



Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Abschlussbericht Silberschorf

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 2318

**Untersuchungen zum Auftreten von Silberschorf
(*Helminthosporium solani*) in Abhängigkeit von den
Standortsverhältnissen, Erntezeitpunkt und Lagerbedingungen
sowie mögliche Gegenmaßnahmen**

Determinations about silver scurf (*Helminthosporium solani*) in
relation to location, time of harvest and conditions of storage and
what to do against

Projektleitung:

DI Waltraud Hein, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Dr. Anton Hausleitner, Dr. Andreas Bohner, LFZ Raumberg-Gumpenstein

www-raumberg-gumpenstein.at



lebensministerium.at

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Summary	4
Einleitung	4
Erkennen des Pilzes (<i>Helminthosporium solani</i>)	5
Material und Methoden	6
ALLGEMEINE STANDORTSBEDINGUNGEN:	6
BEFALL DES PFLANZGUTES:.....	7
VERWENDETE BEIZMITTEL:.....	7
DURCHGEFÜHRTE BEOBACHTUNGEN:.....	7
Ergebnisse	8
KNOLLNERTRÄGE:.....	8
SORTIERUNG:	9
SILBERSCHORFBEFALL:.....	9
<i>Nach der Ernte:</i>	9
<i>Nach der Lagerung:</i>	11
Diskussion	12
Schlussfolgerungen	13
Literatur	14

Zusammenfassung

Bei diesem Forschungsprojekt handelt es sich um einen Beitrag zur Lösung der Problematik mit Silberschorf an Kartoffeln. Dabei geht es um eine Pilzkrankheit, die durch den Erreger *Helminthosporium solani* hervorgerufen wird. Zu erkennen ist diese Krankheit an silbrig schimmernden Flecken, die aber erst an den geernteten, gewaschenen Knollen zu sehen sind. Während der Vegetationsperiode gibt es wenige Möglichkeiten, das Auftreten von Silberschorf festzustellen, daher ist bei der Ernte größtes Augenmerk auf das Aussehen der Kartoffelknollen zu legen. Was für den Konsumenten nur ein „kosmetisches“ Problem darstellt, bedeutet für den Landwirt, der Kartoffelpflanzgut erzeugt, wesentlich mehr als nur das. Durch oftmals starken Wasserverlust, dem eine mit Silberschorf befallene Knolle unterliegt, ist die Vitalität eingeschränkt und die Triebkraft reduziert. Dadurch kann die Anzahl der Triebe pro Pflanze stark verringert sein, was natürlich auch Auswirkungen auf den Ertrag hat.

Nachdem das geänderte Konsumverhalten in erster Linie darauf abzielt, nur gewaschene Kartoffelknollen im Verkauf anzubieten, ist das Auftreten von Silberschorf drastisch angestiegen. Auf ungewaschenen Knollen ist Silberschorf nicht zu erkennen. Außerdem bewirkt das Abpacken von Kartoffeln in Plastiksäcke ein Ansteigen des Silberschorfbefalls, sofern die Knollen nicht restlos trocken abgepackt werden.

Eine Möglichkeit, den Befall mit Silberschorf einzudämmen, besteht in einer Beizung des Pflanzgutes. Verschiedene europäische Forschungsinstitutionen haben sich schon mit der Bekämpfung von Silberschorf beschäftigt, allerdings kein allgemein anwendbares Beizmittel gefunden, sondern Empfehlungen herausgegeben, die dem Silberschorf entgegenwirken sollen.

In dem hier vorgestellten Forschungsprojekt wurden zwei unterschiedliche Beizmittel geprüft, eines im Pflanzenschutzmittelkatalog gegen Silberschorf zugelassenes (Monceren Plus) und eines, das bisher im Kartoffelbau nur als Desinfektionsmittel in der Reinigung eingesetzt werden konnte (Menno Florades). Als Vergleich diente die unbehandelte Variante; außerdem wurde Menno Florades zusätzlich zur Knollenbehandlung noch als Bodenbehandlung angewendet. An Sorten standen insgesamt drei zur Verfügung, Ukama aus dem frühen Sortiment, Tosca und Marabel aus dem mittelfrühen Spektrum. Angebaut wurde auf dem Hauptversuchsfeld der BAL Gumpenstein sowie an der Außenstelle Oberes Murtal in Kobenz in den Jahren 2002 bis 2004. Die Anlage der Versuche erfolgte nach statistisch auswertbaren Plänen, jeweils in vierfacher Wiederholung pro Objekt. Für den Anbau wurde das gesamte Pflanzgut nach dem Befall in vier unterschiedliche Kategorien eingeteilt, wobei daraus zwei Klassen rekrutiert wurden: nicht infiziert und infiziert.

Untersucht wurde neben dem Knollenertrag in erster Linie der Befall mit Silberschorf nach der Ernte, wofür wiederum eine vierstufige Einteilung verwendet wurde: kein Befall, geringer Befall (1-25%), mittlerer Befall (25-50%), starker Befall (50-100%). Nach einer Lagerdauer von rund 100 Tagen wurden die einzelnen Varianten erneut bonitiert, damit man die Veränderung des Silberschorfbefalls am Lager nachvollziehen kann. Oftmals kommt es am Lager zu einer drastischen Zunahme an Silberschorf, besonders, wenn die Luftfeuchtigkeit und die Temperaturen dort zu hoch sind.

Die gewonnenen Ergebnisse liegen im Trend bisheriger Expertenmeinungen, es konnten aber keine eindeutigen Vorteile für das eine oder andere Beizmittel festgestellt werden, weil die Werte dieser Varianten jenen der unbehandelten sehr ähnlich sind. Im Knollenertrag wurde ein Gesamtmittelwert von 437,33 dt/ha geerntet, wobei hier alle Jahre, Standorte, Sorten und mögliche Kombinationen beinhaltet sind. Die einzelnen Jahre brachten signifikante Unterschiede, auch die beiden Standorte und Sorten, nicht aber die Wechselwirkungen. Weiters wurden die Kartoffelknollen einer Größensortierung unterzogen, bei der es eine Einteilung in kleine, mittlere (35/50 mm) und große Knollen gibt. Bei dieser Sortierung zeigten sich auch signifikante Unterschiede, allerdings nicht bei der kleinen Sortierung bei den Jahren und ebenfalls nicht bei der mittleren und großen Sortierung bei den Sorten. Auch hier sind die Wechselwirkungen nicht signifikant. Beim Silberschorfbefall nach der Ernte sind sowohl Jahre, Standorte als auch Sorten höchst signifikant, bei der wiederholten Bonitur nach der Lagerung nicht mehr alle Varianten. Die verschiedenen Wechselwirkungen zeigen auch hier keine Signifikanzen.

Die Erkenntnisse, die aus diesem Forschungsprojekt gewonnen wurden, sind ähnlich jenen der anderen

Forscher auf diesem Gebiet. Eine Maßnahme allein, wie beispielsweise die Beizung des Pflanzgutes kann den Silberschorfbefall nicht wirksam genug einschränken. Daher müssen verschiedene Maßnahmen zusammenwirken, die einem Silberschorfbefall entgegen wirken:

- Verwendung gesunden Pflanzgutes
- Verwendung eher späterer Sorten schränkt Silberschorfrisiko ein
- Möglichst frühe Ernte; längeres Verweilen im Boden fördert Befallsrisiko
- Gute Abtrocknung der geernteten Knollen vor Einlagerung
- Keine zu hohe Luftfeuchtigkeit und zu hohe Temperaturen am Lager

Bei Beachtung aller dieser Punkte müsste ein Kartoffelanbau möglich sein, der zum Ziel hat, gesunde Knollen zu erzeugen, die weitgehend frei von Silberschorf sind.

