

## Pathogenität einiger *Fusarium*-Arten und *formae speciales* an Sommerastern und Nelken

### Pathogenicity of Some Species of *Fusarium* and *formae speciales* to China Aster and Carnation

\*Anna Orlicz-Luthardt\*, U. Rieckmann\* und W. Dercks\*\*

(\* Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V. und \*\* Fachbereich Gartenbau der Fachhochschule Erfurt)

#### Zusammenfassung

In vierjährigen Versuchen wurde geprüft, ob außer *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* auch *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* für die *Fusarium*-Welke bei *Callistephus chinensis* verantwortlich sein kann. Gleichzeitig wurde untersucht, inwieweit *F. culmorum*, *F. lateritium* und *F. solani* eine Krankheit dieser Kulturpflanze hervorrufen können. Dabei erfolgten sowohl die Testung der Pathogenität gegenüber Sommerastern als auch Untersuchungen zu Interaktionen in den Pathosystemen Sommeraster/*F. oxysporum* f. sp. *dianthi* und Nelken/*F. oxysporum* f. sp. *callistephi*.

Die verschiedenen Isolate von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* waren für die Sommerastern und die von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* für die Nelken pathogen und riefen typische – bei beiden Kulturpflanzen identische – Symptome der Welkekrankheit hervor. Die Befallsrate war von der Virulenz der Isolate und von den getesteten Sorten abhängig. In den Pathosystemen Sommeraster/*F. oxysporum* f. sp. *dianthi* bzw. Nelken/*F. oxysporum* f. sp. *callistephi* war sie wesentlich niedriger als im Pathosystem Sommeraster/*F. oxysporum* f. sp. *callistephi*.

Die Ausprägung von sichtbaren Symptomen einer Erkrankung bei den mit *F. culmorum*, *F. lateritium* und *F. solani* inokulierten Pflanzen erfolgte frühestens 40 Tage nach Inokulation, zog sich dann aber über die Gesamtdauer der Versuche (120 Tage) hin. Immer wieder zeigten einzelne Pflanzen Vergilbungen der Blätter bzw. Turgeszenzverlust, jedoch fehlte die für die Asternwelke typische schwarze bzw. braune Verfärbung der Stiele erkrankter Pflanzen. Alle drei *Fusarium*-Arten zeigten bei den getesteten Sommerastern unterschiedliche Virulenz, die abhängig von den Sorten stark variierte. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse ist demnach sowohl die Rolle von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* als auch die von *F. culmorum*, *F. lateritium* und *F. solani* für den praktischen Anbau von Astern nicht zu unterschätzen. Diese *Fusarium*-Arten können die starken Verluste, die durch *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* verursacht werden, noch zusätzlich erhöhen.

#### Summary

The aim of this research was to test, whether *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* can cause wilt disease of China-

aster, the main causal agent of which is known to be *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*. In addition, the pathogenicity of *F. culmorum*, *F. lateritium* and *F. solani* in China aster was investigated as well as the interactions in the pathosystems China aster/*F. oxysporum* f. sp. *dianthi* and carnation/*F. oxysporum* f. sp. *callistephi*.

Various isolates of *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* were pathogenic to China aster. So were various *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* isolates to carnation. Both ornamentals showed typical and identical disease symptoms. Percent infection depended on the isolate's virulence and the cultivars tested. In the pathosystems China aster/*F. oxysporum* f. sp. *dianthi* or carnation/*F. oxysporum* f. sp. *callistephi* percent infection was much lower than in the pathosystem China aster/*F. oxysporum* f. sp. *callistephi*.

The development of visible disease symptoms on plants inoculated with *F. culmorum*, *F. lateritium* and *F. solani* did not start before 40 days after inoculation, but then persisted over the whole test period (120 days). During this period, individual plants randomly showed symptoms of chlorosis and loss of turgescence. However, black and brown discolourings of the diseased plant's stems, typical of the wilt disease, were not observed. All three *Fusarium* species showed different virulence to the China aster plants tested. Dependent on the cultivar, there was strong variation. These results demonstrate that the role of *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*, *F. culmorum*, *F. lateritium* and *F. solani* should not be underestimated. In China aster production, these species of *Fusarium* can aggravate loss of plants due to infection by *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*.

