varianten während des Zeitraums 18.07.-04.08.07 konstant niedrig bei 6-7% gehalten werden, während die Kontrolle von 26% auf 44% in diesem Zeitraum anstieg. Auch hier schnitt die variable Variante 3 besser ab als Variante 4, da 500g/ha Kupfer weniger ausgebracht wurden.

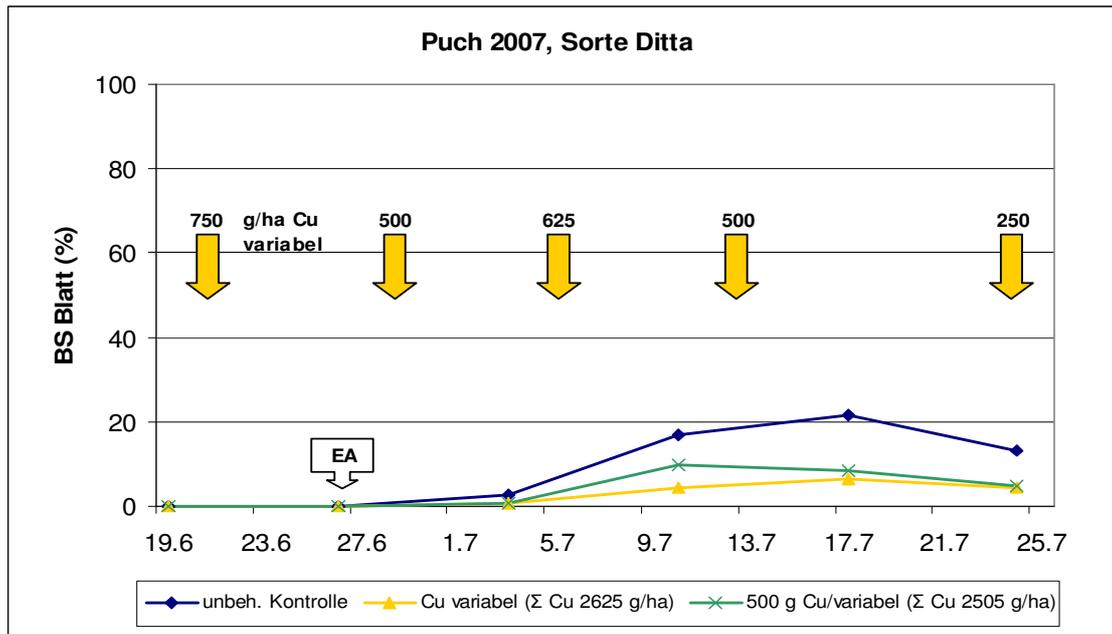


Abb. 66: Befallsverlauf Fürstenfeldbruck, Wetterstation Puch (BY): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

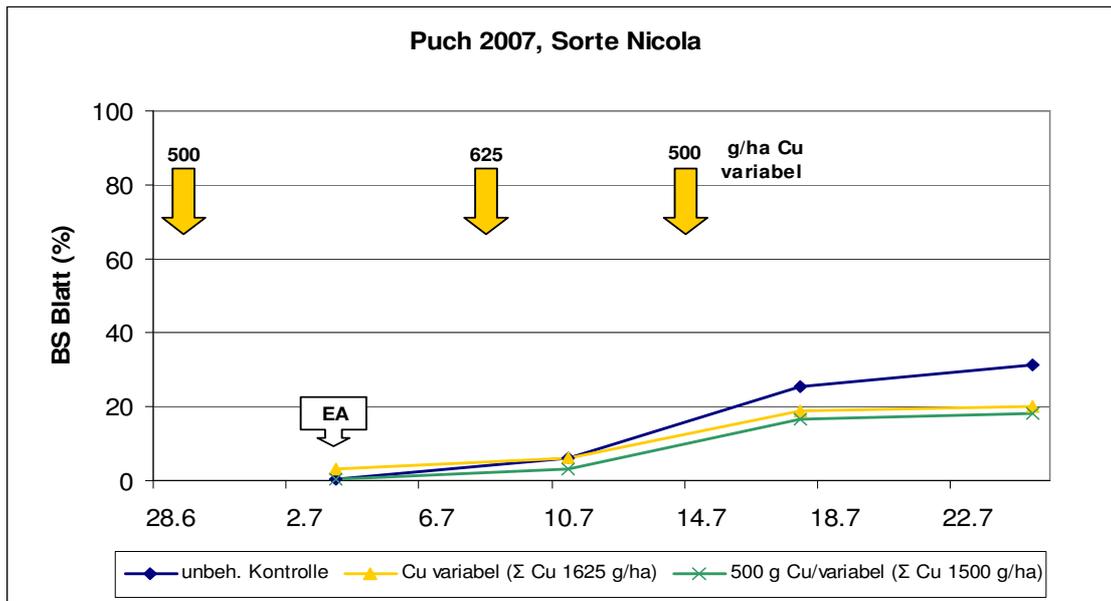


Abb. 67: Befallsverlauf Schmiechen, Wetterstation Puch (BY): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

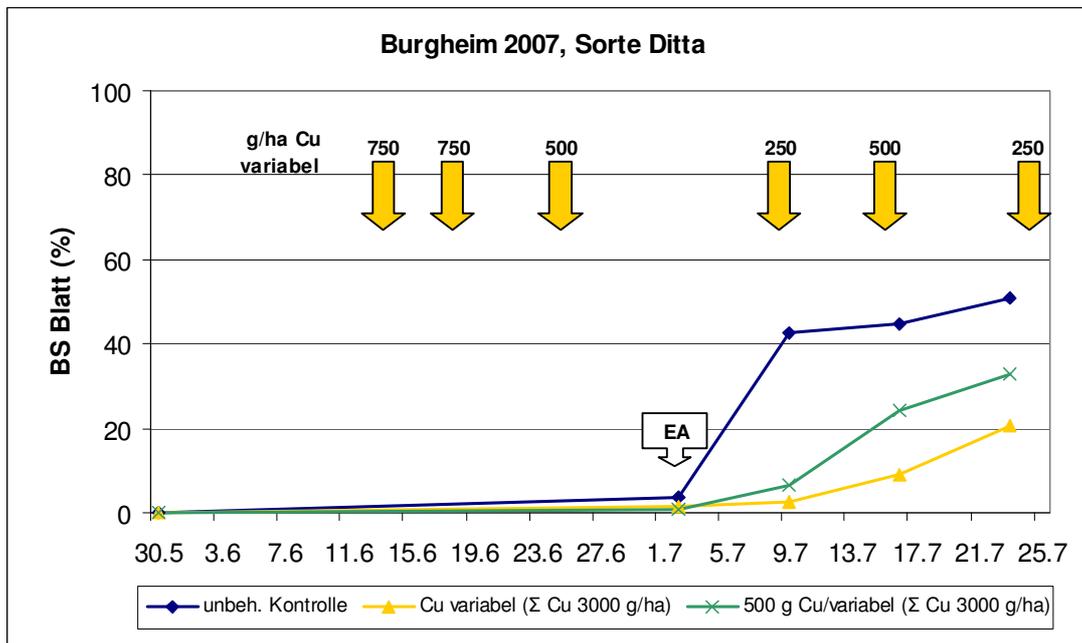


Abb. 68: Befallsverlauf Straßmoos, Wetterstation Burgheim (BY): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