Summary

This project deals with the problems of silver scurf in potatoes. This disease is caused by a fungus named *Helminthosporium solani*, which can be seen because on its silvery gleaming spots on the tubers after harvesting. During the vegetation period almost no symptoms of the disease can be seen in the field with the exception of fewer shoots per plant when the infection is severe.

In former times when potatoes were handled unwashed the spots could not be seen, but nowadays only washed tubers are sold in the markets, mostly packed in plastic bags silver scurf has best conditions to spread.

Farmers have no possibility to do anything against silver scurf when the tubers are planted. So they have to use healthy seed-potatoes without any spots of silver scurf or they try to treat the tubers with a chemical dressing. But there are only a few of them registered and they do not help in all cases. Mostly the farmer has to pay attention to a package of measures.

In this project we used to different chemical dressings for the tubers, one of them already registered (Monceren Plus), one of them used for disinfection for cleaning (Menno Florades). The potato-varieties were Ukama from the early varieties and Tosca and Marabel from the varieties which are later. The locations of the field trials were Gumpenstein and Kobenz during the years 2002-2004.

We gathered the following data: yield of the tubers, classification of the size of the tubers, the evaluation of the infection with silver scurf after harvesting and after 100 days of storage.

The results we got were similar to them of other European researchers which worked on silver scurf. There could not be found an advantage of one chemical dressing in comparison to the variant which was not treated. All results were almost equal. The average tuber yield was 437,33 dt/ha about all variants we had in this project. The differences among the years, locations and varieties were highest significant, but no interactions. The size of the tubers was divided in three categories: small, middle and large. The infection of the tubers with silver scurf was evaluated in four classes: no infection, low infection (1-25%), middle infection (25-50%) and severe infection (50-100%). This evaluation was done just after harvesting and about 100 days later. What we did not find was an increase of infection with silver scurf during storage. In this point we differ from several other researchers. It depends on the kind of our storage cellar which had no ventilation, so the spores could not be spread by it.

On grounds of these results we can give recommendations to the farmers to prevent silver scurf on their potatoes. If they use healthy seed-potatoes, early varieties and harvest the potatoes as early as possible the infection with silver scurf should be low. After harvesting the potatoes should dry carefully before storing and during storage the humidity and the temperatures should be low as well. When all these measures are followed the growing of potatoes should be successfully.

Einleitung

Silberschorf, eine Pilzkrankheit der Kartoffel, zeigt sich nur äußerlich auf der Schale. Somit stellt diese Krankheit, durch den Pilz *Helminthosporium solani* hervorgerufen, ein ernstes Problem für die

Kartoffelproduzenten im Hinblick auf die Vermarktung der geernteten Knollen, besonders aber für die Pflanzguterzeugung dar (SCHEID, 2000).

Obwohl die Krankheit selbst schon mehr als 100 Jahre bekannt ist, kann man erst in den letzten Jahren von einem massiven Anstieg in ganz Europa sprechen. Gründe dafür liegen in den gestiegenen Qualitätsansprüchen der Konsumenten an die „Rohware Kartoffel“. War es früher selbstverständlich, auf den Kartoffelknollen noch etwas Erde vorzufinden, ist es heute durchaus üblich, nur gewaschene Knollen, möglichst in Plastiksäcken verpackt, dem Konsumenten in den Geschäften anzubieten. Unter bestimmten Bedingungen kann sich Silberschorf in kurzer Zeit sehr rasch ausbreiten und führt in jedem Fall zu einem starken Gewichtsverlust der Knollen. Im Pflanzkartoffelbau bewirkt Silberschorf eine verringerte Vitalität, im Konsumanbau bedingt starker Befall eine deutliche Qualitätsminderung.

Verschiedene Forschungsinstitutionen in Europa haben sich mit dem Problem Silberschorf wissenschaftlich beschäftigt und unter bestimmten Voraussetzungen zu einer Saatgutbeizung geraten (HOFFERBERT, 1999; BRENDLER, 2001; BENKER, 2002). Allerdings ist nur eine kleine Anzahl Mittel zur Saatgutbeizung zugelassen, davon haben sich aber auch nur einige wenige bewährt. Einen durchschlagenden Erfolg durch eines dieser Beizmittel konnte bisher noch nicht erzielt werden, weil das Problem Silberschorf wesentlich komplexer ist als es auf den ersten Blick zu sein scheint. Selbst beste Bedingungen während der Vegetationsperiode können durch eine zu späte Ernte, oder aber besonders durch ungünstige Lagerbedingungen zunichte gemacht werden.

Erkennen des Pilzes (*Helminthosporium solani*)

Auf dem Feld kann Silberschorf (*Helminthosporium solani*) meist nicht erkannt werden, weil die Symptome erst an den geernteten Knollen zu sehen sind. Die befallenen Knollen weisen oberflächlich silbrig schimmernde, rundliche Flecken auf, deren Rand oft dunkel durch dort angelegte Sporenträger des Pilzes gefärbt ist. Die Symptome sind fast nur bei gewaschenen Knollen sichtbar; solange ihnen Erde anhaftet, wird Silberschorf nicht erkannt. Diese silbrig schimmernden Flecken unterschiedlicher Größe bedeuten zwar für den Konsumenten keine geschmackliche Beeinträchtigung, aber natürlich sehen solche Knollen nicht mehr so schön wie gesunde aus. Zusätzlich zu den silbrigen Flecken können noch schwarze Pünktchen auf der Schale auftreten, welche die Sporenlager darstellen. Der Pilz dringt in die Korkschicht der Knollenschale ein und löst diese vom Zellgewebe. Der dadurch entstehende Zwischenraum füllt sich mit Luft, daher kommt das silbrige Glänzen der Kartoffelschale.



Abbildung 1: Typische Silberschorfsymptome: silbrig glänzende Flecken (Foto: Waschl, 2009)

Probleme, die sich aus dem Auftreten von Silberschorf ergeben, können sich im Pflanzkartoffelbau sehr unangenehm niederschlagen. Der Pilz gelangt mit dem infizierten Pflanzgut in den Boden und kann dort bis zu 9 Monate überleben. Tochterknollen werden nach ihrer Anlage am Stolonenende infiziert. Solange sich die Knollen im Boden befinden, kommt es nur zu einer langsamen Ausbreitung des Pilzes; eine hohe Bodenfeuchtigkeit wirkt beschleunigend darauf (RADTKE u. RIECKMANN, 1990). Oftmals ist ein schlechter Feldaufgang mit Fehlstellen bei starkem Befall der einzige Hinweis auf Silberschorf, besonders, wenn auch nur wenige Triebe pro Pflanze auftreten. Dadurch wird auch die Keimfähigkeit der gepflanzten Knollen wesentlich beeinträchtigt. Starker Wasserverlust beeinflusst die Vitalität der Knollen negativ, ebenso können die Augenanlagen mit dem Pilz infiziert sein (SCHEID, 2000). Das wirkliche Problem besteht darin, dass man normalerweise während der Vegetationsperiode die Krankheit anhand äußerlicher Merkmale nicht diagnostizieren kann. Meist wird erst bei der Ernte der Krankheitsbefall festgestellt, oder auch noch zu diesem Zeitpunkt sind die Symptome so unscheinbar, dass sie übersehen oder nicht beachtet werden.

