

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising

Zum Einfluß der Bodenart einer Pflanzgutherkunft auf Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit im Kartoffelbau*)

On the Influence of Seed Potato Origins growing on several Soils to Blanks and Blackleg in Potato Crop

Von Manfred Munzert

Zusammenfassung

In einem dreijährigen Versuch wurden 4 verschiedene Pflanzgutherkünfte, die von einem Sand-, Schotter-, Lehm- und Moorboden stammten, nach künstlicher Infektion der Pflanzknollen mit *Erwinia carotovora* var. *atroseptica* und *Fusarium coeruleum* unter einheitlichen Bedingungen im Feld nachgebaut und auf Besatz mit Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit bonitiert. Die Infektionsmaßnahmen hatten bei allen Herkünften hauptsächlich Schwarzbeinigkeit an den Pflanzen zur Folge. Es war ein hochsignifikanter Einfluß der Herkunft und des Versuchsjahres nachzuweisen. Dennoch kann der Bodenart der Ausgangsbestände kein maßgeblicher Einfluß auf das Krankheitsgeschehen im folgenden Jahr zuerkannt werden, da sich in den drei Jahren weder bei Infektionen mit *E. atroseptica* oder *F. coeruleum* noch bei Mischinfektionen eine einheitliche Reihenfolge im Befallsgrad einstellte. Vielmehr wird von Dispositionsunterschieden des Pflanzgutes schlechthin ausgegangen, die auf diverse Standort- und Behandlungseinflüsse zurückzuführen sind. Allerdings kann die Disposition des Pflanzgutes nicht ausschließlich für den Schadensumfang im Feldbestand verantwortlich gemacht werden; als noch wichtiger müssen Infektionsdruck und Verletzungsgrad der Knollen angesehen werden. Für diese Ansicht sprechen neben anderen Versuchserfahrungen die hohen Befallsraten bei zusätzlichem Erregerangebot und das ausgesprochen kooperative Verhalten von *Erwinia* und *Fusarium* in der Mischinfektion.

Abstract

On the influence of seed potato origins growing on several soils to blanks and blackleg in potato crop. In a field experiment over 3 years the progeny of artificially infected seed potato sources originating from a sandy, stony, loamy and peaty soil was watched to blanks and blackleg. Mainly there was blackleg and also a high significant reaction of all seed potato origins and the years. Nevertheless the soil character cannot be very important because there was not a uniform order in the severity for each of the 3 years, neither after infection by *Erwinia carotovora* var. *atroseptica* nor by *Fusarium coeruleum* and a mixture of both pathogens. Rather there are supposed differences in the disposition of seed potatoes tracing back to factors of location and treatment. But the disposition of seed potatoes cannot be the only reason for the extent of losses in the field. Still more important are infection "pressure" and degree of damages of the tubers. This

is confirmed by the high degree of incidence after artificial infection compared to control, the very co-operative behaviour of *Erwinia* and *Fusarium* in mixed infection and by other experiments.

1. Einleitung

Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit sind Krankheitserscheinungen, die im wesentlichen auf eine vorausgegangene Infektion der Mutterknollen zurückzuführen sind. Dabei setzt sich das Kontaminationsangebot hauptsächlich aus Pilzen der Gattung *Fusarium* und der Bakterienart *Erwinia carotovora* zusammen (LANGERFELD 1970, MUNZERT 1977b). *Fusarium* spp. und *Erwinia carotovora* var. *carotovora* verursachen Lagerfäulen (Trocken- bzw. Naßfäule) und Fehlstellen im Feldbestand, während *Erwinia carotovora* var. *atroseptica* (van Hall) Dye – nachfolgend als *E. atroseptica* bezeichnet – neben der Knollennaßfäule auch Schwarzbeinigkeit hervorruft.