#### Einleitung

Zweifellos ist die große wirtschaftliche Bedeutung von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*, dem Erreger der Welkekrankheit bei *Callistephus chinensis*, unumstritten. In einigen Fällen könnte man jedoch vermuten, daß auch "andere" *Fusarium*-Arten zusätzlich zu den hohen Verlusten im Anbau von Sommerastern beitragen können. Das Vorkommen verschiedener *Fusarium*-Arten bei dieser Kulturpflanze beobachtete man zwar bei den Untersuchungen erkrankter bzw. abgestorbener Sommerastern, diese Pilze wurden aber als wenig bedeutsam angesehen.

Bereits PAPE (1939) schrieb, dass sich unter dem Begriff "Astersterben" zwei Krankheiten verbergen, die durch verschiedene *Fusarium*-Arten hervorgerufen werden: die Welkekrankeheit, eine typische Tracheomykose, verursacht durch *F. oxysporum* und die Stengelgrundfäule, die keine Tracheomykose ist, aber bei der die Welke zu den sekundären Krankheitssymptomen gehört, ausgelöst durch *F. lateritium* und *F. culmorum*.

HOFFMANN (1963) isolierte aus abgestorbenen Sommerastern neben *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* auch *F. culmorum* und MARGRAF (1987) *F. lateritium* und *F. culmorum*. Beide betrachteten diese zwei Arten als Erreger der Stengelgrundfäule, die nicht mit der als Asterwelke bezeichneten Krankheit in Verbindung gebracht werden sollen. PIWONI (1991) stellte insgesamt 8 verschiedene *Fusarium*-Arten (*F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sambucinum*, *F. semitectum* und *F. solani* sowie *Fusarium* sp.) in den Wurzeln, Stengelgründen, Blättern und Blütenständen kranker Sommerastern fest. Als wichtigster Krankheitserreger wurde von ihm *F. oxysporum* angesehen. Die Pathogenität sowohl dieser als auch der weiteren oben genannten *Fusarium*-Arten für die Sommerastern überprüfte er jedoch nicht.

Außer eventueller Beteiligung verschiedener *Fusarium*-Arten bei den Ausfällen im Anbau von Sommerastern wurde auch die Möglichkeit des Befalls dieser Kulturpflanze durch andere formae speciales (außer *callistephi*) in Erwägung gezogen. Hier wurde vor allem *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* als potentieller Welke-Erreger angesehen, nachdem im Raum Erfurt in den 70er und 80er Jahren auf jenen Asterfeldern für die Saatgutproduktion besonders hohe Verluste durch Fusariose auftraten, auf denen vorher Nelken angebaut worden waren (mündliche Informationen von REISER, REITER, SCHELLHASE).

Um zu klären, ob nur *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* für die *Fusarium*-Welke bei *Callistephus chinensis* verantwortlich ist oder ob dabei auch *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* eine Rolle spielt und ob *F. culmorum*, *F. lateritium* und *F. solani* eine Krankheit mit Welkesymptomen hervorrufen können, wurde sowohl deren Pathogenität gegenüber Sommerastern getestet als auch die Interaktionen in den Pathosystemen Sommerastern/*F. oxysporum* f. sp. *dianthi* und Nelken/*F. oxysporum* f. sp. *callistephi* untersucht.

## Material und Methoden

### A. Allgemeine Versuchsbedingungen

Alle Versuche wurden je einmal unter Gewächshausbedingungen durchgeführt. Die Inokulationen erfolgten jeweils beim zweiten Pikieren der Pflanzen (in die gedämpfte Einheitserde ED 73 von Fa. Patzer) nach der von HOFFMANN (1963) sowie PERSIEL und LEIN (1989) beschriebenen Methode (40 Pflanzen pro Variante). Die Versuchsdauer betrug 120 Tage. Alle zehn Tage wurden die Pflanzen mit Welkesymptomen gezählt. Von diesen Pflanzen wurden nach gründlicher oberflächlicher Desinfektion der Proben mit 0,2%igem Sublimat (1 Minute), 75%igem Ethanol (1 Minute), und dreimaligem Spülen in sterilem, deionisiertem Wasser die Re-Isolationen auf PDA (Potato-Dextrose-

Agar bzw. Selektiv-Medium nach KOMADA (1975) durchgeführt und die Bestimmung der reisolierten Erreger vorgenommen. Als Kontrollen dienten mit destilliertem, autoklaviertem Wasser anstatt Sporensuspension behandelte Pflanzen. Die Endbonitur erfolgte 120 Tage nach Inokulation der Pflanzen.

### B. Pilzisolat und Pflanzenmaterial

Für die hier behandelte Fragestellung wurden folgende *Fusarium*-Isolate sowie Sommerastern- und Nelkensorten ausgewählt. Alle FOC-Isolate stammen aus erkrankten Sommerastern im Feldanbau, alle FOD-Isolate aus erkrankten Nelken im Gewächshausanbau.