Zur Einlagerung gelangen sollten nur gesunde, von Silberschorf nicht befallene Knollen. Gerade am Kartoffellager kann die Infektion bisher gesunder Knollen durch bereits infizierte rasch vor sich gehen. Das Optimum für die Ausbreitung von *Helminthosporium solani* liegt zwischen 20 und 24 °C. Je feuchter die eingelagerten Knollen sind, desto anfälliger sind sie, besonders, wenn die Temperaturen am Kartoffellager zu Beginn noch hoch sind. Nach der Abtötung des Kartoffelkrautes sollen die Knollen nicht zu lange in der Erde verweilen, weil dadurch das Infektionsrisiko ebenfalls steigt. 3-4 Wochen sind die äußerste Zeitspanne, welche Knollen nach der Beseitigung des Krautes im Boden verweilen dürfen, auch zeigen spät geerntete Knollen einen stärkeren Befall als früh geerntete.

Material und Methoden

Um die oben angeführten Probleme auch in der Abteilung Ackerbau der BAL Gumpenstein wissenschaftlich untersuchen zu können, wurde ein Forschungsprojekt gestartet, das in Kooperation mit dem früheren BFL in Wien, der jetzigen Agentur für Ernährungssicherheit geplant wurde. Allerdings zog sich der Projektpartner aus finanziellen Gründen Ende 2002 aus dem Projekt zurück.

Allgemeine Standortsbedingungen:

An der BAL Gumpenstein wurden mehrere Exakt-Feldversuche auf zwei unterschiedlichen Standorten angelegt. Außerdem wurden die Versuche in drei hintereinander folgenden Jahren durchgeführt, die große Unterschiede in den Witterungsbedingungen zeigten (siehe Tabellen 1 und 2). Zusätzlich erfolgten noch Lagerversuche unter nicht optimalen Lagerbedingungen.

Tabelle 1: Wetterdaten von Gumpenstein 2002-2004

Monat	2002		2003		2004	
	Temperatur	Niederschlag	Temperatur	Niederschlag	Temperatur	Niederschlag
Januar	-4,9	55,7	-2,6	32,4	-3,7	55,1
Februar	3,3	48,5	-3,9	7,7	0,2	71,6
März	5,5	182,4	4,7	37,7	2,2	34
April	7,5	63,4	6,8	38,4	8,5	16,8
Mai	14,3	73,8	14,8	112,4	10,9	158,9
Juni	17,9	165,5	20,0	77,8	15,3	162,4
Juli	18,0	126,2	18,6	140,8	17,2	123,3
August	17,2	247,7	20,2	101,1	17,7	217,3
September	11,9	131,1	12,6	89,8	13,4	115,8
Oktober	8,1	101,7	5,6	135,6	10,2	54,3
November	5,9	94,1	4,2	51,4	2,7	54,7
Dezember	-0,1	81,2	-2,7	41,3	-2,2	16,5

Die Feldversuche wurden auf den Standorten Gumpenstein und Kobenz durchgeführt; der Zeitraum war 2002-2004. Für den Versuch wurden zwei unterschiedliche Sorten ausgewählt, eine aus dem frühen und eine aus dem mittelfrühen Reifebereich. Von den frühen Sorten wurde Ukama im Versuch verwendet, von den mittelfrühen standen im Jahr 2002 die Sorte Tosca zur Verfügung, im Jahr 2003 und 2004 jeweils die Sorte Marabel.

Angelegt waren die Versuche nach statistisch auswertbaren Plänen mit je 4 Wiederholungen pro Variante.

Tabelle 2: Wetterdaten von Kobenz 2002-2004

Monat	2002		2003		2004	
	Temperatur	Niederschlag	Temperatur	Niederschlag	Temperatur	Niederschlag
Januar	-4,8	6,1	-4,7	31,8	-3,9	7
Februar	3,2	31	-4,5	1,7	0,1	39,5
März	5,8	30,1	4,4	3,1	1,9	58,3
April	7,4	59,5	6,7	29,3	8,5	31
Mai	14,5	57,6	15,1	50,2	11,2	114,3
Juni	18,4	61,6	20,5	69,8	16,0	161,3
Juli	18,9	153,8	19,3	76	17,7	98,4
August	18,3	191,2	21,4	76	18,3	137,7
September	12,3	67,5	12,9	48,8	13,8	66,8
Oktober	8,6	76,3	5,8	78,3	10,8	61
November	6,1	43,9	4,7	76,2	2,4	29,4
Dezember	-0,5	46,1	-1,7	22,7	-2,0	15,8

Befall des Pflanzgutes:

Der wesentliche Faktor war aber der Befall des Pflanzgutes, der genau erhoben wurde. Um den Einfluss des Silberschorfbefalls auf das Erntegut zu prüfen, wurde das Pflanzgut vor dem Legen in vier Kategorien abgestuft: nicht infiziert, wenig infiziert, mittel infiziert, stark infiziert. Daraus wurden jeweils die erste und die dritte Kategorie für den Versuch ausgewählt, allerdings war es nicht in jedem Jahr möglich, genügend nicht infiziertes Pflanzgut zu erhalten. In diesem Fall wurden die beiden ersten Kategorien zusammengelegt und daraus das nötige Pflanzgut herangezogen. Für das andere Extrem wurde die Kategorie mittlerer Befall verwendet; die am stärksten befallenen Knollen wurden verworfen.

Verwendete Beizmittel:

Außerdem wurden neben dem unbehandelten Pflanzgut in Absprache mit dem Kooperationspartner auch zwei unterschiedliche Beizmittel angewendet, und zwar waren das Monceren Plus, dem eine relativ gute Wirkung gegen Silberschorf nachgesagt wird, und Menno Florades, ein bisher nur als Desinfektionsmittel zugelassenes Mittel auf der Basis von Benzoesäure. Monceren Plus wird als handelsübliches Beizmittel gegen Silberschorf empfohlen und enthält die Wirkstoffe Pencycuron mit 75 g/kg und Tolyfluanid mit 100 g/kg, in einer Anwendung von 200g/100 kg Kartoffeln. Monceren Plus liegt als Puderbeize vor.

Menno Florades ist zwar als Desinfektionsmittel im Amtlichen Pflanzenschutzmittelverzeichnis eingetragen, jedoch nicht als Beizmittel. Der Wirkstoff bei Menno Florades ist Benzoesäure, 90 g/l, welche als 2%-ige Suspension auf die Pflanzknollen angewendet wurde. Zusätzlich wurde eine Variante mit der Kombination der Beizung von Boden und Knolle mit Menno Florades dazugenommen.

Durchgeführte Beobachtungen:

Während der Vegetationsperiode wurden auf dem Feld alle sonst bei den Sortenversuchen üblichen Beobachtungen und Bonituren durchgeführt, sowie zusätzlich die Anzahl der Triebe pro Pflanze und deren Wuchshöhe erhoben.

Nach der Ernte wurden die geernteten Knollen auf ihren Befall mit Silberschorf untersucht und anschließend eingelagert. Nach rund 100 Tagen Lagerdauer wurde diese Bonitur wiederholt, wobei damit

die Ausbreitung von Silberschorf dokumentiert werden soll.

Ergebnisse

Bei diesem Projekt ging es in erster Linie um den Befall mit Silberschorf und nicht so sehr um den Ertrag, obwohl natürlich dieser immer im Mittelpunkt des Interesses steht.

