

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig¹⁾
Technische Universität München, Lehrstuhl für Phytopathologie, Freising-Weihenstephan²⁾

Alte und neue Population von *Phytophthora infestans* in Deutschland

Old and new population of *Phytophthora infestans* in Germany

Gertrud Rullich¹⁾, Bärbel Schöber-Butin¹⁾, Frank Niepold¹⁾ und Johann Habermeyer²⁾

Zusammenfassung

Isolate von *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY wurden auf ihre Zugehörigkeit zur „alten“ oder „neuen“ Population untersucht. Es zeigte sich, dass seit 1993/1994 eine Verdrängung der alten Population stattfindet; der Vorgang ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Alle Isolate des alten Haplotyps Ib gehören zum Paarungstyp A1; sie sind außerdem sensitiv gegenüber dem fungiziden Wirkstoff Metalaxyl. In den Haplotypen Ia und IIa der neuen Population sind beide Paarungstypen zu finden und es gibt sowohl resistente als auch sensitive Stämme gegenüber Metalaxyl. Der Anteil komplexer Pathotypen ist bei den neuen Haplotypen Ia bzw. IIa höher als beim alten Haplotyp Ib.

Stichwörter: Haplotypen, Paarungstypen, Phenylamidresistenz, Pathotypen

Abstract

Isolates of *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY were surveyed for their affiliation to the „old“ and „new“ population. It could be shown, that since 1993/1994 there was a replacement of the old population and this process is not finished yet. All isolates of the old haplotype Ib belong to the mating type A1. In addition, they are sensitive towards the fungicidal active substance Metalaxyl. The haplotypes Ia and IIa of the new population have both mating types and there are resistant as well as sensitive strains towards Metalaxyl. The portion of complex pathotypes was found to be higher in the new haplotypes Ia and IIa than in the old haplotype Ib.

Key words: Haplotypes, mating types, phenylamid resistance, pathotypes

Einleitung

Seit der irischen Hungerkatastrophe von 1845 wird intensiv an der Bekämpfung von *Phytophthora infestans* an Kartoffeln gearbeitet. In den letzten Jahrzehnten ist es gelungen, durch Kombination von Sortenresistenz, Prognosemethoden und Fungizideinsatz meist gute Kartoffelernten zu erreichen. Da der Pilz aber eine große Anpassungsfähigkeit besitzt, tauchen immer wieder neue Herausforderungen auf. Seit Mitte der 80er Jahre kommen beide Paarungstypen A1 und A2 nebeneinander nicht mehr nur in Mexiko, sondern fast weltweit vor, so dass sich der Pilz überall

auch sexuell vermehren kann, was zu einer größeren genetischen Vielfalt führt. Etwa ab der gleichen Zeit wird in vielen Ländern beobachtet, dass die „alte“ Population von *Phytophthora infestans* innerhalb weniger Jahre durch eine „neue“ ersetzt wird. FRY et al. (1993) berichten darüber aus den USA, DAY and SHATTOCK (1997) prüften Isolate von 1978 bis 1995 aus England, und GRIF-FITH and SHAW (1998) untersuchten Einsendungen aus England, Russland, den USA und Taiwan aus den Jahren 1978 bis 1994 auf ihre Zugehörigkeit zur alten bzw. neuen Population. Die neuen Isolate erwiesen sich zum Teil als aggressiver als die alten und zeigten eine geringere Sensitivität gegenüber Metalaxyl. Da auch in Deutschland in den letzten Jahren ein frühes Auftreten und ein aggressiverer Verlauf von Krautfäule-Epidemien beobachtet wurde, erschien es sinnvoll, alle Isolate aus der Stammsammlung des Institutes für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der BBA Braunschweig (vor 1967–1999), aus Bayern (1999) sowie aus Deutschland (2000) auf ihre Populationszugehörigkeit zu untersuchen.

Material und Methoden

Die untersuchten Isolate wurden aus dem Freiland entnommen. Die Erhaltung der Isolate erfolgte in der Stammkultur auf Roggenagar unter Öl – soweit es sich um Kulturen aus den Jahren 1967 bis 1999 handelt – bzw. auf Kartoffelscheiben.