#### 1. Prüfung von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (Prill. & Delacr.) Snyder & Hansen an Sommerastern

Isolat	Herkunft
FOD 83	Skierniewice, Polen
FOD 84	Barth, Mecklenburg-Vorpommern
FOD 88	Berlin
FOD 92/82	Erfurt, Thüringen
FOC 89/2	Erfurt, Thüringen
FOC 91/65	Cotta, Sachsen

Im ersten Versuch (1993–1994) mit FOD 83, FOD 84 und FOD 88 wurden drei Sorten der Harz-Aster ('Harzfeuer', 'Isolde', 'Rienzi') und vier Sorten der Krallen-Aster ('Birna', 'Kameo', 'Karthäuser', 'Perser') in die Prüfung einbezogen.

Im zweiten Versuch (1995–1996) mit FOD 92/82 waren es sieben Sorten: Prinzeß-Aster 'Migella' und 'Roter Edelstein', Paeonien-Aster 'Nico', Bukett-Aster 'Dunkelblau', Pompon-Aster 'Pfirsichblüte', Germania-Aster 'Lachskarmin' sowie Zwergaster 'Starlight Rose'.

Die Isolate FOC 89/2 und FOC 91/65 von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* dienten jeweils als Vergleich. Die Pathogenität dieser FOC-Isolate (es sind zwei Pathotypen) gegenüber Sommerastern sowie die unterschiedliche Anfälligkeit der für die Prüfung gewählten Sorten wurde in früheren Versuchen ermittelt (ORLICZ-LUTHARDT 1994).

#### 2. Prüfung von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (Beach) Snyder & Hansen an Nelken

Isolat	Herkunft
FOC 89/2	Erfurt, Thüringen
FOC 91/42	Erfurt, Thüringen
FOC 91/45	Erfurt, Thüringen
FOC 91/54	Quedlinburg, Sachsen-Anhalt
FOC 91/72	Cotta, Sachsen
FOC 91/77	Plauen, Sachsen

Das Testsortiment bestand aus drei Sorten von Sommerastern ('Migella', 'Isolde', Germania 'Lachskarmin') und drei Sorten von Nelken ('White Charm', 'Pink Charm', 'Coral Charm').

Nach Re-Isolationen des Krankheitserregers aus den erkrankten Nelken erfolgte wiederum die Inokulation der drei genannten Sorten von Sommerastern mit den gewonnenen Re-Isolaten.

3. Prüfung von *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc., *F. lateritium* Nees ex Link und *F. solani* (Mart.) Sacc. an Sommerastern

Isolat	<i>Fusarium</i> -Art	Herkunft
65219	<i>F. culmorum</i>	BBA Berlin
65248	<i>F. lateritium</i>	BBA Berlin
66200	<i>F. solani</i>	BBA Berlin
FOC 89/2	<i>F. ox. f. sp. callistephi</i>	Erfurt, Thüringen
FOC 91/65	<i>F. ox. f. sp. callistephi</i>	Cotta, Sachsen

Als Vergleich dienten wiederum die beiden unter Punkt 1 erläuterten Isolate von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (FOC 89/2 und FOC 91/65).

Die Testsorten von Sommerastern waren: Prinzeß-Aster 'Migella' und 'Roter Edelstein', Paeonien-Aster 'Nico', Bukett-Aster 'Dunkelblau', Pompon-Aster 'Pfirsichblüte', Germania-Aster 'Lachskarmen' sowie Zwergaster 'Starlight Rose'.

## Ergebnisse

### 1. Prüfung von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (Prill. & Delacr.) Snyder & Hansen an Sommerastern

Die Ergebnisse der sowohl 1993/94 als auch 1995/96 durchgeführten Pathogenitätstests zeigten, dass *F. oxy-*

*sporum* f. sp. *dianthi* bei den für die Versuche ausgewählten Sorten von Sommerastern eine typische Welkekrankheit hervorrief (Tabelle 1 a, b). Im ersten Versuch (Tab. 1a) erwies sich das Isolat FOD 88, das eine Befallsrate zwischen 10,0 % und 25,0 % verursachte, als am meisten virulent. Die Befallsrate war in der Regel deutlich niedriger als bei den mit f. sp. *callistephi* (FOC 89/2 und FOC 91/65) inokulierten Pflanzen. Im zweiten Versuch (Tab.1b) war die Virulenz von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* gegenüber den getesteten Asternsorten noch höher.