Knollenerträge:

Bei der gesamten Auswertung dieses Versuches ergibt sich ein Mittelwert über alle Jahre und Behandlungen bei den Knollenerträgen von 437,33 dt/ha. Damit kommt die Sorte Ukama mit 436,1 dt/ha fast an den Gesamt-Mittelwert heran. Die Sorte Tosca liegt mit 418 dt/ha dahinter, die Sorte Marabel mit 457,6 darüber. Was die beiden Standorte betrifft, liegen diese weit auseinander. Der Standort Kobenz weist im Mittel einen Knollenertrag von 525,4 dt/ha auf, der Standort Gumpenstein 176,2 dt/ha weniger, das macht 349,2 dt/ha. Besonders deutlich kommen hierbei die Jahresunterschiede zum Tragen, im Jahr 2002 war der Ertrag mit 521,6 dt/ha am höchsten. Im Jahr 2003 wurde auf Grund der starken Trockenheit der geringste Ertrag erzielt, dieser betrug nur 351,1 dt/ha. Im Jahr 2004 kam der Ertrag mit 439,3 dt/ha fast an den Gesamt-Mittelwert heran. Der Unterschied zwischen infiziertem und nicht infiziertem Pflanzgut beträgt beim Knollenertrag 14 dt/ha, wobei das infizierte Pflanzgut den höheren Ertrag gebracht hat als das nicht infizierte und bei 444,4 dt/ha liegt.

Was die beiden Beizmittel betrifft, so konnten nur geringe Unterschiede im Knollenertrag festgestellt werden. Zu bemerken ist, dass die unbehandelte Variante den höchsten Knollenertrag mit 447,1 dt/ha erzielen konnte, während das Mittel 1, hier handelt es sich um Menno Florades, bei beiden Anwendungen zum selben Knollenertrag führte. Am schlechtesten hat das Mittel 2, hier geht es um Monceren Plus, mit 418,4 dt/ha angeschnitten. Deutlicher kommen die Sortenunterschiede in der Wechselwirkung mit den Beizmitteln zur Geltung, wie Abbildung 2 zu entnehmen ist.

Die Ergebnisse waren im Hinblick auf Jahr, Standort und Sorte höchst signifikant, die Kombinationen allerdings wiesen beim Knollenertrag keine Signifikanzen auf.

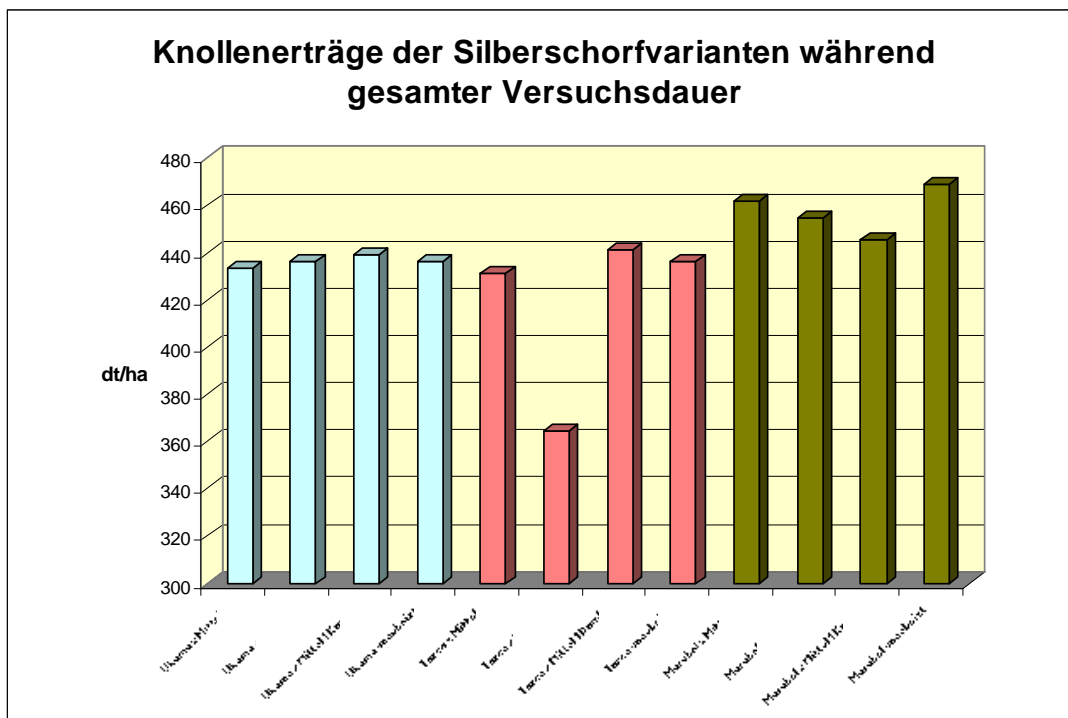


Abbildung 1: Knollenerträge aller Varianten während gesamter Versuchsdauer

Sortierung:

Nach der Ernte werden die Knollen einer Größensortierung unterworfen, wobei es in diesem Versuch drei Größenklassen gibt: kleine, mittlere und große Knollen. Die mittlere Sortierung beträgt 35/50 mm. Der Anteil der kleinen Knollen ist meist gering; so auch in diesem Fall. Jahrweise Unterschiede sind zwar zu sehen, am auffälligsten ist der Anteil der großen Knollen im Jahr 2004, der bei 64% liegt, während die beiden anderen Jahre fast dieselben Zahlen aufweisen. Was die beiden Standorte betrifft, so ist die mittlere Sortierung in Gumpenstein mit 57% gegenüber Kobenz mit 48% am höchsten; bei der kleinen Sortierung liegt die Differenz unter 1%. Auch bei den drei verwendeten Sorten können nur geringe Unterschiede in der Größensortierung festgestellt werden, ebenso bei der Kategorie infiziertes und nicht infiziertes Pflanzgut. Im Hinblick auf das Jahr zeigt die kleine Sortierung keine Signifikanz, während der Standort höchst signifikant ist. Bei der Sorte wiederum ist das Gegenteil der Fall; hier zeigt nur die kleine Sortierung höchste Signifikanz, während beide andere Größenklassen nicht signifikant sind.

Tabelle 3 zeigt die Einzelwerte der Kombinationen Sorte x Infektion sowie Sorte x Beizmittel.

Tabelle 3: Ergebnisse der Größensortierung bei den Kombinationen Sorte x Infektion und Sorte x Beizmittel in Prozent

SortexInfektion	klein	mittel	groß
UKAMAxNICHT INFIZIERT	3,70542	53,2273	43,0672
UKAMAxINFIZIERT	3,91406	53,8136	42,2723
TOSCAxNICHT INFIZIERT	2,89599	51,8967	45,5469
TOSCAxINFIZIERT	3,59193	54,673	41,7307
MARABELxNICHT INFIZIERT	2,74029	53,5329	43,7289
MARABELxINFIZIERT	2,6669	51,4952	45,8401
SortexBeizmittel			
UKAMAxUNGEBEIZT	3,9837	53,0727	42,9302
UKAMAxMENNO FLORADES	3,84375	53,3977	42,7585
UKAMAxMONCEREN PLUS	3,75292	54,6515	41,6031
UKAMAxMENNO FLO.K+B	3,65292	52,96	43,3871
TOSCAxUNGEBEIZT	3,26536	54,7127	41,9554
TOSCAxMENNO FLORADES	3,71224	58,1502	38,1335
TOSCAxMONCEREN PLUS	2,71349	46,4914	51,3535
TOSCA xMENNO FLO.K+B	3,28474	53,7852	43,1129
MARABELxUNGEBEIZT	2,75044	52,8502	44,4014
MARABELxMENNO FLORADES	2,70482	53,0712	44,2261
MARABELxMONCEREN PLUS	2,49451	51,5105	45,997
MARABELxMENNO FLO.K+B	2,86419	52,6243	44,5136

Alle Wechselwirkungen mit Sorte x Infektion, bzw. Sorte x Beizmittel zeigen keine Signifikanz.