In neueren Untersuchungen (MUNZERT et al. 1977, MUNZERT 1977 a) wurden der Umfang der Knollenbeschädigungen und der Infektionsdruck als die wichtigsten Einflußfaktoren für das Entstehen von Auflaufschäden (Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit) herausgestellt. Es stellt sich die Frage, inwieweit die natürliche Abwehrkraft der Knolle Einfluß auf den Schadensumfang am Feld nehmen kann. Der Resistenzcharakter von Pflanzgut ist genetisch fixiert, kann aber auch umweltbedingt im Sinne von „Disposition“ (van den BOOM 1967) bzw. „Prädisposition“ (HENNIGER 1968) unterschiedlich ausgeprägt sein.

Als dispositionsfähige Faktoren für das Auftreten von Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit konnte VAN DEN BOOM (1967) unter Gewächshausbedingungen das Einwirken von Frost, Hitze, eines starken Temperaturwechsels oder von Salz auf die Mutterknolle feststellen. In Feldversuchen waren die Schäden auf sandigem Boden immer größer als auf lehmigem. Dies steht im Einklang mit älteren Literaturberichten und wird in erster Linie mit den ungleichmäßigen Wachstumsbedingungen eines Sandbodens erklärt.

In diesem Zusammenhang interessierte die Frage, ob Pflanzgutherkünfte, die von verschiedenen Bodenarten stammen, sich grundsätzlich in der Disposition für Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit unterscheiden. Hierüber finden sich weder in der umfangreichen älteren Literaturzusammenfassung von HOFFMANN (1962) noch in einer neueren von BOYD (1972) irgendwelche Hinweise. Die Frage ist aber insofern von praktischer Bedeutung, als damit bestimmten Bodenarten eine Präferenz in der Pflanzkartoffelerzeugung eingeräumt werden müßte. Eine Antwort hierauf sollte ein dreijähriger Feldversuch unter Verwendung künstlich infizierten Knollenmaterials

*) Meinem verehrten Hochschullehrer, Herrn Prof. Dr. GERHARD VOIGTLÄNDER, zum 65. Geburtstag gewidmet.

von vier verschiedenen Bodenarten geben. Neben dem eigentlichen Schwarzbeinigkeitserreger *E. atroseptica* wurde auch *Fusarium coeruleum* (Lib.) Sacc. in die Untersuchungen mit einbezogen, da in vorausgegangenen Experimenten dieser Erreger auch eine Begünstigung der Schwarzbeinigkeit erkennen ließ.

2. Material und Methoden

Den Versuchen lag ein einheitlicher zweifaktorieller Versuchsplan zugrunde. Faktor 1 war in 4 verschiedene Pflanzgutherkünfte gegliedert, welche auf einem Sand-, Schotter-, Lehm- und Niedermoorboden in Bayern erwachsen und im Frühjahr als zertifiziertes Pflanzgut der Sorte Irmgard bezogen wurden. Die Herkünfte vom Sand- und Moorboden stammten stets vom gleichen Betrieb, dagegen mußten die Erzeugerbetriebe mit Schotter- bzw. Lehm Boden im 3. Jahr gewechselt werden.

Im Faktor 2 wurden neben der Kontrolle 3 künstliche Infektionsstufen geprüft: Infektion mit dem Erreger *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*, Infektion mit *Fusarium coeruleum* und Mischinfektion mit beiden Erregern. Die Bakterien-suspension setzte sich aus 3 auf McConkey-Agar (Oxoid Nr. CM 7) vermehrten Stämmen zusammen und wurde auf eine Konzentration von 10^8 /ml eingestellt. Von *Fusarium coeruleum* standen 4 verschiedene, von der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig¹⁾ stammende Isolate zur Verfügung, die auf Czapek-Dox-Agar (Oxoid Nr. CM 97) kultiviert und in einer Konzentration von 5×10^4 /ml (1976 10^5 /ml) angeboten wurden. Die Infektionssetzung erfolgte durch Verletzung der Knollenbreite mit einem 7 mm breiten und mittels Anschlag ebenso tiefreichenden Sternschraubenzieher und durch Tauchung der Knollen in die entsprechenden Suspensionen. Der Zeitabstand zwischen Verletzung und Tauchung betrug längstens 2 Stunden. Auf eine Reinigung und Desinfektion der Knollen vor der Behandlung wurde verzichtet, um die knollenbürtige Mikroflora zu erhalten. Dafür wurde die Kontrolle ebenfalls verletzt und in Leitungswasser getaucht, um sowohl diese „Nebenwirkungen“ als auch den Feuchtigkeitseinfluß zu erfassen.