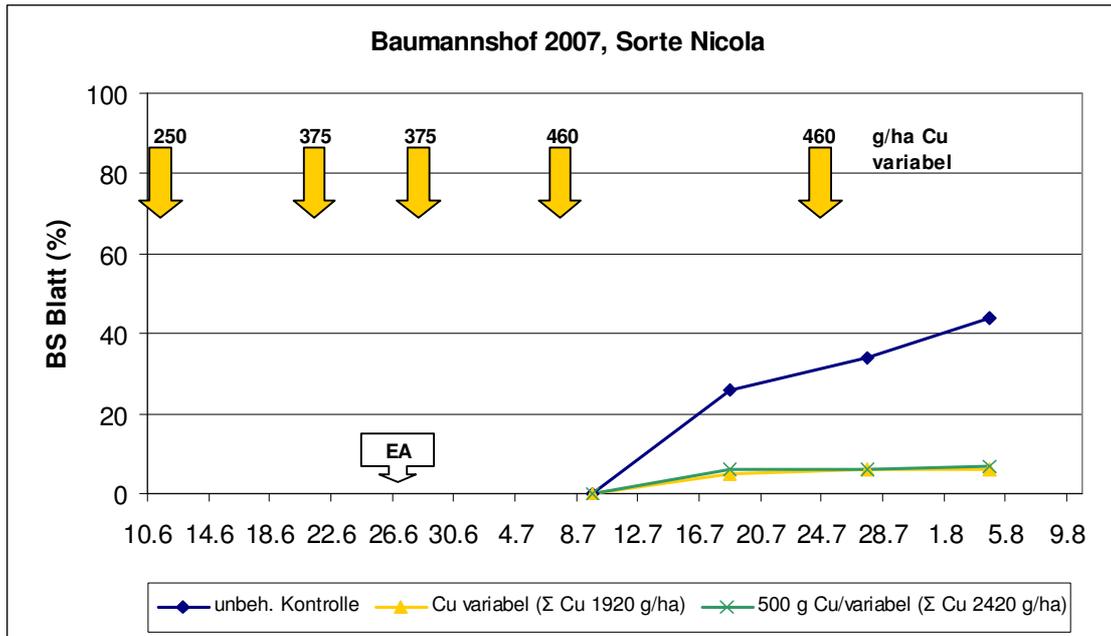


Abb. 69: Befallsverlauf Scheyern, Wetterstation Baumannshof (BY): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Gelber Pfeil = Spritzung der Varianten 3 + 4 zu modellberechneten Terminen; die Zahlen über den Pfeilen geben die Kupfermenge in g/ha der variablen Variante (VG3) an.

#### Versuchsvariante 4:

Bei Langwedel und Grumbach wurde Variante 4 getestet. In Langwedel konnte kein Befallsverlauf bonitiert werden, da ein sehr früher Befall den Bestand zusammenbrechen ließ. In Grumbach (Abb. 70) stieg der Befall bis Versuchsende auf 40% BS an. Insgesamt wurden 2kg/ha Cu ausgebracht.

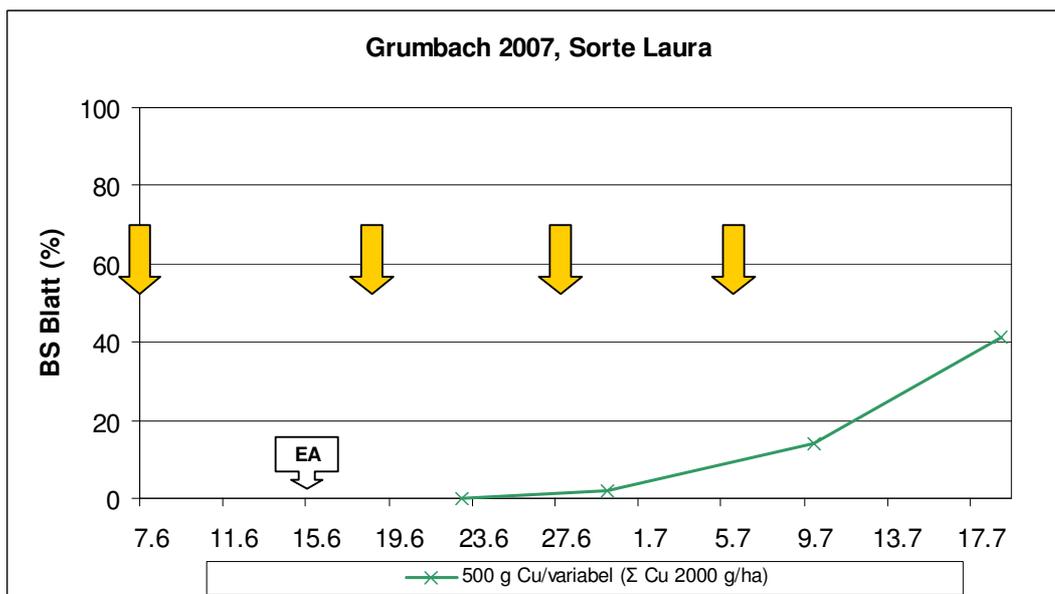


Abb. 70: Befallsverlauf Wilsdruff, Wetterstation Grumbach (SN): Übersicht der durchgeführten Spritzungen und ausgebrachten Cu-Mengen je Variante. Gelber Pfeil = Spritzung der Variante 4 zu modellberechneten Terminen

## **3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse**

### **Untersuchungen zur Regenbeständigkeit von Kupfer**

Die genauere Beurteilung der Regenbeständigkeit von Kupfer ermöglicht die effektive Einstufung der Schutzwirkung einer Cu-Behandlung. Eine Implementierung in die Modellberechnung führt deshalb zu einer sichereren Bestimmung des Spritzabstandes.

### **Auswirkung einer Kupferbeizung auf den Primärbefall**

Die Kupferbeizung reduziert den Primärbefall. Durch diese Maßnahme kann somit der Epidemieausbruch hinausgezögert und der Epidemieverlauf abgeschwächt werden.

### **PCR-Nachweis von latentem *Phytophthora infestans*- Befall**

Die Latenzzeit zwischen Pathogenwachstum und Ausbruch der Symptome (Sporulation) liegt nach den vorliegenden Ergebnissen zwischen 2 und 4 Wochen. Die epidemiologischen Daten zur Abschätzung der Latenzzeit konnten jedoch nicht in dem notwendigen Maße erhoben werden, wären jedoch für eine treffsichere Prognose sehr wichtig. Deshalb müssen zu diesem Punkt weitere Versuche durchgeführt werden.

### **Kupferminimierungsstrategien im Freiland**

Die anhand des Modells angepassten Spritzintervalle und Kupferaufwandmengen ermöglichen in Jahren mit niedrigem Infektionsdruck im Vergleich mit routinemäßigen Applikationen gleichwertige Erträge bei reduzierten Kupfermengen. An Standorten mit extrem hohem Infektionsdruck war keine der getesteten Applikationsvarianten ausreichend wirksam, so dass unter diesen Bedingungen weitere Untersuchungen notwendig sind.

### **Entwicklung der Entscheidungshilfe ÖKO-SIMPHYT**

Aufbauend auf den Model Simphyt wurde anhand der erhobenen Daten für den ökologischen Landbau Öko-Simphyt entwickelt welches Spritzstart, Krankheitsverlauf und Spritzpausen berechnet. In Jahren mit niedrigem Infektionsdruck arbeitet diese Modell sehr zuverlässig. Jedoch besteht für die Berechnung in Jahren mit frühem Stängelbefall und hohem Infektionsdruck noch Optimierungsbedarf.

## 4 Zusammenfassung der Ergebnisse 2005-2007

### Untersuchungen zur Regenbeständigkeit von Kupfer

In den Versuchen zur Wirkungsdauer und Regenbeständigkeit zeigte sich beim Versuch der LfL, dass bei Cuprozin fl. im Feld schon nach wenigen Tagen auch ohne Niederschlag ein Wirkungsverlust festzustellen war. Dieser Wirkungsverlust wurde zudem durch die auftretenden Niederschläge wesentlich verstärkt. Es zeigte sich aber auch, dass die Wirkungsdauer der höheren Aufwandmenge mit 750g/ha im Vergleich zu 500 und 250g/ha wesentlich länger anhielt, und die Wirkungsverluste wesentlich geringer ausfielen. Darüberhinaus konnte gezeigt werden, dass direkt nach einer Kupferbehandlung (Cuprozin fl.) Niederschläge von mehr als 20mm deutliche Abwaschungsverluste verursachen. Hier sind Verluste im Wirkungsgrad von bis zu 25% möglich.

### Auswirkung einer Kupferbeizung auf den Primärbefall

Es konnte gezeigt werden, dass eine Kupferbeizung keinen negativen Effekt auf das Auflaufverhalten hat.

In Abbildung 71 ist der Effekt der Beizungen der Jahre 2005-2007 dargestellt. Es konnte in 35% der Fälle eine Befallsreduktion um 10-50% erreicht werden, und in 18% der Fälle erfolgte sogar eine Reduktion um über 50%.

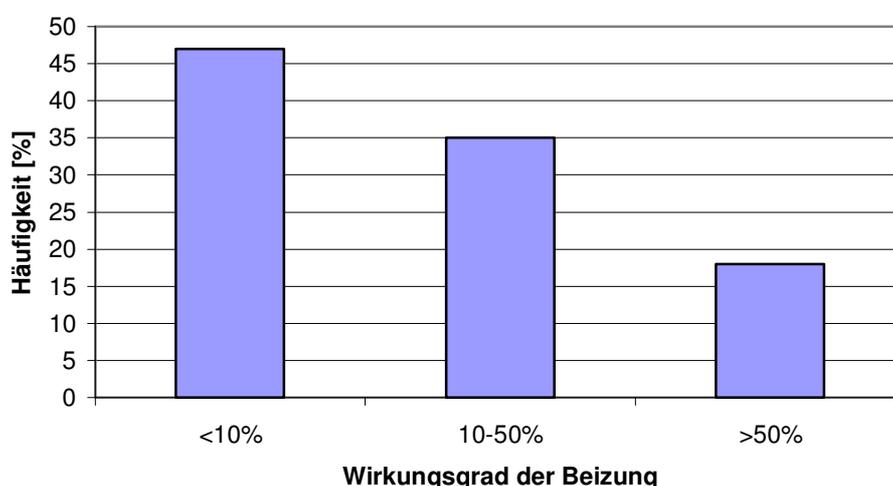


Abb. 71: Häufigkeit der ermittelten Beizungseffekte in den Jahren 2005-2007

Der Wirkungsgrad ließ sich jedoch häufig nicht statistisch signifikant absichern. So wurden in einigen Versuchen Befallsreduktionen bis zu 80% erzielt, während die Beizung in anderen Versuchen keine nennenswerte Wirkung hatte. Da in mehr als der Hälfte der Versuche ein Wirkungsgrad von über 10% festgestellt werden konnte, wird die Kupferbeizung der Pflanzknollen als empfehlenswert eingestuft. Die

Ursache für die hohe Schwankungsbreite in der Wirksamkeit der Beizung muss noch geklärt werden. So kann beispielsweise trotz künstlicher Infektionen nicht immer von einem hohen Infektionsdruck ausgegangen werden, was zu Schwankungen in der Wirksamkeit führen kann. Ebenso sind effektmindernde Wechselwirkungen zwischen der Kupferbeizung und anderen, im ökologischen Landbau erlaubten Beizmitteln, welche vom Anbauer verwendet werden, möglich.

Tabelle 76 gibt die Ergebnisse der Jahre 2005 bis 2007 zur Wirksamkeit einer Kupferbeizung auf die Befallshäufigkeit am Stängel der Agria wieder (um Vergleichbarkeit der Jahre zu erzeugen, wurde der höchste Befall stets als 100% gesetzt). Künstlich infizierte Knollen wiesen durchschnittlich eine höhere Befallshäufigkeit auf als die Kontrolle, wobei im Falle einer Beizung der infizierten Knolle die Befallshäufigkeit nur sehr gering erhöht war. Eine Beizung senkte somit bei infizierten Knollen die Befallshäufigkeit auf das „natürliche“ Niveau der Kontrolle. Die Unterschiede zwischen den Varianten weisen jedoch keine statistische Signifikanz auf.