Silberschorfbefall:

Nach der Ernte:

Unmittelbar nach der Ernte wurden die geernteten Knollen auf ihren Befall mit Silberschorf untersucht. Zu dieser Beurteilung stehen folgende vier Befallsklassen zur Verfügung: kein Befall, schwacher Befall (1-25%), mittlerer Befall (25-50%) und starker Befall (50-100%).

Die Ergebnisse sind sortenabhängig, wobei sich die Sorte Ukama insgesamt als die am stärksten anfällige erweist.

Die Prozentanteile in der Kategorie „kein Befall“ weist generell die geringsten Zahlen auf. In den Jahren

2002 und 2003 liegt der Befall bei rund 2%, im Jahr 2004 unter 1%. Die beiden Standorte Gumpenstein und Kobenz unterscheiden sich auch in dieser Kategorie dadurch, dass in Kobenz mehr als 2%, in Gumpenstein hingegen unter 0,5% dieser Befallsklasse zuzuordnen sind. Beim direkten Sortenvergleich liegt die Sorte Marabel am besten, weil sie mehr als 3% in dieser Kategorie aufweist, während Ukama und Tosca unter 1% liegen. In der nächsten Kategorie (schwacher Befall, das bedeutet 1-25%) zeigen sich größere Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Hier bewegt sich der Prozentanteil zwischen 28 und 52%; der Mittelwert beträgt 40,5%. Das Jahr 2002 weist den geringsten Anteil in dieser Kategorie mit 31,2% auf, das Jahr 2004 mit 49,5% den höchsten. Bei den Standorten springt die Differenz von 24% deutlich ins Auge. Während Gumpenstein den niedrigsten Prozentanteil mit 28% hat, zeigt Kobenz 52% in derselben Klasse. Bei den drei Sorten liegen Ukama und Tosca um die 35%, hingegen weist Marabel mit 51% in dieser Kategorie den höchsten Anteil auf. Ganz geringe Unterschiede bestehen allerdings zwischen den Beizmitteln und sogar mit der unbehandelten Variante, ebenso verhält es sich mit dem infizierten und nicht infizierten Pflanzgut.

Die Klasse „mittlerer Befall“ zeigt Unterschiede zwischen den Jahren, besonders zwischen 2002 mit 33,4% und 2003 mit 43,4%. Das Jahr 2004 trifft mit 37,9% fast genau den Mittelwert von 38,4%. Zwischen den Standorten gibt es wieder relativ große Unterschiede, und zwar weist Gumpenstein den höheren Prozentanteil mit 42,5% im Gegensatz zu Kobenz mit 33,9% auf. Bei den Sorten zeigt Marabel den geringsten Wert mit 30%, während bei Tosca mit 46,6% der höchste Anteil in dieser Klasse festgestellt wurde. Ukama liegt mit 38% genau in der Höhe des Mittelwertes. Wiederum ist bei den Beizvarianten kaum ein Unterschied zwischen den Mitteln zu erkennen; auch der Anteil der unbehandelten Variante zeigt keine Abweichung.

Bei der Kategorie „starker Befall“ sind deutlichere Unterschiede zu sehen. Hier zeigt das Jahr 2002 mit 33% den höchsten Prozentanteil, 2003 und 2004 liegen mit 13% deutlich darunter. Auch die beiden Standorte haben unterschiedliche Werte; Gumpenstein zeigt mit 28,6% gegenüber Kobenz mit 11,4% den wesentlich höheren Prozentanteil in der Klasse mit dem stärksten Silberschorfbefall. Bei den drei Sorten scheint Marabel die im Hinblick auf Silberschorf am wenigsten anfällige Sorte zu sein, während Ukama insgesamt den stärksten Befall aufweist, obwohl der Unterschied zu Tosca eher gering ist. Abbildung 3 bringt die Darstellung dieser Ergebnisse in grafischer Form.

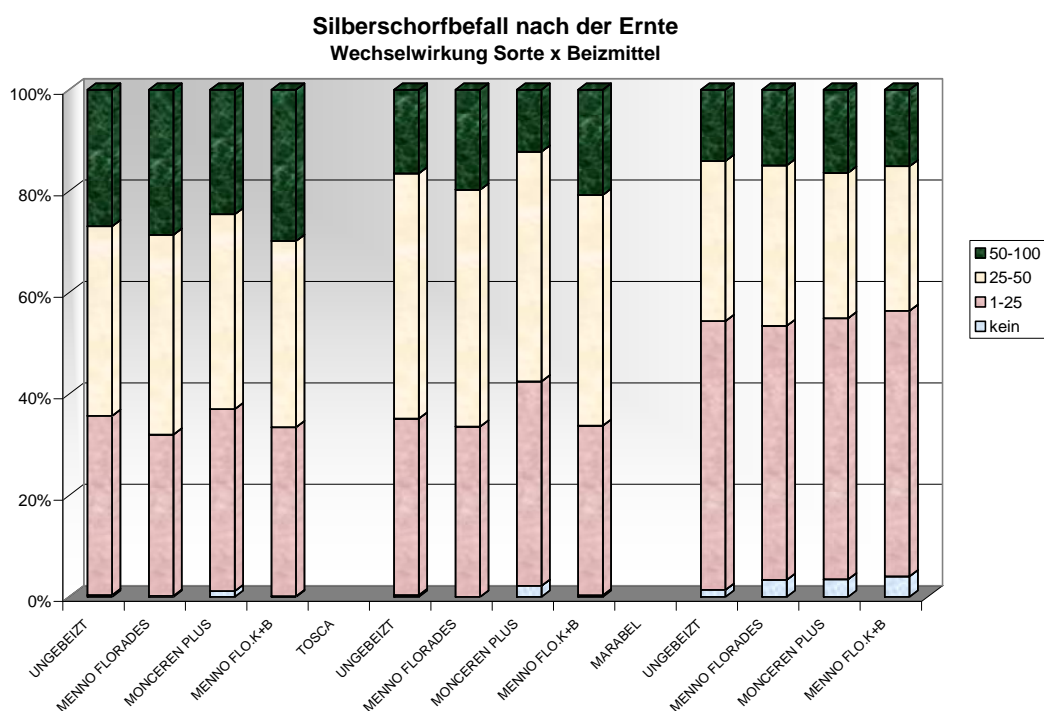


Abbildung 3: Silberschorfbefall nach der Ernte über alle Varianten

Die statistische Auswertung zeigt bezüglich Jahr, Standort und Sorte höchste Signifikanz, bei allen Wechselwirkungen jedoch nicht.

Nach der Lagerung:

Nach rund 100 Tagen Lagerdauer wurde dieselbe Bonitur wiederholt und die Ergebnisse unterscheiden sich doch von denen knapp nach der Ernte.

In der Kategorie „kein Befall“ sind die Prozentsätze nach der Lagerung unter 1 zurückgegangen. Bei den einzelnen Jahren weist 2002 mit 0,6% den höchsten Wert auf, die anderen beiden Jahre liegen bei 0,4%. Die Standorte sind noch weiter auseinander, hier zeigt Gumpenstein mit 0,2% einen deutlich geringeren Prozentwert als Kobenz mit 0,8%. Noch stärker kommen die Unterschiede bei den Sorten zum Vorschein; hier erweist sich Tosca als beste Sorte mit 1,4%, während Marabel 0,6% und Ukama nur 0,06% bringen. Was die Beizmittel betrifft, liegt in dieser Klasse die unbehandelte Variante deutlich unter den Beizmitteln. Aber schon in der Kategorie „geringer Befall“ sieht die Situation anders aus. Hier hat das Jahr 2002 den geringsten Anteil mit 30,3%; das Jahr 2003 erreicht mit 34,7% annähernd den Mittelwert von 36,6% und das Jahr 2004 liegt mit 44,9% darüber. Die Standorte sind in ihren Werten enger beisammen; Gumpenstein weist 34,9% im Gegensatz zu 38,4% bei Kobenz auf. Bei den Sorten liegen Tosca und Marabel relativ nahe beieinander, während Ukama mit 24,1% deutlich nach unten abweicht.