Die äußerlich sichtbaren, typischen Symptome der Krankheit waren bei Nelken und Sommerastern identisch.

### 2. Prüfung von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (Beach) Snyder & Hansen an Nelken

Die Virulenz der sechs Isolate von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* für die drei Sorten von *Dianthus chinensis* war nicht sehr hoch (Tabelle 2). Nur 5,0 % bis 37,5 % der Pflanzen zeigten typische Symptome der Fusariose. Eine Ausnahme bildete lediglich die Sorte 'Pink Charm' gegenüber dem Isolat FOC 91/42, bei dem keine Krankheitssymptome auftraten. Aus erkranktem Gewebe konnte der Krankheitserreger re-isoliert werden. Im Vergleich mit entsprechenden FOC-Isolaten war die Befallsrate bei den Nelken sichtbar niedriger als

Tab. 1. Pathogenität von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (FOD) gegenüber verschiedenen Sorten von Sommerastern im Vergleich zu zwei Isolaten von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (FOC) a: Versuch 1993/94; b: Versuch 1995/96.

*Pathogenicity of F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (FOD) to various cultivars of China aster compared to two isolates of *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (FOC) a: test 1993/94; b: test 1995/96.

a: Versuch 1993/94

Asternsorten	Anteil welcher Pflanzen (%) 120 Tage nach der Inokulation mit				
	FOD 83	FOD 84	FOD 88	FOC 89/2	FOC 91/65
'Harzfeuer'	10,0	7,5	—*	75,0	60,0
'Isolde'	10,0	7,5	—*	90,0	32,5
'Rienzi'	0,0	2,5	—*	70,0	40,0
'Birna'	0,0	2,5	10,0	95,0	65,0
'Kameo'	5,0	2,5	25,0	100,0	40,0
'Karthäuser'	15,0	5,0	20,0	100,0	15,0
'Perser'	7,5	2,5	22,5	100,0	70,0

—\* nicht untersucht

b: Versuch 1995/96

Asternsorten	Anteil welcher Pflanzen (%) 120 Tage nach der Inokulation mit		
	FOD 92/82	FOC 89/2	FOD 91/65
'Migella'	0,0	10,0	15,0
'Roter Edelstein'	45,0	95,0	80,0
'Nico'	25,0	25,0	30,0
'Bukett Dunkelblau'	10,0	65,0	45,0
'Pompon Pfirsichblüte'	30,0	15,0	25,0
'Germania Lachskarmen'	40,0	75,0	100,0
'Starlight Rose'	60,0	95,0	70,0

Tab. 2. Pathogenität von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (FOC) gegenüber verschiedenen Sorten von Nelken und Sommerastern. Pathogenicity of *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (FOC) to various cultivars of carnation and China aster.

Anteil welcher Pflanzen (%) 120 Tage nach der Inokulation mit						
Sorten	FOC 89/2	FOC 91/42	FOC 91/45	FOC 91/54	FOC 91/72	FOC 91/77
<b>Nelken:</b>						
'White Charm'	15,0	22,5	15,0	12,5	15,0	37,5
'Pink Charme'	15,0	0,0	32,5	12,5	7,5	5,0
'Coral Charme'	15,0	15,0	17,5	27,5	7,5	10,0
<b>Sommerastern:</b>						
'Isolde'	90,0	100,0	57,5	70,0	100,0	25,0
'Lachskarmin'	75,0	90,0	30,0	22,5	95,0	27,5
'Migella'	10,0	5,0	12,5	7,5	2,5	0,0

bei den zwei anfälligen Sorten von Sommerastern ('Isolde' und 'Germania Lachskarmin') aber höher als bei der sehr toleranten Sorte 'Migella'.

Die aus den kranken Nelken re-isolierten Pilze waren weiterhin pathogen für die getesteten Sorten 'Migella', 'Isolde' und 'Germania Lachskarmin' von Sommerastern (Tabelle 3). Die Virulenz der Re-Isolate für die Sorte 'Migella' war höher als die der ursprünglichen FOC-Isolate. Dagegen war sie bei den anfälligen Sorten 'Isolde' und 'Germania Lachskarmin' im wesentlichen niedriger; mit Ausnahme von Isolat FOC 91/54 Re-'Pink' bei 'Germania Lachskarmin' sowie Isolat FOC 91/77 Re-'White' bei 'Isolde' und 'Germania Lachskarmin'.