Die Bestimmung des Paarungstyps wurde mit Hilfe von A1- bzw. A2-Testern auf Erbsen- oder Roggenagar durchgeführt. Unter dem Mikroskop wurde nach 14 Tagen bei 15 °C der Grenzbe- reich zwischen dem zu prüfenden Isolat und dem Tester auf das Vorhandensein von Oosporen untersucht. Mit Hilfe des internationalen Testsortimentes (BLACK et al., 1953) wurde das Pathotypenspektrum ermittelt. Die Fungizidresistenz wurde auf ausgestanzten, auf Fungizidlösung schwimmenden Blättchen festgestellt.

Die Bestimmung der Zugehörigkeit zur „alten“ bzw. „neuen“ Population wurde erst durch Methoden der Gentechnik möglich. Schneidet man die DNA der Mitochondrien von *Phytophthora infestans* nach der Amplifikation mittels PCR mit dem Restriktionsenzym MspI bzw. EcoRI, so kann man im Agarose-Gel anhand ihrer Bandenmuster vier Haplotypen unterscheiden, nämlich Ib = alt, Ia, IIa und IIb = neu.

Für diese Untersuchung wurden die Isolate in Flüssigmedium nach HENNIGER (1963) angezogen, filtriert, gefriergetrocknet und im Mörser zu feinem Pulver zerrieben. Nach der Methode von DAY and SHATTOCK (1997) wurde Gesamt-DNA extrahiert,

präzipitiert und gefriergetrocknet. Nach Aufnahme des Pellets mit TE-Puffer wurde die mt-DNA mit Hilfe eines spezifischen Primerpaars und der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) amplifiziert, wobei ein Produkt von 1070 Basenpaaren entstand (DAY and SHATTOCK, 1997). Nach der Restriktion mit den Endonukleasen MspI bzw. EcoRI zeigten sich nach elektrophoretischer Auftrennung für jeden der 4 Haplotypen charakteristische Banden (GRIFFITH and SHAW, 1998).

Ergebnisse

Insgesamt wurden 326 Isolate aus den Jahren 1967 bis 2000 untersucht. Die Herkünfte dieser Isolate sind als „Bayern 1999“ (B), „eigene Sammlung 1967 bis 1999“ (S) und „Deutschland 2000“ (D) bezeichnet. Die Isolate wurden sowohl von Kartoffeln als auch von Tomatenpflanzen aus Praxisbetrieben gewonnen.

Tabelle 1 gibt die Verteilung der Paarungstypen innerhalb der Isolate an. Es zeigt sich, dass der Paarungstyp A1 weitaus am stärksten vertreten ist. Nicht dargestellt ist die Verteilung zwischen den beiden Wirtspflanzen, weil sich keine gravierenden Unterschiede zeigten.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Haplotypencharakterisierung. Im Gegensatz zur allgemeinen Annahme, dass die alte Population in Deutschland schon völlig verdrängt worden sei, konnten selbst bei der relativ geringen Probenzahl des Jahres 2000 trotzdem noch zwei Isolate des alten Haplotyps Ib gefunden werden. Nicht untersucht wurden die Herkünfte „Bayern“ und „Sammlung“ auf den ebenfalls neuen Haplotyp IIb. In der Herkunft „Deutschland“ war kein Isolat des Haplotyps IIb vertreten.

Wie in Tabelle 2 dargestellt, gehört die Mehrzahl der Isolate dem Haplotyp Ia an, nämlich 70 %, während die Haplotypen IIa bzw. Ib mit 23 % bzw. 5 % vertreten sind. Es ist daher nicht verwunderlich, dass auch die Mehrzahl des Paarungstyps A1 dem Haplotyp Ia angehört, wie Tabelle 3 zeigt. Dies trifft auch für den Paarungstyp A2 zu.

Schlüsselt man die Verteilung der Paarungstypen nach Haplotypen auf, so wird erkennbar, dass alle alten Haplotypen Ib dem Paarungstyp A1 angehören. Erst mit dem neuen Haplotyp Ia taucht auch der Paarungstyp A2 auf. Interessant ist die Aufschlüsselung der Haplotypen nach Jahren (Tab. 4).