In der Klasse „mittlerer Befall“ ist die Reihung der Jahre anders als die der anderen Kategorien. Den niedrigsten Anteil weist das Jahr 2002 mit 36,4% auf, das Jahr 2003 mit 49,5% den höchsten. Das Jahr 2004 liegt mit 44,8% nahe am Mittelwert von 43,6%. In dieser Klasse gibt es zwischen den beiden Standorten keine Unterschiede; erst wieder bei den Sorten sind Differenzen zu erkennen. Ukama weist hier den niedrigsten Wert mit 38,2% auf, Tosca mit 50,4% den höchsten und Marabel ist mit 42% nicht weit vom Mittelwert entfernt. Das eben Gesagte wird in Tabelle 4 präsentiert.

Tabelle 4: Ergebnisse der Bonituren zum Silberschorfbefall bei Sorten, Infektion und Beizmitteln

Variante	kein	Befall Ernte			kein	Befall Lagerung		
		1-25	25-50	50-100		1-25	25-50	50-100
Sorte								
UKAMA	0,43	34,20	38,08	27,56	0,06	24,12	38,23	37,59
TOSCA	0,68	35,64	46,61	17,36	1,45	45,59	50,48	2,60
MARABEL	3,03	51,67	30,04	15,10	0,58	40,24	42,08	17,64
Infektion								
NICHT INFIZIERT	1,00	41,64	38,14	19,39	0,26	36,19	43,48	20,48
INFIZIERT	1,76	39,37	38,35	20,62	0,78	37,11	43,71	18,50
Beizung								
UNGEBEIZT	0,67	41,14	39,23	19,24	0,12	34,63	44,18	21,04
MENNO FLORADES	1,14	38,51	39,28	21,10	0,35	32,97	44,71	22,03
MONCEREN PLUS	2,23	42,59	37,48	17,73	0,77	42,66	41,57	14,98
MENNO Knolle+Boden	1,48	39,78	36,98	21,94	0,85	36,34	43,93	19,08

In der höchsten Befallsklasse zeigen sich wieder stärkere Unterschiede zwischen den Jahren. Hier erweist sich das Jahr 2004 als jenes mit dem geringsten Prozentanteil (9,8%), 2003 das mit dem mittleren (15,3%) und 2002 das mit dem höchsten Wert (32,6%) in dieser Kategorie. Die beiden Standorte unterscheiden sich lediglich um 3%, während die Sorten größere Abweichungen voneinander zeigen. Ukama liegt mit 37,5% an oberster Stelle, Marabel mit 17,6% in der Mitte und Tosca mit 2,6% am niedrigsten. Geringere Differenzen bestehen bei den Beizmitteln in den Prozentanteilen, dabei weist das Mittel Monceren Plus den niedrigsten Befall in der höchsten Kategorie auf. Alle anderen Varianten ähneln in ihren Werten einander sehr. In Abbildung 4 wird diese Situation grafisch dargestellt.

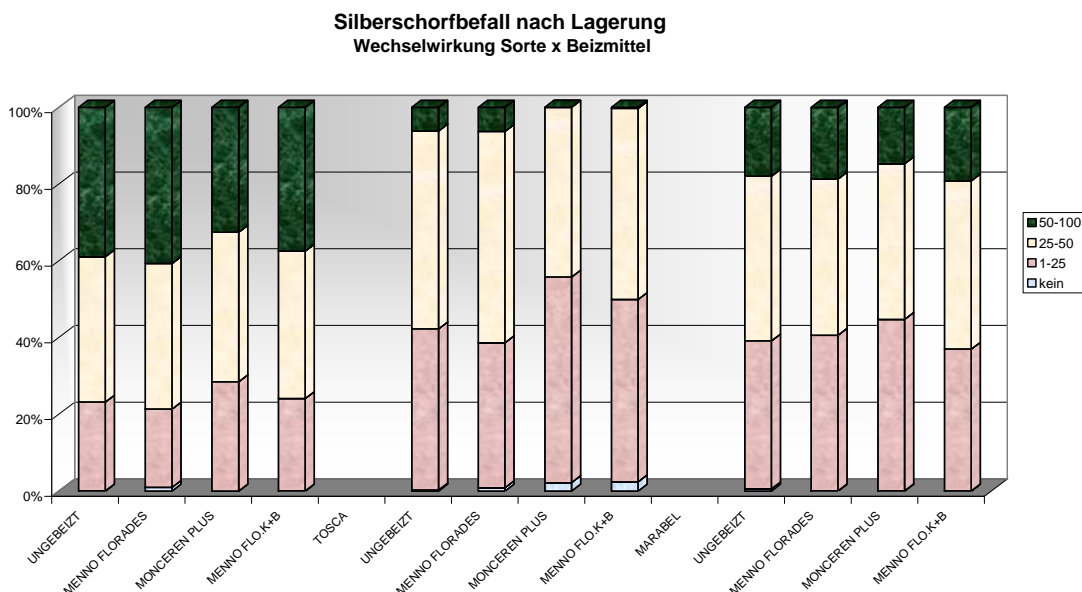


Abbildung 4: Silberschorfbefall nach der Lagerung über alle Varianten

In Tabelle 5 werden die P-Werte für die oben angeführten Parameter wie Knollenertrag, Sortierung, Silberschorfbefall nach der Ernte und Silberschorfbefall nach der Lagerung angegeben.

Tabelle 5: P-Werte für Knollenertrag, Sortierung und Silberschorfbefall über alle Varianten

Merkmal	P-Werte							Stand. Fehler
	Jahr	Ort	Sorte	Infiziert	Beizung	S x Inf.	S x Beiz	
Knollenertrag	0,0000	0,0000	0,0000	0,1200	0,1295	0,3689	0,1822	79,7000
Sortierung klein (%)	0,2274	0,0000	0,0000	0,1975	0,5141	0,4175	0,9016	1,90162
Sortierung mittel (%)	0,0000	0,0000	0,8272	0,7678	0,2982	0,4613	0,3834	13,2473
Sortierung groß (%)	0,0000	0,0000	0,4659	0,6077	0,2369	0,3849	0,3504	14,3732
Befall_Ernte (kein)	0,0000	0,0000	0,0000	0,1103	0,1330	0,0156	0,3852	4,23759
Befall_Ernte (1-25%)	0,0000	0,0000	0,0000	0,1398	0,2704	0,2655	0,8911	13,6076
Befall_Ernte (25-50%)	0,0000	0,0000	0,0000	0,8554	0,3744	0,9542	0,9305	10,3111
Befall_Ernte (50-100%)	0,0000	0,0000	0,0000	0,3413	0,0963	0,3172	0,4263	11,5169
Befall_Lag (kein)	0,6995	0,0001	0,0000	0,0007	0,0017	0,0005	0,0004	1,35016
Befall_Lag (1-25%)	0,0000	0,0153	0,0000	0,5670	0,0010	0,4107	0,2796	14,159
Befall_Lag (25-50%)	0,0000	0,4356	0,0000	0,8298	0,1573	0,7818	0,8560	9,33598
Befall_Lag (50-100%)	0,0000	0,0098	0,0000	0,2798	0,0030	0,3637	0,7935	12,6794

Diskussion

Mit diesem Forschungsprojekt, in dem es um den Einsatz verschiedener Beizmittel gegen Silberschorf ging, konnten keine wirklich neuen, überraschenden Erkenntnisse gewonnen werden. Mit Monceren Plus stand ein bis dahin ohnehin schon bewährtes und oft angewendetes Beizmittel zur Verfügung. Menno Florades hingegen wurde versuchsweise auf seine Wirkung gegen diese Pilzkrankheit geprüft, indem es einmal nur auf die Knolle gesprüht und einmal in Kombination von Boden- und Knollenbehandlung angewendet wurde. Bisher nur als Desinfektionsmittel zugelassen, wurde Menno Florades im Vergleich zu Monceren Plus getestet.