### 3. Prüfung von *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc., *F. lateritium* Nees ex Link und *F. solani* (Mart.) Sacc. an Sommerastern

Die drei getesteten *Fusarium*-Arten erwiesen sich als pathogen gegenüber den Sommerastern; die Virulenz war jedoch unterschiedlich und sowohl von der Asternsorte als auch von der *Fusarium*-Art abhängig (Tabelle 4). Bei den als "resistent" gegenüber Fusariose bezeichneten Sorten 'Migella', 'Nico' und Pomponaster 'Pfirsichblüte' (ORLICZ-LUTHARDT 1994) lag der Anteil der Re-Isolate der Erreger zwischen 5,0% und 30%. Diese Werte liegen in derselben Größenordnung wie der genannten Sorten mit *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*. Die Bukett-Aster-Sorte 'Dunkelblau' wurde in ähnlichem Ausmaße von *F. lateritium* (55,0%) und *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (45,0% und 65,0%) befallen. Bei den als anfällig gegenüber der Fusariose eingestuft Sorten wurde folgendes beobachtet: bei der Germania-Aster 'Lachskarmin' und der Prinzeß-Aster 'Roter Edelstein' lag die Befallsrate von *F. culmorum*, *F. lateritium* und *F. solani* niedriger als die von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*, bei der Zwergaster 'Starlight Rose' war sie gleich hoch (Ausnahme: *F. solani*). *F. lateritium* wurde häufiger (in 20,0% bis 90,0% der Re-Isolate) als *F. solani* (nur in 10,0% bis 45,0% der Re-Isolate) nachgewiesen.

Die Ausprägung von sichtbaren Krankheitssymptomen (Blattchlorosen, Welke) erfolgte frühestens 40 Tage nach Inokulation der Pflanzen mit *F. culmorum*, *F. lateritium* bzw. *F. solani* und zog sich über die gesamte Dauer der Versuche (120 Tage) hin. Es erkrankten

immer wieder nur einzelne Pflanzen. Die für die Stengelgrundfäule charakteristische bräunliche bis schwarze Verfärbung der Stiele, beschränkt auf deren untersten Abschnitt (etwa 0-5 cm über der Erde), wurde nicht beobachtet. Erst im fortgeschrittenen Stadium der Krankheit trat im Wurzelbereich befallener Pflanzen die Fäule auf, die zu deren Absterben führte. Dagegen waren nach der Inokulation der Sommerastern mit *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* schon 20 Tage nach Inokulation erste Symptome (Vergilbung der Blätter, Welke) sichtbar, und die Zahl der erkrankten Pflanzen nahm bei jeder Bonitur deutlich zu. Die Pflanzen mit den für die *Fusarium*-Welke typischen, schwarz bzw. braun verfärbten Stielen (die Verfärbungen breiteten sich bis zu Blütenkelchen aus) starben ab, jedoch die Wurzel- bzw. Stengelfäule trat nie auf.

In allen drei Versuchen blieben die Kontrollen erregungsfrei.

## Diskussion

Die Pathogenität von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* gegenüber *Callistephus chinensis* war bisher nicht untersucht worden. Obwohl die Beobachtungen der Züchter vermuten ließen, daß dieser Pilz eine Welkekrankheit auch bei den Sommerastern verursachen könnte, wurden bis in die 90er Jahre keine gezielten Versuche durchgeführt. Der Pathogenitätstest mit insgesamt zehn Sorten von Sommerastern und vier Isolaten unterschiedlicher Herkunft von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* bewies, dass unter Gewächshausbedingungen im gedämpften Substrat die Astern typische Symptome der Welkekrankheit, abhängig von der Sorte und der Virulenz des Isolates, zeigen können (Tabelle 1 a, b). Das aber auch umgekehrt, der Erreger der Asternnelke für die Nelken pathogen sein könnte, ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

Interaktionen zwischen Nelken und einem für diese Kulturpflanze unkompatiblen Welkeerreger, dem Pilz *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, wurden von BAAYEN et al. (1988) beschrieben. Die Ergebnisse der mit den zwei Nelkensorten, 'Early Sam' und 'Nevada' und dem oben genannten Pilz durchgeführten Versuche, führten sie zu der Vermutung, dass die Fähigkeit, die Welkesymptome auszulösen, bei einzelnen Rassen von *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* genetisch fixiert ist. Dies dürfte wahrscheinlich auf die gesamte Art *F. oxysporum*

Tab. 3. Pathogenität von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (FOC) – re-isoliert aus erkrankten Nelken (siehe Tab. 2) nach deren primärer Inokulation mit entsprechenden FOC-Isolaten – gegenüber Sommerastern.