Von 1970 bis 1999 nimmt der Anteil alter Haplotypen stark ab, während die neuen Haplotypen ab 1990 ansteigen. Dabei sinken die Zahlen des Haplotyps Ia, während die des Haplotyps IIa zunehmen. Der Beginn der Verdrängung des alten Haplotyps Ib

Tab. 3. Paarungstypen innerhalb der Haplotypen

Haplotyp Herkunft Paarungstyp	Ib			Ia			IIa			Σ
	B	S	D	B	S	D	B	S	D	
A1	-	14	2	51	106	6	7	35	4	225
A2	-	-	-	9	14	21	2	7	7	60
SF	-	1	-	-	22	2	-	16	-	41
Σ	-	15	2	60	142	29	9	58	11	326

Tab. 4. Verteilung der Haplotypen nach Jahren

Jahr	Haplotyp			Σ
	Ib	Ia	IIa	
Bis 1970	2			2
1971-1980	3	1		4
1981-1990	6	8	1	15
1991-1995	3	25	6	34
1996-2000	3	197	71	271
Σ	17	231	78	326

durch die neuen Ia und IIa ist für das Gebiet der alten Bundesländer um 1993/94 anzusetzen, wie Tabelle 5 zeigt, in der nur die westdeutschen Isolate der Sammlung aus den entscheidenden Jahren aufgeführt sind. Alle bis 1984 gesammelten Isolate gehören zum „alten“ Haplotyp Ib (Tab. 5). Zwischen 1985 und 1989 taucht zum ersten Mal ein „neuer“ Haplotyp Ia auf (1986, Brockhöfe), zwischen 1990 und 1994 der Haplotyp IIa (1993, Hannover). Der Vorgang ist noch nicht abgeschlossen, denn im Jahr 2000 tauchen noch Ib-Isolate aus Mecklenburg-Vorpommern auf.

Wesentlich früher, nämlich schon 1977, wurde der neue Haplotyp Ia (1977, Wentow) in den neuen Bundesländern in einem Isolat entdeckt (DAGGETT et al., 1993). Das mag mit den unterschiedlichen Herkünften von Pflanzkartoffeln in Ost- und Westdeutschland zusammenhängen. Die ehemalige DDR bezog Pflanzgut hauptsächlich aus Polen, und Polen importierte Kartoffeln direkt aus Mexiko, der Heimat des Pilzes und seines Paarungstypes A2. Die genetische Vielfalt polnischer Populationen ist weit größer als die in westeuropäischen Ländern, wo das Pflanzgut meist nicht importiert, sondern im Lande erzeugt wird.

Tabelle 6 zeigt die Verteilung fungizidresistenter Isolate, wobei z. Z. nur die Resistenz gegen den Wirkstoff Metalaxyl gemeint ist. Hier werden nur die Ergebnisse der beiden Herkünfte „Sammlung“ und „Deutschland“ dargestellt (Tab. 6).

Tab. 1. Verteilung der Paarungstypen

Herkunft Paarungstyp	Bayern 1999	Sammlung 1967-1999	Deutschland 2000	Σ
A1	58	155	12	225
A2	11	21	28	60
SF	0	39	2	41
Σ	69	215	42	326

Tab. 2. Zusammensetzung der Haplotypen

Herkunft Haplotyp	Bayern 1999	Sammlung 1967-1999	Deutschland 2000	Σ
Ib	0	15	2	17
Ia	60	142	29	231
IIa	9	58	11	78
IIb	n. b.	n. b.	0	0
Σ	69	215	42	326

Tab. 5. Gliederung der westdeutschen Isolate der Sammlung nach Jahren

Jahr	Haplotyp		
	Ib	Ia	IIa
Bis 1984	3	0	0
1985-1989	2	1	0
1990-1994	3	19	2
1995-1999	1	106	51

Tab. 6. Phenylamidresistenz der untersuchten Isolate

Herkunft	Sammlung	Deutschland	Σ
Resistenz fehlend	136	21	157
vorhanden	79	21	100
Σ	215	42	257

Tab. 7. Phenylamidresistenz und Haplotyp

Herkunft Resistenz Haplotyp	Sammlung		Deutschland		Σ
	fehlend	vorhanden	fehlend	vorhanden	
Ib	15	0	2	0	17
Ia	80	62	8	21	171
Ila	41	17	11	0	69
Σ	136	79	21	21	257

Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, überwiegt die Anzahl metalaxyl-sensitiver Isolate. Dass dies von Jahr zu Jahr wechseln kann, zeigt die Herkunft „Deutschland“: Im Jahr 2000 war das Verhältnis zwischen fungizidresistent und -sensitiv ausgeglichen. Interessant ist die Verteilung der fungizidresistenten Isolate innerhalb der Haplotypen, wie Tabelle 7 zeigt.