Insgesamt konnten keine signifikanten Unterschiede bei den Varianten „Beizmittel“ festgestellt werden. Die Betrachtung der Ergebnisse bringt eine weitgehende Übereinstimmung der Zahlen bei den drei Beizmitteln im Vergleich zur unbehandelten Variante, speziell bei der Bonitur „nach der Ernte“. Bei jener, die nach rund 100 Tagen Lagerdauer erfolgt ist, kann ein leichter positiver Effekt von Monceren Plus bemerkt werden, weil die Prozentanteile bei der Kategorie „kein Befall“ und bei jener von „geringer Befall“ etwas höher liegen als bei den übrigen Varianten.

Eher unscheinbar ist der Einfluss des Infektionsgrades beim Pflanzgut auf den Befall nach der Ernte. Zwischen der nicht infizierten und infizierten Variante bestehen nur geringfügige Unterschiede in den Prozentanteilen des Silberschorfbefalles, sowohl nach der Ernte als auch nach der Lagerung. Interessanterweise zeigt die infizierte Variante jeweils einen etwas höheren Anteil an der Kategorie „kein Befall“, bei den übrigen Varianten Unterschiede heraus zu lesen, ist schwierig, außerdem gibt es dafür keine Signifikanzen. Damit stehen die eigenen Beobachtungen nicht allein, denn auch STELTER, GROCHOLL und WULF (2006) haben festgestellt, dass es zwar sinnvoll ist, einwandfreies Pflanzgut bei Kartoffeln zu verwenden, wenn Krankheitserreger aber schon auf der Schale zu sehen sind, empfehlen sie auf jeden Fall eine Beizung mit zugelassenen Mitteln.

HOFMANN (2005) hat in ihrer Dissertation umfangreiche Untersuchungen zum Thema Silberschorf durchgeführt und ist zu dem Schluss gekommen, dass die Bekämpfung des Erregers durch pflanzenbauliche Maßnahmen und Fungizide fast nicht möglich ist, weil der Pilz Resistenzen gegen die verschiedenen Fungizidwirkstoffe entwickelt hat. Somit bleibt als einziger vielversprechender Weg die Züchtung von resistenten Sorten, weil im bisherigen Sortiment keine derartigen Sorten vorhanden sind.

In einem Merkblatt der THÜRINGER LANDESANSTALT für LANDWIRTSCHAFT (2001) wird als möglicher Bekämpfungsansatz gegen Silberschorf zwar auch eine Pflanzgutbeizung empfohlen, aber ebenfalls darauf hingewiesen, dass frühreife Sorten normalerweise anfälliger als spätere Sorten sind, wie sich in dem Forschungsprojekt bei der Sorte Ukama gezeigt hat. Außerdem soll eine möglichst frühe Kartoffelernte das Befallsrisiko mit Silberschorf verringern, was grundsätzlich auch bei anderen Kartoffelkrankheiten förderlich ist.

Dieselben Empfehlungen gibt von KRÖCHER (1999) im Hinblick auf die Verweildauer der reifen Knollen im Boden, wengleich die Ausbreitung des Pilzes im Lager durch hohe Luftfeuchtigkeit und vor allem auch durch Temperaturschwankungen mit verbundener Kondensation begünstigt wird.

KÄPPELER (2002) hat bei Untersuchungen des Saatbauamtes Donaueschingen einen höheren Silberschorfbefall bei unbehandeltem Pflanzgut im Vergleich zu einer Variante mit Monceren Plus festgestellt.

Ähnliche Hinweise wie die meisten anderen Autoren gibt ein Merkblatt der Fa. EUROPLANT (2003), in dem hervorgehoben wird, dass nur durch die Bündelung mehrerer Maßnahmen der Silberschorf bekämpft werden kann. Hierzu zählen die Beizung des Pflanzgutes, ebenso wie eine rechtzeitige Ernte, ein zügiges Abtrocknen des Erntegutes, trockene Lagerung sowie entsprechende Lagerhygiene und mäßige Lagertemperaturen.

Grundsätzliches zum Thema Silberschorf stellt SCHEID (2000) fest, indem er die möglichen Schäden, die durch diese Pilzerkrankung hervorgerufen werden, auflistet und die Bedeutung von *Helminthosporium solani* mehr als nur einen Schönheitsfehler von Kartoffelknollen bezeichnet.

Die Beobachtung, dass der Silberschorfbefall durch die Lagerdauer erhöht wird, wie von anderen Autoren festgestellt, hat sich in diesem Projekt nicht bestätigt. Allerdings könnte das mit der Tatsache zusammenhängen, dass das Kartoffellager nicht belüftet und deshalb kaum Luftbewegung vorhanden war. Deshalb breitete sich Silberschorf am Lager kaum aus.

Die jahresbedingten Unterschiede, sowie die durch die Standorte und Sorten hervorgerufenen, konnten Aussagen anderer Autoren untermauern. Trotz der geringen Unterschiede innerhalb der Beizmittel konnte sich Menno Florades gegenüber Monceren Plus durchaus behaupten; allerdings brachte die Kombination von Knollen- und Bodenbehandlung nicht den doppelten Erfolg, weshalb die Anwendung auf die Knolle allein durchaus genügen dürfte.

Schlussfolgerungen

Weil durch geänderte Konsumgewohnheiten heute überwiegend gewaschene Kartoffeln zum Kauf angeboten werden, gelangen viel mehr von Silberschorf (*Helminthosporium solani*) befallene Knollen in Verkehr. Was früher keine oder nur wenige Probleme bereitet hat, stellt heute Produzenten und Vermarkter vor neue Herausforderungen. Auf den ersten Blick mag Silberschorf nur ein „kosmetisches“ Problem der Kartoffel darstellen, was für die Konsumenten auch der Fall ist. Sobald es sich aber um Kartoffelpflanzgut

handelt, das von Silberschorf befallen ist, kann diese Pilzkrankheit zum wirklichen Problem werden. Durch starken Wasserverlust können derartige Knollen über eine geringere Vitalität und verminderte Triebkraft verfügen, was zu Ausfällen im Feldaufgang und einer verringerten Anzahl von Trieben je Pflanze führen kann.

Das vorliegende Forschungsprojekt hatte zum Ziel, das Thema Silberschorf in einigen Punkten genauer zu untersuchen. Dazu zählte die Anwendung von Beizmitteln vor dem Anbau, wobei es um einen Vergleich eines eingetragenen Mittels, wie Monceren Plus mit einem bis dahin nur als Desinfektionsmittel zugelassenen Wirkstoff (in Form von Menno Florades) ging. Zur Verfügung standen drei unterschiedliche Kartoffelsorten, von denen Ukama dem frühen Spektrum zuzuordnen ist, Tosca und Marabel dem mittelfrühen. Als Standorte dienten die Versuchsfelder der damaligen BAL Gumpenstein an der Zentrale und an der Außenstelle im Murtal, Kobenz. Das Projekt wurde in den Jahren 2002 bis 2004 durchgeführt. Bei der Auswahl der Pflanzkartoffeln wurde der Befall mit Silberschorf erhoben und das Pflanzgut in 4 verschiedene Befallsklassen eingeteilt. Daraus wurden die beiden Kategorien „nicht infiziertes“ und „infiziertes“ Pflanzgut rekrutiert.