*Pathogenicity of F. oxysporum* f. sp. *callistephi* (FOC) – re-isolated from diseased carnation (see Table 2) after their primary inoculation with FOC isolates – to *China aster*.

Anteil welcher Pflanzen (%) der Astersorten 120 Tage nach der Inokulation			
FOC-Isolate und Re-Isolate	'Migella'	'Isolde'	'Lachskarmin'
FOC 89/2	10,0	90,0	75,0
89/2 Re-'White'	45,0	52,5	30,0
89/2 Re-'Pink'	32,5	62,5	22,5
89/2 Re-'Coral'	27,5	65,0	5,0
FOC 91/54	7,5	70,0	22,5
89/2 Re-'Pink'	25,0	47,5	65,0
FOC 91/77	0,0	25,0	27,5
89/2 Re-'White'	27,5	60,0	32,5

zutreffen. Der Austausch des genetischen Materials kann in parasexuellen Vorgängen stattfinden, zu denen der Pilz fähig ist (HOFFMANN 1967). ROTHER (1986) ist der Meinung, dass *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* trotz seines engen Wirtskreises bei Nahrungsmangel in die saprophytische Phase übergehen und so in Pflanzenresten überleben kann. Es ist vorstellbar, daß das "Aushungern" in dieser Phase zu einer Erhöhung der Virulenz führt und den Befall anderer Pflanzenarten, z. B. Nelken, die sich in der Nähe befinden, nicht ausschließt. Ähnliches wurde beim Kultivieren der Pilzstämmen auf künstlichen Medien beobachtet. Durch das Halten der pilzlichen Reinkulturen auf einem nährstoffreichen Medium wird die Virulenz dieser Pilze deutlich geringer als nach einer Kultur auf nährstoffarmem Medium. So könnte man die höhere Aggressivität der ursprünglichen FOC-Isolate gegenüber Sommerastern erklären, welche Nelken infiziert hatten und aus ihnen wieder reisolieren worden waren.

Pathogenitätsuntersuchungen von *F. culmorum* gegenüber Sommerastern sind bisher nur von HOFFMANN (1963) bekannt. Bei acht von ihm ge-

testeten Astersorten lag die Befallsrate bei dem Isolat F. 75 zwischen 0,0% und 5,7%, bei dem Isolat F. 90 zwischen 0,0% und 15,8%. Nach seinem Beurteilungsmaßstab war damit *F. culmorum* „nicht pathogen“.

Eine andere Meinung vertritt PIWONI (1991), der in dreijährigen Versuchen aus dem Stengelgrund und aus den Wurzeln kranker Sommerastern vorwiegend drei *Fusarium*-Arten isolierte: *F. culmorum*, *F. oxysporum* und *F. solani*. Dies betraf im ersten Jahr 35,7%, in den nächsten Jahren 15,8% bzw. 44,8% von allen untersuchten Pflanzen. Die zwei zuerst genannten Arten konnten somit auch als ernstzunehmende Krankheitserreger bei Sommerastern eingeschätzt werden. Nach unseren Ergebnissen mit der Befallsrate von 25,0% bis 70,0% (mit der Ausnahme von zwei *Fusarium*-toleranten Sorten) ist der Pilz als pathogen für die Astern anzusehen.

Diese Aussage gilt auch für *F. lateritium*. Dieser Pilz verursachte einen Befall von 20,0 % bis 90,0 % der inokulierten Pflanzen, wobei der Anteil befallener Pflanzen unabhängig von der Anfälligkeit

Tab. 4. Häufigkeit des Auftretens von *F. culmorum*, *F. lateritium* und *F. solani* bei verschiedenen Sorten von Sommerastern im Vergleich zu *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* 120 Tage nach der Inokulation (in %).

*Frequency of F. culmorum, F. lateritium and F. solani (percentage of diseased plants) in various cultivars of China aster compared to F. oxysporum f. sp. callistephi 120 days after inoculation.*

Asternsorten	<i>Fusarium</i> -Isolate			
	<i>F. culmorum</i> 65219	<i>F. lateritium</i> 65248	<i>F. solani</i> 66200	<i>F. ox. f. sp. callistephi</i> FOC 89/2      FOC 91/65
'Migella'	5,0	30,0	15,0	10,0      15,0
'Nico'	25,0	25,0	30,0	25,0      30,0
'Dunkelblau'	5,0	55,0	10,0	65,0      45,0
'Pfirsichblüte'	25,0	20,0	25,0	15,0      25,0
'Lachskarmin'	45,0	40,0	25,0	75,0      100,0
'Starlight Rose'	70,0	90,0	35,0	95,0      70,0
'Roter Edelstein'	60,0	35,0	45,0	95,0      80,0

der Sorten gegenüber *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* war.