Alle zum alten Haplotyp Ib gehörenden Herkünfte erweisen sich als sensitiv gegenüber diesem Fungizid. Von den neuen Haplotypen sind bei Ia über 43 % resistent, bei Ila etwa 30 %. Auch hier zeigt sich in Ostdeutschland ein anderes Bild. In Westdeutschland wurde der Wirkstoff Metalaxyl 1979 zugelassen, schon 1980 erschienen die ersten resistenten Pilzisolat. In Ostdeutschland traten dagegen schon 1977 Resistenzen auf, darunter auch bei dem schon erwähnten Isolat (1977, Wentow), für das erstmals der Haplotyp Ia nachgewiesen wurde.

Schlüsselt man die Haplotypen nach der Pathotyp-Zugehörigkeit auf, wie Tabelle 8 zeigt, so ergibt sich folgendes Bild: Beim alten Haplotyp Ib sind noch Einzelvirulenzen vorhanden; die höchste Anzahl an Virulenzen beträgt 8. Beim Haplotyp Ia sind noch Isolate mit zwei Virulenzen vorhanden, während beim Haplotyp Ila nur Pathotypen mit mindestens 3 Virulenzen vorkommen. Dabei ist der Anteil komplexer Pathotypen deutlich höher und geht bis zu 11 Virulenzen.

Diskussion

Fasst man die Ergebnisse zusammen, so muss man feststellen, dass Versuchsergebnisse, die von nur einem Gebiet gewonnen wurden, nicht ohne weiteres auf größere Räume übertragen oder verallgemeinert werden können. Selbst in einem relativ kleinen Gebiet wie dem der Bundesrepublik Deutschland ergeben sich Unterschiede in der Populationsentwicklung zwischen Ost und West.

In Ostdeutschland waren die neuen Isoenzymmuster 100/100 der Glucose-Isomerase als auch der Peptidase bereits 1976 vorhanden; der A2-Typ trat 1980 auf (GÖTZ, 1991). Die Resistenz des Pilzes gegen Metalaxyl und der neue Haplotyp Ia wurden im Jahr 1977 gefunden (DAGGETT et al., 1993). In Westdeutschland wurden alle Veränderungen dagegen später sichtbar: Die Änderung der Isoenzymmuster konnte erst an den Isolaten des Jahres 1993 festgestellt werden (KNIPFELBERG, 1995) und der A2-Typ

wurde erst 1985 entdeckt (SCHÖBER und RULLICH, 1986). Die Resistenz gegen Metalaxyl konnte 1980 beobachtet werden (SCHÖBER, 1984), nachdem der Wirkstoff 1979 im Fungizid Ridomil 50 erstmalig zugelassen worden war, und die neuen Haplotypen Ia bzw. Ila wurden 1986 bzw. erst 1993 isoliert. Eine vollständige Verdrängung der alten Population hat noch nicht stattgefunden, denn selbst im Jahr 2000 waren noch Isolate der alten Population vorhanden.

Theoretisch ist die Bildung von Oosporen in allen Kartoffelproduktionsgebieten möglich und auch für bestimmte, eng begrenzte Standorte nachgewiesen (SCHÖBER-BUTIN, unveröffentlicht). Welche Bedeutung diesen Oosporen aber zugewiesen werden muss, ist nach wie vor ungeklärt, denn Nachbau auf eindeutig mit Oosporen verseuchten Böden hat nicht zu einem früheren oder stärkeren Befall geführt als auf nicht verseuchten Böden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch TURKENSTEEN und FLIER (1998), die zeigen konnten, dass Infektionen durch keimende Oosporen erst „sehr spät“ im Verlauf der Epidemie auftraten.