An Untersuchungen wurde grundsätzlich wie bei einem Sortenversuch vorgegangen, allerdings wurde nach der Ernte eine Bonitur auf den Befall mit Silberschorf durchgeführt. Nach einer durchschnittlichen Lagerdauer von rund 100 Tagen wurde diese Bonitur wiederholt, um die Veränderung am Lager feststellen zu können.

Die ersten Planungen erfolgten mit dem damaligen Projektpartner, der AGES Wien, der sich aber aus finanziellen Gründen Ende 2002 aus diesem Projekt zurück zog.

Die Ergebnisse brachten zwar keine eindeutigen Vorteile für eines der Beizmittel, aber auch keine für die infizierte oder nicht infizierte Variante. Grundsätzlich ist zwar der Knollenertrag der wichtigste Parameter bei einem Kartoffelversuch, stand aber hier nicht direkt im Mittelpunkt, weil es in erster Linie um den Silberschorfbefall ging. Der Knollenertrag wurde natürlich erhoben und brachte im Mittel aller Varianten 437,33 dt/ha. Alle Jahre, Standorte und Sorten waren höchst signifikant, alle Wechselwirkungen zwischen Sorten x Beizmittel, Sorten x Infektion zeigten keine Signifikanz. Weiters wurde die Größensortierung der geernteten Knollen erhoben, wobei es eine Einteilung in drei Größenklassen gibt: kleine, mittlere (35/50 mm) und große. Von ganz besonderem Interesse war der Krankheitsbefall mit Silberschorf, der ebenfalls durch eine Einteilung in unterschiedliche Befallsklassen erfolgte: kein Befall, geringer Befall (1-25%), mittlerer Befall (25-50%) und starker Befall (50-100%). Diese Bonitur wurde sofort nach der Ernte vorgenommen und ein zweites Mal nach rund 100 Tagen Lagerdauer. Diese Ergebnisse brachten ebenfalls keine Vorteile für eines der angewendeten Beizmittel, weil die unbehandelte Variante meist ganz ähnliche Ergebnisse aufweisen konnte. Was in diesem Forschungsprojekt auch nicht bestätigt werden konnte – im Gegensatz zu zahlreichen anderen Autoren – war die Zunahme von Silberschorf während der Lagerdauer, was aber mit der Art des Lagers zusammen hängen dürfte. Durch das Fehlen einer Belüftung am Lager gab es kaum eine Luftbewegung und dadurch keine wirklich messbare Zunahme von Silberschorfbefall an den Knollen. Zu sehen war, dass sich die frühe Sorte Ukama etwas anfälliger gegenüber Silberschorf zeigte als die beiden anderen, was auch von anderen Forschern berichtet wird.

Literatur

ANONYM (2001): Merkblatt. Silberschorf an Kartoffeln. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat für Pflanzenschutz. Unter <http://www.tll.de/ainfo/pdf/sika0701.pdf> vom 30.01.2009.

ANONYM (2003): Bekämpfungsansätze – Silberschorf. Informationsblatt der Fa. Europlant. Unter <http://www.europlant-potato.de/deutsch/beratung/silberschorf.html> vom 15.09.2004.

BENKER, M. (2002): Entwicklung von Strategien zur Bekämpfung von *Helminthosporium solani* (Dur.& Mont.), dem Erreger des Silberschorfs an Kartoffelknollen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, 390, 101.

BENKER, M. (2002): Einsatz von integrierten Pflanzenschutzstrategien zur Kontrolle von *Helminthosporium solani* (Dur.& Mont.), dem Erreger des Silberschorfes an Kartoffelknollen. Mitteilungen der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft e.V. 3, 28-29.

- BRENDLER, F. (2001): Pflanzgutbeizung? Kartoffelbau, 52 (1/2), 8-12.
- DREYER, W. (2004): Silberschorf – eine neue Krankheit bei Kartoffeln? Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen. Unter <http://www.oeko-komp.de/index.php?id=279&languageid=1> vom 18.08.2004.
- EUROPLANT (2003): Bekämpfungsansätze – Silberschorf. Maßnahmen zur Silberschorfbekämpfung. Unter <http://www.europlant-potato.de/deutsch/beratung/silberschorf.html> vom 15.09.2004.
- HEIN, W. (2004): Silberschorf - ein Problem im Kartoffelbau und mögliche Gegenmaßnahmen. Tagungsbericht über die Fachtagung „Kartoffel und alternative ‚Gesunde Knollen‘ – aus Sicht der Produzenten und Konsumenten“; BAL Gumpenstein, am 14.10.2004, 33-39.
- HEIN, W. und H. WASCHL (2005): Maßnahmen gegen Silberschorf zur Qualitätsverbesserung. Tagungsbericht zur ALVA-Jahrestagung 2005, Linz, 124-128.
- HOFMANN, L. (2005): Untersuchungen zur Resistenz von Kartoffeln gegenüber *Helminthosporium solani*, dem Erreger des Silberschorfs, sowie dessen Übertragung von Mutter- auf Tochterknollen. Elektronische Dissertation der Georg-August-Universität Göttingen. Unter <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2005/hofmann/index.html> vom 20.01.2009.
- HOFFERBERT, U. und M. RAVE (1999): Silberschorf und Saatgutbeizung? Kartoffelbau, 50 (3), 78-80.
- KAKAU, J. (2002): Hygienemaßnahmen bei der Kartoffelerzeugung. Sonderdruck aus Kartoffelbau 7/2002.
- KÄPPELER, L. (2002): Was bringt die Saatgutbeizung bei Kartoffeln? Mitteilungen des SBA Donaueschingen, 18.02.2002.
- KRÖCHER, C.v. (1999): Lagerkrankheiten in Kartoffeln. Kartoffelbau, 50 (8), 308-310.
- RADTKE, W. und W. RIECKMANN (1990): Krankheiten und Schädlinge der Kartoffel. Pilzkrankheiten, Silberschorf; Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, 50-51.
- SCHEID, L. (2000): Silberschorf – weit mehr als nur ein Schönheitsfehler. Kartoffelbau, 51 (5), 198-200.
- SCHÖBER-BUTIN, B.; GARBE, V. und G. BARTELS (1999): Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- SCHUHMANN, P. (2001): Klimaführung in Kartoffellagern. Kartoffelbau, 52 (8), 332-339.
- SCHWÄRZEL, R. (2003): Veränderte Vermarktungspraxis fördern den Silberschorf der Kartoffel und beunruhigen die Forscher der RAC. Pressemitteilung der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Pflanzenbau, Changins. Unter <http://www.blw.admin.ch/aktuell/medien/0305222.pdf> vom 18.08.2004.
- STECK, U. und M. ZELLNER (2002): Integrierter Pflanzenschutz, Kartoffelkrankheiten. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising, 8. Auflage, 2002.
- STELTER, Th.; GROCHOLL, J. und W. WULF (2006): Die Wahl des Pflanzgutes entscheidet über den Erfolg im Kartoffelanbau. Informationsschrift der Landwirtschaftskammer Niedersachsen und der KTBL-Versuchsstation Dethlingen. Unter <http://www.lwk-niedersachsen.de> vom 30.01.2009.