Nach der Infektion trocknete das Knollenmaterial in Plastikkistchen zu je 60 Knollen unter natürlichen Bedingungen bei 10–15 °C ab und verblieb bis zum Auspflanzen unverändert im gleichen Raum. Der Zeitraum zwischen Infektion und Feldanbau betrug 1975 12, 1976 23 und 1977 33 Tage.

Für den Feldanbau wurde eine Blockanlage in vierfacher Wiederholung der Kombinationen und eine Parzellengröße von 10,20 m² (50 Pflanzstellen) gewählt. In allen Jahren stand der Versuch auf humosem Lehm Boden in unmittelbarer Nähe Freisings. Die Düngung erfolgte betriebsüblich mit Versorgung von Stallmist (1975, 1977) oder Gründüngung (1977, schwache Gabe 1976) im Herbst und 125 kg/ha K₂O und 90 kg/ha P₂O₅ zum Pflanzen sowie 80 kg/ha N in Form von Kalkammonsalpeter kurz vor dem Auflaufen. Die Bestands-pflege wurde maschinell und mit einer Handhacke durchgeführt.

Am Aufwuchs interessierte der Anteil an Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit. Zu diesem Zweck wurde der Versuch jeweils zweimal, und zwar 1975 am 18. Juni und 14./15. Juli, 1976 am 17. Juni und 7. Juli und 1977 am 20. Juni und 12. Juli bonitiert. Befallene schwarzbeinige Stauden wurden, gleichgültig, ob nur 1 Stengel oder die ganze Staude erkrankt war, mit Plastikstäbchen markiert und als schwarzbeinige

Pflanzen gewertet. Für die statistische Verrechnung der Daten wurden die Prozentwerte nicht aufgelaufener bzw. befallener Pflanzen in $\arcsin \sqrt{x/100}$ transformiert.

3. Ergebnisse

3.1. Verhältnis Fehlstellen zu Schwarzbeinigkeit

Die Infektionsmaßnahmen wirkten sich in erster Linie auf den Besatz an schwarzbeinigen Pflanzen aus: der Anteil nicht aufgelaufener Pflanzen (Fehlstellen) war dagegen gering. Wie in Tab. 1 dargestellt, gilt diese Feststellung für alle Pflanzgutherkünfte und alle Infektionsstufen.

Tabelle 1. Fehlstellen, Schwarzbeinigkeit und Gesamtbefall im dreijährigen Mittel (1975–1977)

Herkunft	Merkmal	Kontr.	Infektionsvarianten		
			E. atr.	F. coer.	Mischinf.
Sand	Fehlst.	2,5	4,2	3,7	5,7
	Schwarzbe.	4,2	7,0	18,8	27,2
	Gesamt	6,7	11,2	22,5	32,8
Schotter	Fehlst.	2,2	1,2	1,8	2,2
	Schwarzbe.	1,3	5,8	13,3	14,7
	Gesamt	3,5	7,0	15,2	16,9
Lehm	Fehlst.	2,8	3,0	2,7	4,3
	Schwarzbe.	2,0	9,3	10,7	17,0
	Gesamt	4,8	12,3	13,3	21,3
Moor	Fehlst.	1,3	2,7	4,3	6,8
	Schwarzbe.	1,7	5,2	11,7	21,5
	Gesamt	3,0	7,8	16,0	28,3

Offensichtlich konnten die zum Pflanzzeitpunkt gut abgekapselten Infektionen den Fäulnisprozeß der Mutterknollen im Boden nur relativ langsam in Gang bringen, so daß es vorwiegend zur Erkrankung aufgelaufener Pflanzen kam.

Aus Tab. 1 geht auch hervor, daß die Infektion mit *Fusarium coeruleum* im Mittel der 3 Versuchsjahre bei allen Herkünften mehr Schwarzbeinigkeit verursachte als die Infektion mit *Erwinia atroseptica*. Eine weitere Befallssteigerung ist durch Mischinfektion (*E. atroseptica* + *F. coeruleum*) zu verzeichnen; sie wirkte mit Ausnahme der Schotterbodenherkunft praktisch kumulativ im Vergleich zur Einzelinfektion, obwohl gleiche Konzentrationsverhältnisse in der Mischinfektion vorlagen.

Nachdem der Fehlstellenbesatz in den Versuchen eine relativ untergeordnete Rolle spielte, wird für die weitere Analyse nur das Merkmal „Fehlstellen + Schwarzbeinigkeit“ (Gesamtbefall) benutzt.

3.2. Reaktion der Pflanzgutherkünfte

Die vier Pflanzgutherkünfte reagierten auf das Erregerangebot (Tab. 2) mit unterschiedlichem Befall und keinesfalls einheitlich in den 3 Versuchsjahren. So brachte die *Erwinia*-Infektion 1975 bei allen Herkünften mit 9,5–13% einen ziemlich gleichmäßigen Befall. Im 2. Versuchsjahr erwies sich dagegen die Schotterbodenherkunft mit 2,5% Befall als sehr widerstandsfähig, während das Material vom Sand- und Moorboden mit 8,5 bzw. 7% eine Mittelstellung einnahm und die Lehm Bodenherkunft mit 17,5% deutlich schlechter abschnitt. Im Versuch 1977 war das Bild wieder etwas ausgeglichener. Hier stört allerdings der vergleichsweise hohe Krankheitsbesatz in der Kontrollvariante, der mit einer zusätzlichen *Erwinia*-Infektion nicht mehr zu steigern war.

¹⁾ Herrn Wiss. Oberrat Dr. LANGERFELD danke ich für die Kulturen.

Tabelle 2. Gesamtbefall an Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit in den einzelnen Jahren und Pflanzgutherkünften

Jahr	Herkunft	Kontr.	Infektionsvarianten		
			E. atr.	F. coer.	Mischinf.
1975	Sand	2.0	13.0	38.5	49.5
1975	Schotter	4.5	12.0	34.5	33.0
1975	Lehm	1.5	12.0	19.5	34.5
1975	Moor	1.0	9.5	19.0	37.5
1976	Sand	3.0	8.5	13.5	23.0
1976	Schotter	2.0	2.5	2.0	10.0
1976	Lehm	3.0	17.5	14.0	18.5
1976	Moor	4.0	7.0	20.0	37.0
1977	Sand	15.0	12.0	15.5	26.0
1977	Schotter	4.0	6.5	9.0	7.5
1977	Lehm	10.0	7.5	6.5	11.0
1977	Moor	4.0	7.0	9.0	10.5
Mittel		4.5	9.6	16.8	24.8

Tabelle 3. F-Werte der zweifaktoriellen Varianzanalyse für das Merkmal „Gesamtbefall“ in den einzelnen Jahren

Ursache	FG	F-Werte		
		1975	1976	1977
Block	3			
Herkunft (H)	3	4.75**	12.37**	6.81**
Erregerart (E)	3	97.58**	26.53**	2.71
H × E	9	1.29	1.97	0.40
Rest	45			

* = signifikant (P < 5%, ** = hochsignifikant (P < 1%)

Tabelle 4. F-Werte der statistischen Auswertung der Versuchsreihe 1975–1977 für das Merkmal „Gesamtbefall“

Ursache	FG	F-Wert
Blocks in Jahren	9	
Jahre (J)	2	24.38**
Herkunft (H)	3	9.41**
Erregerart (E)	3	81.69**
J × H	6	8.86**
J × E	6	14.70**
H × E	9	1.70
J × H × E	18	1.36
Rest	135	

** = hochsignifikant (P < 1%)

Tabelle 5. Rangfolge im Befallsgrad (1 = geringster, 4 = höchster) für die einzelnen Herkünfte auf der Grundlage der Grenzdifferenz 5% (multipler t-Test). Herkünfte mit verbundener Linie unterscheiden sich nicht signifikant

Erreger	Jahr	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4
Kontrolle	1975	Moor	Lehm	Sand	Schotter
	1976	Schotter	Lehm	Sand	Moor
	1977	Moor	Schotter	Lehm	Sand
E. atos.	1975	Moor	Lehm	Schotter	Sand
	1976	Schotter	Moor	Sand	Lehm
	1977	Schotter	Moor	Lehm	Sand
F. coer.	1975	Lehm	Moor	Schotter	Sand
	1976	Schotter	Sand	Lehm	Moor
	1977	Moor	Lehm	Schotter	Sand
Mischinf.	1975	Lehm	Schotter	Moor	Sand
	1976	Schotter	Lehm	Sand	Moor
	1977	Schotter	Moor	Lehm	Sand

Die Herkünfte verhielten sich in bezug auf die Infektion mit *Fusarium coeruleum* teilweise völlig anders als mit *E. atroseptica*: hohe Anfälligkeit der Sand- und Schotterbodenherkünfte 1975 (38,5 bzw. 34,5 %) und eine wesentlich geringere beim Lehm- und Moorbodenmaterial (19–19,5 %). Im folgenden Jahr erwies sich das Moorbodenmaterial (20 %) am anfälligsten, gefolgt von der Lehm-, Sand- (14 bzw. 13,5 %) und Schotterbodenherkunft (2 %); letztere hielt somit dem *Fusarium*-Infektionsdruck vollkommen stand. An den Aufwüchsen 1977 ergab sich ein ähnliches Bild wie im Falle der Infektion mit *E. atroseptica*. Die Infektion des Materials mit *Erwinia atroseptica* + *Fusarium coeruleum* (Mischinfektion) führte zu den bereits erwähnten höchsten Befallswerten und zu wiederum anderen Reaktionen der einzelnen Herkünfte. 1975 hob sich das Sandbodenmaterial (49,5 %) von den übrigen Herkünften (33–37,5 %) deutlich ab. In den folgenden Jahren lautet die Reihenfolge: Moor-, Sand-, Lehm-, Schotterboden bzw. Sand-, Lehm-, Moor- und Schotterboden.

Die varianzstatistische Auswertung der Versuche bestätigt den bereits zum Ausdruck gebrachten Einfluß der Pflanzgutherkunft und Erregerart (Tab. 3).

Für 1975 und 1976 sind hochgesicherte Effekte der Herkunft und der Erregerart, für 1977 nur solche der Herkunft nachzuweisen. Eine gesicherte Wechselwirkung beider Einflußgrößen liegt dagegen nicht vor.

Die statistische Auswertung der Versuche über Jahre ergab hochgesicherte Wirkungen des Jahres, der Herkunft und Erregerart sowie der Wechselwirkung „Jahr × Herkunft“ und „Jahr × Erregerart“ (Tab. 4). Damit wird deutlich, wie komplex das Auftreten von Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit einzuschätzen ist.

Mit Hilfe von Tab. 5 kann die völlig unsystematische Rangfolge im Befallsgrad der einzelnen Herkünfte zusätzlich verdeutlicht werden. Der Tabelle liegen die Grenzdifferenzen mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit zugrunde, wobei sich Herkünfte mit verbundener Linie im statistischen Sinne eigentlich befalls- und damit rangmäßig nicht unterscheiden. Es fällt zwar auf, daß Rang 1 in 6 von 12 Fällen von der Schotterbodenherkunft und Rang 4 in 7 Fällen von der Sandbodenherkunft eingenommen wird, trotzdem kann damit noch keiner Pflanzgutherkunft eine schlechthin höhere Widerstandsfähigkeit gegen Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit attestiert werden.

4. Diskussion

Auffallend an dem Versuch war die enorme Begünstigung der Schwarzbeinigkeit durch den Lagerfäulepilz *Fusarium coeruleum*. Unter den geprüften Infektionsvoraussetzungen (Erregerdichte) ist der Anwesenheit dieses Pilzes noch größere Bedeutung für das Auftreten von Schwarzbeinigkeit beizumessen als dem eigentlichen Pathogen der Krankheit. Ähnliche Erfahrungen konnten auch in anderen Experimenten gemacht werden. Zu erklären ist dieses Phänomen mit dem vorzeitigen Verfall der Mutterknolle, der die latent anhaftenden Schwarzbeinigkeitserreger aktiviert und zum Befall der Stengelbasis befähigt.

In den Versuchen zeigte sich, daß die Pflanzgutherkunft zwar einen gesicherten Einfluß auf das Ausmaß an Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit im folgenden Aufwuchs ausübt, dieser Effekt aber nicht oder zumindest nicht ausschließlich der Bodenart des Ausgangsbestandes angelastet werden kann. In dem dreijährigen Versuch konnte nämlich keine einheitliche Reihenfolge für den Befallsgrad der Herkünfte beobachtet werden. Wenn überhaupt, darf allenfalls die Sandbodenher-

kunft als etwas höher und das Material vom Schotterboden als etwas geringer anfällig bezeichnet werden. Die Herkunftseffekte dürften jedoch im überwiegenden Umfang durch andere Einflüsse hervorgerufen worden sein. Welche Faktoren im einzelnen wirksam waren, konnte mit dem Versuch nicht geklärt werden. Neben unterschiedlichen Standorteinflüssen könnten auch verschiedenartige Ernte-, Aufbereitungs- und Lagerungsbedingungen eine Rolle gespielt haben. Da selbst bei den Sand- und Moorbodenherkünften, die in allen 3 Jahren dem gleichen Betrieb entstammten, mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht immer einheitliche Behandlungseinflüsse vorgelegen haben, müssen die hochgesicherten Jahres- und Herkunftseffekte als Ausdruck von Dispositionsunterschieden des Pflanzgutes interpretiert werden. Auch die hochsignifikanten Wechselwirkungen „Jahr \times Herkunft“ und „Jahr \times Erreger“ unterstützen diese Vermutung. Damit fände die These von van den BOOM (1967), daß Schwarzbeinigkeit immer eine Schwächung des Pflanzgutes oder der heranwachsenden Staude voraussetzt und die Disposition des Pflanzgutes und der Staude durch vielerlei Faktoren beeinflussbar ist, eine Bestätigung. Das Auftreten der Schwarzbeinigkeit ausschließlich auf diese Weise zu deuten, scheint jedoch nicht gerechtfertigt. In den Versuchen hat sich die zusätzliche Infektion mit *Erwinia atroseptica* und *Fusarium coeruleum* fast stets als die mit Abstand wirksamste Maßnahme zur Steigerung des Schwarzbeinigkeitsbefalls erwiesen. In vorausgegangenen Untersuchungen (MUNZERT et al. 1977, MUNZERT 1977 a) ergab sich eindeutig eine Abhängigkeit vom Verletzungsgrad der Knollen und vom Infektionsdruck, gleichgültig, ob derartige Infektionen im Herbst, bei der Auslagerung im Frühjahr, oder unmittelbar zum Pflanzen gesetzt wurden.

Die große Bedeutung einer zusätzlichen Infektion über Wunden kommt auch dadurch zum Ausdruck, daß der gemeinsame Angriff von *Erwinia atroseptica* und *Fusarium coeruleum* meistens größere Schäden als bei Einzelinfektionen verursachte. Solche Beobachtungen machten auch NOLL (1972) und PETT und KLEINHEMPEL (1975) mit einem Gemisch von *Fusarium* spp. und *E. atroseptica*. Da *Erwinia* spp. zumindest im Lentizellenbereich (Perombelon 1972), aber auch auf der Knollenschale (FICKE et al.) gut überleben kann und *Fusarium* spp. ein gut angepaßter Bodenbewohner ist (BOYD 1972), verschlechtert sich die Situation für eine über Wunden infizierte Knolle zusätzlich.

Das Ausmaß an Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit in einem Kartoffelbestand muß daher unter praktischen Bedingungen

zunächst als Folge von Infektionsdruck und Beschädigungsumfang der Pflanzknolle und erst in zweiter Linie als Ausdruck einer physiologisch bedingten Disposition angesehen werden. Erst unter sehr extremen Umweltfaktoren wird die zusätzliche Infektion über Wunden bedeutungslos.

Literatur

- BOOM, T. van den: Untersuchungen über die Voraussetzungen für das Auftreten der Schwarzbeinigkeit der Kartoffel. Phyt. Zeitschr. **58**, 239–276, 1967
- BOYD, A. E. W.: Potato storage diseases. Plant Path. **51**, 297–321, 1972
- FICKE, W., K. NAUMANN, J. MÜLLER, K. SKADOW und R. ZIELKE: Über die Lebensfähigkeit von *Pectobacterium carotovorum* var. *atrosepticum* (van Hall) Dowson auf dem Pflanzgut und im Boden. Arch. Phytopath. u. Pflanzensch. **9**, 371–381, 1973
- HENNIGER, H.: Die Knollenaßfäule und die Schwarzbeinigkeit der Kartoffel und ihre Bedeutung für die Pflanzguterzeugung. Saat- und Pflanzgut **9**, 83–87, 1968
- HOFFMANN, G.: Die Bakteriosen der Kartoffel. In: Die Kartoffel II, 1139–1145, 1962. VEB Dtsch. Landwirtschaftsverlag, Berlin
- LANGERFELD, E.: Lagerfäulen an Kartoffeln 1969/70. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **22**, 109–110, 1970
- MUNZERT, M.: Bedeutung der Knollenbeschädigung und des Infektionsdruckes für Fehlstellen und Schwarzbeinigkeit. Der Kartoffelbau **28**, H. 7, 202–204, 1977 a
- MUNZERT, M.: Lagerfäulen und Auflaufschäden – zum Stand der Forschung. Der Kartoffelbau **28**, H. 9, 264–266, 1977 b
- MUNZERT, M., J. DUBEN und E. LANGERFELD: Über den Einfluß pilzlicher und bakterieller Kartoffelfäuleerreger auf Auflaufschäden im Bestand. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **29**, 69–74, 1977
- NOLL, A.: Über das Zusammenwirken von *Fusarium sambucinum* Fuck. f. 6 Wr. und *Pectobacterium carotovorum* (Jones) Waldee, bei den Lagerfäulen der Kartoffelknollen. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. **24**, 1–3, 1972
- PÉROMBELON, M. C. M.: The extent and survival of contamination of potato stocks in Scotland by *Erwinia carotovora* var. *carotovora* and *E. carotovora* var. *atroseptica*. Ann. appl. Biol. **71**, 111–117, 1972
- PETT, B. und D. KLEINHEMPEL: Concerning the problem of mixed rot (*Pectobacterium carotovorum* var. *atrosepticum* and *Fusarium* spp.) on potato tubers. Int. Pl. Path. Congr. (Moscow) Sess. **8**, 2, 304–312, 1975