Es bedarf auch noch weiterer Untersuchungen um festzustellen, ob sich die Population tatsächlich sexuell fortpflanzt oder ob die beobachteten Änderungen des Pathotypenspektrums auf andere Mechanismen wie z. B. Mutation zurückgeführt werden können. DAGGETT et al. (1995) sowie RITCH und DAGGETT (1995) hatten die sexuelle Fortpflanzung zumindest für die ostdeutsche Population ausgeschlossen, während FLIER et al. (2001) davon ausgehen, dass sich die bayerische Population sexuell vermehrt. Bei Anwendung anderer Auswertungsmethoden der AFLP könnte man allerdings auch zu einer anderen Meinung kommen (DILGER, 2000).

Es bleibt auch noch zu prüfen, ob die beobachtete frühere und aggressivere Ausbreitung des Pilzes wirklich ausschließlich mit der neuen Population zusammenhängt. In eigenen Versuchen mit gleich alten, d. h. im gleichen Jahr isolierten Stämmen der alten und neuen Population zeigten sich kaum Unterschiede (SCHÖBER-BUTIN, unveröffentlicht). Es wurden sowohl wenig aggressive Stämme der neuen Population als auch der alten und umgekehrt auch aggressive Stämme der alten Population gefunden. Auch hier mögen noch andere Mechanismen wie Sortenresistenz, Düngung, Witterungseinflüsse usw. entscheidend sein. Jedenfalls kann von einem mehr oder weniger „plötzlichen“ Verdrängen der alten Population durch eine neue nicht die Rede sein. Vielmehr handelt es sich um einen langsam fortschreitenden Austausch von Pilzstämmen, wobei ständig neue Haplotypen entstehen, so dass ältere Haplotypen weniger häufig nachgewiesen werden können.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Herrn M. DILGER und Herrn Dr. K. MÖLLER, beide Technische Universität München, für die Isolatgewinnung der Herkunft Bayern 1999. Die Analyse der mtDNA-Haplotypen der Herkunft Bayern 1999 wurde dan-

Tab. 8. Haplotypen und Pathotypen (Ausschnitt aus den Ergebnissen)

Haplotyp	Pathotyp
alt, Ib	4; 1.4; 2.6; 1.2.4; 1.3.7; 4.10.11; 1.2.3.4; 1.3.4.7; 3.4.7.11; 1.3.4.7.11; 1.2.3.4.8.11; 1.3.4.7.8.10.11; 1.2.3.4.7.8.10.11
neu, Ia	1.4; 4.7; 4.11; 1.2.4; 1.3.4; 1.3.7; 1.4.11; 3.4.7; 4.7.8; 1.2.3.4; 1.2.3.11; 1.3.7.11; 1.4.7.8; 1.4.10.11; 3.4.10.11; 1.3.4.5.11; 1.3.4.6.7; 1.3.7.10.11; 2.3.4.7.11; 3.4.7.8.11; 1.3.4.7.8.10; 2.3.4.7.8.11; 3.4.7.8.10.11; 1.2.3.4.6.7.10; 1.2.3.4.6.7.11; 1.3.4.5.7.8.11; 1.3.4.6.7.8.11; 2.3.4.7.8.10.11; 1.2.3.4.6.7.8.11; 1.3.4.6.7.8.10.11; 1.2.3.4.5.6.7.10.11; 1.2.3.4.5.7.8.10.11; 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11
neu, Ila	1.3.4; 1.3.7; 1.3.7.11; 1.4.10.11; 1.2.3.4.7; 1.3.4.7.11; 1.3.7.10.11; 3.4.7.10.11; 1.2.3.6.7.10; 1.3.4.7.10.11; 1.3.5.7.10.11; 2.3.4.7.10.11; 1.2.3.4.6.7.11; 1.2.3.6.7.10.11; 1.3.4.5.7.10.11; 1.3.4.7.8.10.11; 2.3.4.5.6.10.11; 1.2.3.4.6.7.8.11; 1.3.4.5.7.8.10.11; 2.3.4.6.7.8.10.11; 1.2.3.4.5.6.7.10.11; 1.2.3.4.5.7.8.10.11; 1.2.3.4.6.7.8.10.11; 1.2.3.4.5.6.7.8.10.11

kenswerter Weise in den Laboratorien von W. FLIER und L. TURKENSTEEN, Wageningen, Niederlande, durchgeführt. Weiterhin bedanken wir uns bei den Mitarbeitern des Deutschen Pflanzenschutzdienstes für die Einsendung von Proben während der letzten Jahre.