Tab. 76: Vergleich des Beizungseffektes auf die Sorte Agria bei nur einer Knolle pro Pflanzloch ( Auswertung der Versuchsergebnisse der Jahre 2005 –2007)

Variante	Stängelbefall (BH %)
Agria unbehandelt - Kontrolle	37 A
Agria infiziert (50 Zoosporen)	47 A
Agria infiziert (50 Zoosporen) und gebeizt	39 A

In der Zusammenfassung der Ergebnisse zum Beizeffekt bei zwei Pflanzknollen pro Pflanzloch waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten erkennbar, obwohl alle Beizungen zu einer Reduktion des Primärbefalls führten. Das beste Resultat erzielte die Beizung beider Knollen, was zu einer durchschnittlichen Reduktion der Befallshäufigkeit um 7% führte (Tab. 77).

Tab. 77: Beizungseffekt auf die Sorte Agria bei zwei Knollen pro Pflanzloch, Quarta stets infiziert (Auswertung der Versuchsergebnisse der Jahre 2005 –2007)

Variante	Stängelbefall (BH %)
Quarta infiziert (200 Zoosporen) Agria	16 A
Quarta infiziert (200 Zoosporen) Agria gebeizt	12 A
Quarta infiziert (200 Zoosporen) gebeizt Agria	11 A
Quarta infiziert (200 Zoosporen) gebeizt Agria gebeizt	9 A

2006 konnte gezeigt werden, dass durch die Kupferbeizung der Mutterknolle der latente Tochterknollenbefall reduziert wird. Dieses Ergebnis konnte 2007 aufgrund einer generell extrem niedrigen Infektionsrate an den Tochterknollen (<3%) nicht überprüft werden.

Kupfer ist als Beizbehandlung zur Bekämpfung von Schwarzbeinigkeit (*Erwinia* spp.) in Kartoffeln zugelassen. Einsetzbare Produkte sind z.B. Cuprozin fl. und Cuprozin WP. Mögliche Beizverfahren sind die Pulverbeizung, die Flüssigbeizung an der Legemaschine oder die Flüssigbeizung mit der Ultra Low Volume-Technik (Mantis). Bei der Pulverbeizung gelangt das Beizmittel sehr ungleichmäßig an die Knollen, so dass Wirkverlust oder Verätzungen möglich sind. Bei der Beizung an der Legemaschine kommt nur ein Teil des Beizmittels an die Knolle. Aus diesem Grund ist die Beizung von Cuprozin flüssig mit der ULV-Technik (Mantis-Verfahren) über Rollband oder Sortieranlage mit einer Aufwandmenge von 0,16 l/t (= 48g Reinkupfer/t = 120g Reinkupfer/ha) in 0,6 – 1 l/t Wasser als am besten geeignet anzusehen.

### **PCR-Nachweis von latentem *Phytophthora infestans*- Befall**

Der molekularbiologische Nachweis des Pathogens mittels PCR-Sonde ergab, dass das Wachstum des Erregers im Wirtsgewebe bis zu einem Monat symptomlos erfolgen kann, bevor es zur visuellen Symptomausprägung kommt. Hierbei betrug die Latenzzeit zwischen der molekularen und der visuellen Detektion mindestens 2 Wochen. Diese symptomlose Phase wird durch Trockenphasen, also bei Witterungsbedingungen, welche für das Pathogen nachteilig sind, verlängert. Die Dauer dieser symptomlosen Phase ist für die Berechnung des Spritzstarts essentiell, konnte bisher jedoch nicht mit Witterungsdaten korreliert werden. Die Berechnung des Erstbefalls durch SIMPHYT 1, erwies sich daher nicht immer als zuverlässig. Im Jahr 2007 wurde so in Norddeutschland der Spritzstart an vielen Standorten zu spät berechnet. Die Einbeziehung der Bodenfeuchte in die Berechnung des Auftretens der Primärinfektionen könnte hierbei die Genauigkeit der Prognose deutlich erhöhen. Durch weiterführende Untersuchungen mittels Tensiometern soll daher in Zukunft die Korrelation zwischen Bodenfeuchte und dem Auftreten von Primärinfektionen ermittelt werden. Hierdurch soll eine deutliche Verbesserung der Prognose auch unter hohen Infektionsbedingungen möglich werden, da die relevanten Feuchtebedingungen an der Knolle und nicht nur Niederschläge und Luftfeuchte zur Berechnung herangezogen werden.

### **Kupferminimierungsstrategien im Freiland**

In Süddeutschland konnten in den Versuchsjahren durch alle Applikationsvarianten in fast allen Fällen höhere Erträge erzielt werden. Die Variante mit der niedrigsten Gesamtkupferaufwandmenge und 250g Cu/ha pro Applikation erzielte vergleichbare Erträge wie alle anderen Kupfervarianten. Kupfereinsparungen waren somit bei gleichwertigem Ertrag möglich, da sich keine der Varianten deutlich von den anderen abhob. In Norddeutschland konnte dieses Ergebnis bestätigt werden. Durch verminderte Aufwandmengen und den Einsatz des Prognosemodells war eine

Reduktion bis zu 25% der Gesamtaufwandmengen an Kupfer im Vergleich zur Beratervariante bei vergleichbaren Erträgen möglich.

Die Ergebnisse der untersuchten Kernvarianten zeigten, daß mit der Anpassung der Applikationsintervalle an den Infektionsdruck ein hohes Potenzial zur Reduzierung des Kupfereinsatzes vorhanden ist. Hier wurden 2006 an der BBA im Vergleich zur Beratervariante bis zu 50 % der Gesamtkupfermenge bei gleichbleibender Bekämpfung des Erregers eingespart.

Bei den wöchentlichen Behandlungen zeigte sich, dass mit Aufwandmengen von 0,25kg Cu/ha ausreichende Bekämpfungserfolge erzielt werden können, während Aufwandmengen von 0,15kg Cu/ha weniger zufriedenstellende Ergebnisse lieferten.

Die Versuche zur Dauerwirkung von Cu zeigten, dass unter den Umweltbedingungen im Jahr 2006 nach einer Applikation von 0,75kg Cu/ha noch fast 3 Wochen später eine Wirkung feststellbar war. Diese Ergebnisse bieten möglicherweise eine Alternative für eine Behandlungsstrategie in der Zeit, in der die Kartoffeln keinen Neuzuwachs an Blättern mehr bilden. So könnte der Zeitraum bis zur Ernte mit sehr wenigen Applikationen überbrückt werden. Unter dem hohen Infektionsdruck 2007 konnten diese Ergebnisse nicht bestätigt werden.

In zwei von drei Versuchsjahren (2005 und 2006) herrschte ein geringer bis sehr geringer Infektionsdruck. Unter diesen Bedingungen konnte der Kupfereinsatz durch die Anwendung des Prognosemodells ÖKO-SIMPHYT gezielt auf den zum Teil späten Befall angewandt werden, wodurch mindestens eine Applikation eingespart werden konnte. Krankheitsentwicklung und Spritzpausen wurden hierbei sehr gut vorhergesagt, so dass in diesen Jahren auch mit niedrigen Kupfermengen sehr gute Erträge erzielt werden konnten. In extremen Befallsjahren muß eine rechtzeitige protektive Behandlung prognostiziert werden, dies erfolgte 2007 jedoch noch nicht mit der notwendigen Zuverlässigkeit. Hier muß das Modell dringend angepasst bzw. weiter entwickelt werden.

Bei bereits befallenen Beständen und unter einem hohen Infektionsdruck zeigten selbst kurze Spritzabstände und hohe Aufwandmengen von Kupfer keine ausreichenden Wirkungsgrade mehr. Die maximale Aufwandmenge von 750g Cu/ha sollte daher bei hohem Druck, wie in 2007, erhöht, und das Modell an diese Bedingungen angepasst werden.

Während in Jahren mit einem geringen Infektionsdruck die Sortenwahl und das Vorkeimen keine große Bedeutung in der Krautfäulebekämpfung einnahmen, konnte in starken Befallsjahren die Kombination aus den genannten Faktoren mit einer intensiven Bekämpfung der Krautfäule zu deutlichen Ertragssteigerungen führen.

Der Zusatzstoff NU-Film-P führte zu keiner nennenswerten Wirkungsverbesserung der Kupferpräparate.

### **Entwicklung der Entscheidungshilfe ÖKO-SIMPHYT**

2006 wurden erstmalig Versuche zur Erprobung von ÖKO-SIMPHYT durchgeführt. Dies brachte neben den erzielten Ergebnissen auch Schwierigkeiten mit sich. Diese bestanden bezüglich der Versuchsanlage in der Bereitstellung geeigneter Flächen, in der Durchführung der Cu-Behandlungen (Technik und termingerechte Behandlung) und im Umgang mit den unbehandelten Kontrollen, die zum Teil als Risiko für den Gesamtschlag angesehen wurden und daher frühzeitig abgespritzt wurden.

Des Weiteren gab es Unsicherheiten bei der Diagnose der Phytophthora bzw. anderer Blattschäden und der Feststellung der Befallsstärke. Hinsichtlich dieser Schwierigkeiten, die im ersten Versuchsjahr nicht selten sind, wurden die Pflanzenschutzberater aus dem konventionellen Anbau um Unterstützung bezüglich Flächenauswahl, Versuchsanlage und Bonitur gebeten.

Zur Verbesserung des Prognosesystems ÖKO-SIMPHYT wurde das Modell SIMPHYT 3 um ein Modul zur Anzeige von möglichen Spritzunterbrechungen erweitert. Das Modul zur Anzeige von möglichen Spritzunterbrechungen wurde in SIMPHYT 3 erfolgreich implementiert, wurde aber 2007 aufgrund der dauerhaft günstigen Infektionsbedingungen nach Auflauf der Pflanzen nicht ausgelöst.

2007 war das zweite Versuchsjahr zur Erprobung des Prognosesystems ÖKO-SIMPHYT. Die Schwierigkeiten aus dem Jahr 2006 bezüglich der Bereitstellung geeigneter Flächen, in der Durchführung der Cu-Behandlungen und im Umgang mit den unbehandelten Kontrollen, konnten in diesem Jahr größtenteils ausgeräumt werden. Des Weiteren ermöglichte der diesjährige Krautfäulebefall eine gute Differenzierung zwischen den Versuchsvarianten.

Die Validierung und Verbesserung des Prognosesystems ÖKO-SIMPHYT soll 2008 in vergleichbarem Umfang fortgesetzt werden.

Auf Basis der Prognosemodelle SIMPHYT 1 und SIMPHYT 3 wurde für den ökologischen Landbau eine angepasste Modellversion entwickelt. Dieser Algorithmus wurde programmiert und steht seit April 2006 unter [www.isip.de](http://www.isip.de) zur Verfügung (Abb. 72).

Zur Berechnung von ÖKO-SIMPHYT ist zunächst eine schlagspezifische Eingabe erforderlich. Im Modell werden daher Schlagname, repräsentative Wetterstation, Auflauftermin, Sorte und Gefährdungspotential des Kartoffelschlags über eine Eingabemaske abgefragt. Des Weiteren gibt es die Eingabeparameter Niederschlag

auf der Fläche seit der letzten Spritzung und Krautwachstum, die sich während des Kulturverlaufs verändern und daher regelmäßig überprüft und angepasst werden müssen.

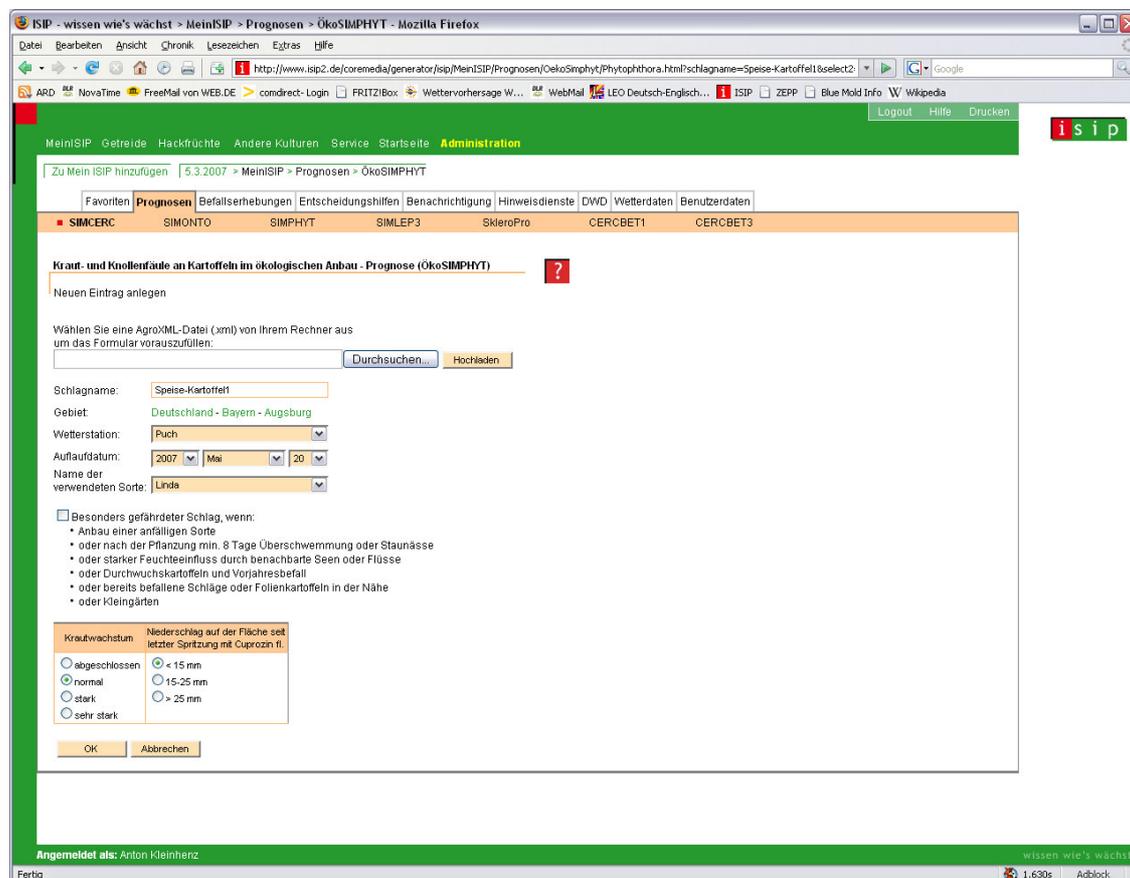


Abb. 72: Eingabemaske ÖKO-SIMPHYT

SIMPHYT 1 berechnet den Spritzstart. An diesem Tag werden alle Varianten erstmalig gespritzt. Bei der Variante mit der variablen Cuprozin-Menge (Variante 3) wird die Menge appliziert, die am Tag des Spritzstarts vom Modell angezeigt wird. Ab dem Spritzstart wird mit SIMPHYT 3 weiter gearbeitet.

SIMPHYT 3 berechnet den Spritzabstand. Der Spritzabstand bezieht sich auf das Datum der letzten Spritzung. Der Spritzabstand kann sich täglich verändern zum einen durch einen zu- oder abnehmenden Infektionsdruck (abh. von Temperatur und Luftfeuchte) und zum anderen durch schlagspezifische Einstellungen (Krautwachstum und Niederschlag). Die Cu-Aufwandmenge der variablen Cuprozin-Variante verändert sich in Abhängigkeit vom Infektionsdruck und muss am Tag der geplanten Applikation aus dem Modell abgelesen werden.

Sind die Infektionsbedingungen für *Phytophthora infestans* ungünstig, z.B. auf Grund von anhaltender Trockenheit, kann eine Spritzpause vorgenommen werden. Diese Spritzpause wird gestartet, wenn an sieben aufeinander folgenden Tagen der vom

Modell ausgegebene Phytophthora-Effizienzwert  $pew = 0$  ist und beendet, wenn an zwei aufeinander folgenden Tagen der  $pew > 0$  ist (sichtbar im Diagramm als gelbe oder rote Balken). Die Applikationen werden dann am vierten Tag nach der Spritzpause fortgesetzt. In 2006 wurde diese Spritzpause erstmalig eingeführt und nach manueller Rechnung genutzt. Seit 2007 ist das Prognosesystem ÖKO-SIMPHYT um ein entsprechendes automatisches Spritzunterbrechungsmodul erweitert.

## 5 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen /Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Der vorgegebene Arbeitsplan wurde eingehalten, und alle geplanten Untersuchungen konnten durchgeführt werden.

### Teilprojekt A

<b>Geplantes Versuchsziel</b>	<b>Erreichtes Versuchsziel</b>
Erarbeitung biologischer und epidemiologischer Daten zur Minimierung des <i>Phytophthora</i> -Primärbefalls mittels Pflanzgutbeizung	<p>Durch Cu-Beizungen kann der Primärbefall reduziert werden.</p> <p>Als geeignetes Beizverfahren erwies sich das ULV-Verfahren.</p> <p>Gründe für die schwankenden Wirkungsgrade müssen noch ermittelt werden.</p>
Erarbeitung biologischer und epidemiologischer Daten zur Anpassung des Prognosesystems an den ökologischen Kartoffelanbau	<p>Die Übertragung der Infektion von Pflanzknolle zu Pflanzknolle wurde nachgewiesen.</p> <p>Das Wachstum des Erregers im Stängel ohne Symptomausbildung (Latenzzeit) wurde nachgewiesen – die genauen Einflussfaktoren auf die Latenzzeit sind noch nicht genügend geklärt.</p> <p>Die Regenbeständigkeit von Kupfer wurde untersucht.</p> <p>Mehrere Kupferminimierungsstrategien wurden getestet.</p>
Koordination der Versuche zur Modellvalidierung und zur Praxiseinführung in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder und dem Ökoring Niedersachsen	Das Modell wurde 2006 und 2007 über die Pflanzenschutzdienste der Länder und dem Ökoring Niedersachsen in der Praxis getestet . Die erhobenen Daten wurden zur Validierung des Modells eingesetzt.

### Teilprojekt B

<b>Geplantes Versuchsziel</b>	<b>Erreichtes Versuchsziel</b>
Erarbeitung biologischer und epidemiologischer Daten zur Anpassung des Prognosesystems an den ökologischen Kartoffelanbau	Die Regenbeständigkeit von Kupfer wurde untersucht. Der Sorteneinfluss wurde untersucht. Effekt des Vorkeimens wurde untersucht. Die Kupferminimierung wurde erfolgreich getestet. Dauerwirkung von Kupfer wurde getestet.
Koordination der Versuche zur Modellvalidierung und zur Praxiseinführung in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder und dem Ökoring Niedersachsen	Das Modell wurde 2006 und 2007 über die Pflanzenschutzdienste der Länder und dem Ökoring Niedersachsen in der Praxis getestet . Die erhobenen Daten wurden zur Validierung des Modells eingesetzt.

### Teilprojekt C

Erweiterung des Prognosesystems SIMPHYT zu ÖKO-SIMPHYT	Anpassung des Modells an die Gegebenheiten des Ökolandbaus wurde vorgenommen. Das Modell steht im Internet zur Verfügung.  Berechnung des Spritzstarts bei hohem Primärbefallsdruck muss optimiert werden
Berechnung der Erst- und Folgeapplikationen	Die Erst- und Folgeapplikationen wurden anhand der erhobenen Daten berechnet und über die entwickelte Internetseite termingerecht zur Verfügung gestellt
Konzeption und Beauftragung der Programmierung der neuen Internetseiten, Sicherstellung der termingerechten Bereitstellung der Internetseiten	Die Internetpräsenz des Modells wurde entwickelt. Das Modell ÖKO-SIMPHYT steht unter <a href="http://www.isip.de">www.isip.de</a> zur Verfügung. Der Zugriff über das Internet erfolgt problemlos.

## 6 Literaturverzeichnis

ADLER, N. (2000): Untersuchungen zum Befall von Kartoffeln mit *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary mittels visueller Bonitur und PCR-Methoden. Dissertation TU München/Weihenstephan.

BÄßLER, R., HABERMEYER, J.; ZELLNER M. (2002): Krautfäule-Befall durch Pflanzgutbeizung verzögern? Kartoffelbau 53, 4, 126-129.

BÄßLER, R., MADEL, C., HABERMEYER, J.; ZELLNER M. (2002): Primärbefall von *Phytophthora infestans* - Einfluss von Bodenart und Bodenfeuchte. Kartoffelbau 53, 5, 162-165.

BÄßLER, R., MADEL, C.; ZINKERNAGEL V. (2004): Primärbefall durch *Phytophthora infestans* im Kartoffelbau-Einfluss von Bodenart und Bodenfeuchte. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 396, 98.

ZELLNER, M. (2004): Zur Epidemiologie und Bekämpfung von *Phytophthora*-Primärbefall an Kartoffeln. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 396, 189

## 7 Veröffentlichungen \ Öffentlichkeitsarbeit zum Projekt 2005-2007

### Öffentlichkeitsarbeit 2005

#### Vorträge

Zellner, M.: Kupfer und keine Alternative. Bioland Erzeugerring Bayern am 26.01.05 in Plankstetten

Benker M.: Krautfäuleregulierung – neue Erkenntnisse der Ausbreitung und Regulierungsmaßnahmen. Naturland-Kartoffelseminar am 15.03.05 in Hohenbercha

Benker M., Zellner M., Wagner S.: Optimaler Einsatz von Cu-Fungiziden zur Bekämpfung der Krautfäule im Ökologischen Kartoffelanbau. Winterarbeitsbesprechung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenschutz – mit den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten (ÄLF) am 29./30.11.05 in Freising

### Öffentlichkeitsarbeit 2006

#### Vorträge

Benker, M.; Zellner, M.: Krautfäuleregulierung bei Kartoffeln im ökologischen Landbau. Kolloquienreihe der Institute für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz sowie für Pflanzenschutz am 17.01.06 in Freising

- Benker, M.; Zellner, M.: Strategien zur Minimierung des Kupfereinsatzes. Kartoffelseminar „Bio-Kartoffeln: Anbau – Absatz“. Naturland NRW, Lippetal-Lippborg am 25.01.-27.01.06 in Freckenhorst bei Münster
- Benker, M.; Zellner, M.: Ergebnisse der Projektarbeiten der LfL im Jahr 2005. 2. Treffen der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe „ÖKO-SIMPHYT“ am 31.01.06 in Freising
- Bangemann, L.-W.; Bartels, G.: Ergebnisse der Projektarbeiten der BBA im Jahr 2005. 2. Treffen der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe „ÖKO-SIMPHYT“ am 31.01.06 in Freising
- Benker, M.; Zellner, M.: Projekt ÖKO-SIMPHYT – Präsentation der Versuchsergebnisse 2005 der LfL. Fachmeeting „Kupferminimierungsprogramm“ der Spiess-Urania mit Kooperationspartnern am 16.02.06 in Braunschweig
- Bangemann, L.-W.; Bartels, G.: Projekt ÖKO-SIMPHYT – Präsentation der Versuchsergebnisse 2005 der BBA. Fachmeeting „Kupferminimierungsprogramm“ der Spiess-Urania mit Kooperationspartnern am 16.02.06 in Braunschweig
- Benker, M.; Zellner, M.: Wirkung einer Kupferbeizung auf den Primärbefall von *Phytophthora infestans*. DPG – Arbeitskreis Integrierter Pflanzenschutz, Projektgruppe Kartoffel am 01.03.-02.03.06 in Braunschweig
- Benker, M.; Zellner, M.: Kupferstrategien zur Kontrolle von *Phytophthora infestans* im ökologischen Kartoffelanbau. DPG – Arbeitskreis Integrierter Pflanzenschutz, Projektgruppe Kartoffel am 01.03.-02.03.06 in Braunschweig
- Bangemann, L.-W.; Bartels, G.: Strategien zur Minimierung des Kupfereinsatzes im ökologischen Kartoffelanbau zur Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule. Bio-Kartoffeltag 2006 (Ökoring und LWK-Niedersachsen) am 06.07.06 in Zernien
- Bangemann, L.-W.; Bartels, G.: Reduction of the use of copper with ÖKO-SIMPHYT a decision support system to control late blight in organic potato production. Vorstellung des Projektes vor chinesischer Delegation am 12.09.06 in Braunschweig

Benker, M.; Zellner, M.; Kleinhenz, B.: Reduzierung des Phytophthora-Primärbefalls durch eine Kupferbeizung unter den besonderen Bedingungen des Ökologischen Kartoffelanbaus. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung am 25.09.-28.09.06 in Göttingen

Benker, M.; Zellner, M.: Untersuchungen zur Ätiologie von Phytophthora-Primärbefall an Kartoffeln. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung am 25.09.-28.09.06 in Göttingen

Zellner, M.; Benker, M.; Kleinhenz, B.; Bartels, G.: Strategien zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide bei der Krautfäulebekämpfung im Ökologischen Kartoffelanbau – ein vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördertes Forschungsprojekt. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung am 25.09.-28.09.06 in Göttingen

Benker, M.; Zellner, M.: Aktuelle Forschungsergebnisse zum Phytophthora-Primärbefall an Kartoffeln. GFP-Jahrestagung 2006. Abteilungssitzung Kartoffeln am 08.11.06 in Bonn

Benker, M.; Zellner, M.; Bangemann, L-W.; Kleinhenz, B.; Bartels, G.: Krautfäulebekämpfung im ökologischen Kartoffelanbau - Projektergebnisse aus 2 Jahren ÖKO-SIMPHYT. GPZ-Wintertagung. Arbeitskreis Kartoffeln 2006 am 22.11.-23.11.06 in Göttingen

#### **Poster:**

Bangemann, L.-W.; Wohlleben, S.; Benker, M.; Kleinhenz, B.; Zellner, M.; Bartels, G.: *Phytophthora*-Sekundärbefall - Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Kartoffelanbau. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung am 25.09.-28.09.06 in Göttingen

#### **Publikationen:**

Benker, M.; Zellner, M.; Wagner, S.: Neue Ansätze zur Optimierung der Kraut- und Knollenfäulebekämpfung im ökologischen Kartoffelanbau. Gesunde Pflanzen. Pflanzenschutz-Verbraucherschutz-Umweltschutz. Springer Verlag 58(1):18-27

Benker, M.; Zellner, M.: Ökologische Krautfäulebekämpfung. Schule und Beratung. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, SuB Heft 6/06:III-6 – III-8

- Bangemann, L. W.; Wohlleben, S.; Benker, M.; Kleinhenz, B.; Zellner, M.:  
Phytophthora-Sekundärbefall – Kupferminimierungsstrategien im ökologischen  
Kartoffelanbau. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., 400: 344-345
- Benker, M.; Zellner, M.; Kleinhenz, B.: Reduzierung des Phytophthora-Primärbefalls  
durch eine Kupferbeizung unter den besonderen Bedingungen des  
Ökologischen Kartoffelanbaus. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch.,  
400: 327-328
- Benker, M.; Zellner, M.: Untersuchungen zur Ätiologie von Phytophthora-Primärbefall  
an Kartoffeln. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., 400: 327
- Zellner, M.; Benker, M.; Kleinhenz, B.; Bartels, G.: Strategien zur Minimierung des  
Einsatzes kupferhaltiger Fungizide bei der Krautfäulebekämpfung im  
ökologischen Kartoffelanbau – ein vom Bundesprogramm ökologischer  
Landbau gefördertes Forschungsprojekt. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-  
Forstwirtsch., 400: 329-330

## **Öffentlichkeitsarbeit 2007**

### **Vorträge**

- Bangemann, L. W.; Wohlleben, S.; Benker, M.; Kleinhenz, B.; Zellner, M.:  
Unterblattspritzungen und Reduzierung der Kupferaufwandmengen im  
ökologischen Kartoffelbau. Veranstaltung des Verbandes Biopark e.V. zum  
Thema: Kartoffelanbau -- neuste Erkenntnisse zur Regulierung der Kraut-  
und Knollenfäule am 15.02.07 in Brook
- Bangemann, L.-W. Bartels, G.: Kupfer im ökologischen Landbau.- Wann und Wie  
einsetzen-, DPG Arbeitskreis Kartoffeln, Braunschweig, 07.03.07
- Benker, M.; Zellner, M.: Ergebnisse der Forschungsarbeiten 2006 an der LfL –  
Projekt ÖKO-SIMPHYT, 3. Sitzung der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe  
„Krautfäulebekämpfung im Ökologischen Landbau“, Freising, 17.01.07
- Benker, M.; Zellner, M.: Neue Forschungsergebnisse im Einsatz von Kupfer zur  
Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule in Kartoffeln, Naturland Kartoffeltag  
2007, Allershausen, 27.02.07
- Benker, M.: Hygienemaßnahmen zur Kontrolle von Kartoffelkrankheiten,  
Saatkartoffel-Erzeugervereinigung Oberpfalz e.V. & Erzeugerring f. Saat- und  
Pflanzgut Oberpfalz e.V., Schwarzenfeld, 28.02.07

Benker, M.; Zellner, M.: Einfluss einer Kupferbeizung auf den latenten Phytophthora-Befall der Tochterknollen, DPG Arbeitskreis Kartoffeln, Braunschweig, 07.03.07

Benker, M.; Zellner, M.: Entwicklung von Phytophthora infestans im Lager, DPG Arbeitskreis Kartoffeln, Braunschweig, 07.03.07

Keil, S.; Benker, M.; Zellner, M.: Erste Erfahrungen mit der Kupferbeizung zur Minimierung des Krautfäulebefalls, Agritechnica, Hannover 14.11.07

### **Poster**

Bangemann, L.-W.; Benker, M.; Kleinhenz, B.; Zellner, M.; Bartels, G.: Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Kartoffelanbau- Projekt "ÖKO-SIMPHYT": Erste Erfahrungen aus dem norddeutschen Freiland. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Hohenheim, 21.03.07

Benker M.; Zellner M.; Bangemann L.-W.; Kleinhenz B.; Bartels G.: Strategien zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelanbau - Projekt "ÖKO-SIMPHYT", Öko-Landbau-Tag LfL 2007, Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Freising, 07.03.07

Benker M.; Zellner M.; Bangemann L.-W.; Kleinhenz B.; Bartels G.: Strategien zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelanbau - Projekt "ÖKO-SIMPHYT", 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Hohenheim, 21.03.07

Benker M.; Zellner M.: Strategies to reduce copper amounts in organic potato production – Project „ÖKO-SIMPHYT“, Euroblight Workshop 2007, Bologna, Italy, 02.-05.05.07

Benker M.; Zellner M.: The effect of copper seed treatment on potato late blight, EAPR Pathology Section Meeting 2007, Hämeenlinna, Finland, 02.-06.07.07

### **Publikationen:**

Bangemann, L.-W.; Benker, M.; Kleinhenz, B.; Zellner, M.; Bartels, G.: Late blight control by using a decision support system in organic potato cultivation. In: Agrefood Research Working papers 142, Hrsg.: MTT Agrifood Research Finland, FI-31600 Jokionen, Finland.

Benker, M.; Zellner, M.: The effect of copper seed treatment on potato late blight. In: Agrefood Research Working papers 142, Hrsg.: MTT Agrifood Research Finland, FI-31600 Jokionen, Finland.

Benker, M.; Zellner, M.: Strategies to reduce copper amounts in organic potato production. In: Proceedings of the Tenth Workpop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight In: (Special Report No. 12) Bologna, Italy, 2nd – 5th May 2007, Hrsg.: PPO – AGV, PO Box 430, NL-820, AK Lelystad, Netherlands.

Bangemann, L-W.; Niepold, F.; Zellner, M.; Kleinhenz, B.; Bartels, G.: Kupferminimierung im Ökologischen Kartoffelbau unter Einsatz des Prognosemodells „ÖKO-SIMPHYT“. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 410, Aktuelle Beiträge zum Pflanzenschutz im Ackerbau

### **Versuchsführung**

Keil, S.: Präsentation der Beiz- und Öko-Simphyt-Versuche in Puch. Bioland, 13.07.07 (Puch)

### **Internetbeiträge der LfL ([www.lfl.bayern.de](http://www.lfl.bayern.de))**

Benker, M.; Zellner, M. : Ökologische Krautfäulebekämpfung

### **Danksagung**

Wir danken dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für die finanzielle Förderung im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.