Die Interaktionen zwischen Sommerastern und *F. lateritium* wurden bisher nur von RIKER und JONES (1933) und über dreißig Jahre später von BOJARCZUK, BOJARCZUK und SCHMIDT (1968) untersucht. Die ersten Autoren wiesen in einem Gewächshaus nach, dass *F. lateritium* var. *fructigenum* bei bis zu 75,0 % der Pflanzen einer anfälligen und bei bis zu 7,0 % der Pflanzen von drei "resistenten" Sommerasternsorten die Welkekrankheit verursachte. Im Feldversuch waren es entsprechend 92,0 % und 3,0 %. Nach BOJARCZUK, BOJARCZUK und SCHMIDT (1968) war *F. lateritium* ssp. *majus* gegenüber den im Gewächshaus geprüften Asternsorten sogar virulenter als *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*. Der erstgenannte Pilz befiel unter Gewächshausbedingungen bis zu 60,0 % der Pflanzen einer von 6 getesteten Sorten und verursachte somit größere Verluste als *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*, der nur bei 25,0 % der inokulierten Pflanzen gleicher Sorte die Krankheit hervorrief. Insgesamt lag die Befallsrate von *F. lateritium* var. *majus* zwischen 12,5 % und 60,0 % und die von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* zwischen 7,5 % und 42,5 %.

MARGRAF (1987) isolierte zwar *F. lateritium* und *F. culmorum* und bezeichnete sie als Erreger der Stengelgrundfäule, führte aber den Pathogenitätstest nicht durch.

*F. solani* wurde in Verbindung mit Zierpflanzen kaum erwähnt. BUANGSUWON et al. (nach RICHARDSON 1990) berichteten zwar über Vorkommen dieses Pilzes bei den Gattungen *Chrysanthemum* und *Dianthus*, jedoch ohne nähere Angaben, in welchem Pflanzenteil der Erreger nachgewiesen wurde. Bisher isolierte nur PIWONI (1991) *F. solani* sowohl aus den Blättern (19,3 %) als auch aus Blütenständen (1,7 %) sowie aus dem Stengelgrund und aus Wurzeln (10,5 %) erkrankter Sommerastern. Den Pathogenitätstest führte er aber nicht durch. Die hier dargelegten Ergebnisse unserer gezielten Prüfungen beweisen, daß auch *F. solani* zu Ausfällen in den Sommerasterbeständen beitragen kann. Die Befallsrate, die zwischen 10 % und 45 % lag, erreichte jedoch bei welkeanfälligen Sorten wesentlich niedrigere, bei welketoleranten etwa gleiche Werte wie *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*.

Es sei hier vermerkt, daß Ergebnisse aus Gewächshausversuchen nur mit Vorbehalt auf Freilandkulturen übertragen werden können, da in freier Natur ein ganzer Komplex von Faktoren auf die Wirt-Pathogen-Beziehung einwirkt. Trotzdem sind Ergebnisse dieser Arbeit vor allem für die Produzenten von Sommerastern von Interesse. Der Anbau erfolgt meistens auf schon mit *Fusarium* kontaminierten Flächen. Bei der Wahl der Flächen im Rahmen eines Rotationsystems sollte auf die Vorkultur geachtet werden. Die Astern sollten nicht auf Feldern angebaut werden, auf denen Pflanzenarten wuchsen, die von *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* oder *F. culmorum*, *F. lateritium* bzw. *F. solani* befallen werden können. Man sollte auch den Anbau von Sommerastern auf Flächen, auf denen vorher Nelken gestanden hatten, meiden. Der Einsatz von Gründüngung könnte sich als nachteilig erweisen, da einige Gräser- und Getreidearten dem Pilz *F. culmorum* als Wirtspflanze dienen und somit

das Inokulationspotential des Bodens erhöhen können (GAMBOGI 1983). Laut ROTHER (1986) kam es nach Gründüngung durch Leguminosen auf leicht verseuchten Anbauflächen von Sommerastern zu größeren Ausfällen. Der Ausfall durch *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* wurde dann durch die Wirkung von anderen *Fusarium*-Arten (*F. culmorum*, *F. lateritium* bzw. *F. solani*), zu deren Wirtskreis die Leguminosen gehören, verstärkt. Es wäre interessant zu prüfen, ob die Unkräuter als Infektionsreservoir dem Pilz *F. oxysporum* f. sp. *callistephi* dienen können, wie es bei *Verticillium* der Fall ist (SKADOW 1969). Die Anbauer von Sommerastern sollen ebenfalls auf Einsatz von Rindenmulch und Holzhäckseln als Mulch- und Abdeckmaterial verzichten, denn dieser birgt die Gefahr, daß *F. lateritium* auf die Anbauflächen gelangt und Befall an Folgekulturen hervorrufen kann.

Die Untersuchungen wurden am Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V. (IGZ) mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg und des Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt des Freistaates Thüringen durchgeführt.

Bei Frau Dr. Nirenberg von der BBA Berlin möchten wir uns für das Zurverfügungstellen der Isolate von *F. culmorum*, *F. lateritium* und *F. solani*, bei Herrn W. Köhnke für die sorgfältige technische Vorbereitung und exzellente Versuchsdurchführung und bei der Firma Saatzücht Quedlinburg GmbH, Quedlinburg für das Saatgut bedanken.

## Literatur

- BAAYEN, R. P., ELGERSMA, D. M., DEMMINK, J. F. and L. D. SPARNAAIJ 1988: Differences in pathogenesis observed among susceptible interactions of carnation with four races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. Netherlands Journal of Plant Pathology **94**, 81–94.
- BOJARCZUK, M., BOJARCZUK, J. and SCHMIDT S. 1968: Badania nad odpornością astrow (*Callistephus chinensis* Nees) na fuzariozę. [Investigations on the resistance of China aster (*Callistephus chinensis* Nees) to fusaria]. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin **3/4**, 215–219.
- GAMBOGI, P. 1983: Seed transmission of *Fusarium oxysporum*: epidemiology and control. Seed Science and Technology **11**, 815–827.
- HOFFMANN, G. M. 1963: Untersuchungen über die Fusariumwelke der Aster (*Callistephus chinensis* Nees). Gartenbauwissenschaft **28**, 319–358.
- HOFFMANN, G. M. 1967: Untersuchungen über die Heterokaryosebildung und den Parasexualcyclus bei *Fusarium oxysporum*. III. Paarungsversuche mit auxotrophen Mutanten von *F. oxysporum* f. *callistephi*. Archiv für Mikrobiologie **56**, 41–59.
- KOMADA, H. 1975: Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil. Revue of Plant Protection Research **8**, 114–125.
- MARGRAF, K. 1987: Krankheiten und Schädlinge bei Sommerastern. Berliner Blumen **17**, 7, 12–15.

- ORLICZ-LUTHARDT, A. 1994: Bestimmung der Pathotypen von *F. oxysporum* Schl. f. sp. *callistephi* (Beach) Snyder et Hansen. Vorträge für Pflanzenzüchtung **28**, 100–101.
- PAPE, H. 1939: Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin.
- PERSIEL, F. und H. LEIN 1989: Untersuchungen zur Resistenz von Sommerastern, *Callistephus chinensis* gegen *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **96**, 47–59.
- PIWONI, A. 1991: Grzyby chorobotworcze dla astrowchinskich (*Callistephus chinensis* Nees) uprawianych okolicach Lublina. [Fungi pathogenic to common China aster (*Callistephus chinensis* Nees) cultivated in Lublin region]. Experimental Work of the Institute of Pomology and Floriculture Skierniewice – Poland, Series B, Ornamental Plants **16**, 139–144.
- RICHARDSON, M. J. 1990: An annotated list of seed-borne diseases. 4 Edition, International Seed Testing Association, Zürich.
- RIKER, R. S. and L. R. JONES 1935: *Fusarium* strains in relation to wilt of China aster. Phytopathology **25**, 733–747.
- ROTHER, H. W. 1986: Asternwelke – eine gefürchtete Krankheit an Sommerastern. Zierpflanzenbau **24**, 960–961.
- SKADOW, K. 1969: Untersuchungen über die Welkerreger *Verticillium alboatrum* Rke. et Berth. und *V. dahliae* Kleb. II. Unkräuter als Infektionsreservoir. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene **123**, 7, 736–765.

Eingegangen: 9.7.1999/27.10.1999

Anschrift der Verfasser: Dr. Anna Orlicz-Luthardt, Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Abteilung Pflanzengesundheit, Kühnhäuser Str. 101, 99189 Erfurt-Kühnhäuser Dipl.-Gartenbauingenieur (FH) Uwe Rieckmann, Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Abteilung Pflanzenernährung, Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren; Prof. Dr. Wilhelm Dercks, Fachhochschule Erfurt, Fachbereich Gartenbau, Leipziger Str. 77, 99085 Erfurt.