Literatur

- BLACK, W., C. MASTENBROEK, W. R. MILLS, L. C. PETERSON, 1953: A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives. *Euphytica* **2**, 173–179.
- DAGGETT S. S., E. GÖTZ, C. D. THERRIEN, 1993: Phenotypic changes in populations of *Phytophthora infestans* in Eastern Germany. *Phytopathology* **83**, 319–323.
- DAGGETT, S. S., J. E. KNIGHTON, C. D. THERRIEN, 1995: Polyploidy among isolates of *Phytophthora infestans* from Eastern Germany. *J. Phytopathol.* **143**, 419–422.
- DAY, J. P., R. C. SHATTOCK, 1997: Aggressiveness and other factors relating to displacement of populations of *Phytophthora infestans* in England and Wales. *Europ. J. Plant Path.* **103**, 379–391.
- DILGER, M., 2000: Charakterisierung von Populationen von *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY in Bayern. Diplomarbeit, Technische Universität München.
- FLIER, W., J. HABERMAYER, L. TURKENSTEEN, 2001: AFLP fingerprinting and mtDNA haplotyping reveals the presence of the „new“ *Phytophthora infestans* population in Bavaria. In: WESTERDIJK, C. E., H. T. A. M. SCHEPERS (Eds.): Proceedings of the workshop on the European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Lelystad, The Netherlands, PAV-Special Report no. **7**, 135–144.
- FRY, W. E., S. B. GOODWIN, A. T. DYER, J. M. MATUSZAK, A. DRENTH, P. W. TOOLEY, L. S. SUJKOWSKI, Y. J. KOH, B. A. COHEN, L. J. SPIELMAN, K. L. DEAHL, D. A. INGLIS, K. P. SANDLAN, 1993: Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*: chronology, pathways, and implications. *Plant Dis.* **77**, 653–661.
- GÖTZ, E., 1991: Untersuchungen zum Auftreten des A₂-Paarungstyps bei *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY in Ostdeutschland. *Potato Res.* **34**, 233–237.
- GRIFFITH, G. W., D. S. SHAW, 1998: Polymorphisms in *Phytophthora infestans*: Four mitochondrial haplotypes are detected after PCR amplification of DNA from pure cultures or from host lesions. *Appl. Environmental Microbiol.* **64**, 4007–4017.
- HENNIGER, H., 1963: Zur Kultur von *Phytophthora infestans* auf vollsynthetischen Nährsubstraten. *Zeitschr. Allg. Mikrobiol.* **3**, 126–135.
- KNIPFELBERG, I. T., 1995: Erarbeitung und Erprobung von Methoden zur Charakterisierung von Isoenzym-Genotypen bei *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY mittels Stärkegel-Elektrophorese und orientierende Untersuchungen zur Differenzierung mit der Polymerase Chain Reaction (PCR). Diplomarbeit, Universität Hannover, 159 S.
- RITCH, D. L., S. S. DAGGETT, 1995: Nuclear DNA content and chromosome number in German isolates of *Phytophthora infestans*. *Mycologia* **87**, 579–581.
- SCHÖBER, B., G. RULLICH, 1986: Oosporenbildung von *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY. *Potato Res.* **29**, 395–398.
- SCHÖBER, B., 1984: Resistenz von *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY gegen Metalaxyl in der Bundesrepublik Deutschland. *Nachricht. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig)* **36**, 121–124.
- TURKENSTEEN, L. J., W. FLIER, 1998: Wird der Krautfäuleerreger immer aggressiver? *Top agrar*, Heft 5, 52–54.

Zur Veröffentlichung angenommen: 21. August 2001

Kontaktanschrift: Dr. Bärbel Schöber-Butin, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig.