

# Untersuchungen zum Zusammenhang des Auftretens der Doldenwelke mit dem Pilzbefall der Dolden beim Schwarzen Holunder (*Sambucus nigra*)

ROBERT STEFFEK

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH;  
Landwirtschaftliche Untersuchung und Forschung Wien

A-1226 Wien, Spargelfeldstrasse 191

*Die Doldenwelke ist die bedeutendste Krankheit im österreichischen Holunderanbau, sie kann im Extremfall einen vollständigen Ernteausfall verursachen. Um die Ursachen für das Auftreten der Doldenwelke zu finden, wurde die Befallsstärke an verschiedenen Standorten ermittelt und mit der endophytischen Besiedlung der Dolden durch Pilze verglichen. Zusätzlich wurden Infektionsversuche mit häufig aus erkrankten Dolden isolierten Pilzarten durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass zwischen dem Auftreten der Doldenwelke und dem Pilzbefall der Dolden eine Korrelation ( $r = 0,68$ ) besteht. Mittels künstlicher Infektionen konnte nachgewiesen werden, dass sowohl *Fusarium sambucinum* wie auch *Phoma sambuci-nigrae* ein Welken der Dolden verursachen. Beide Pilze werden häufig in einjährigen Trieben erkrankter Bäume gefunden. Mit Isolaten von *Fusarium lateritium*, *Alternaria* und *Cladosporium* infizierte Dolden zeigten keine Symptome.*

**Schlagwörter:** *Sambucus nigra*, Schwarzer Holunder, Doldenwelke, *Fusarium sambucinum*, *Phoma sambuci-nigrae*

**Investigation on the relationship between fungal colonisation and the occurrence of wilt symptoms in elderberries (*Sambucus nigra*).** *Corymb wilt is the only disease of economic importance in Austrian elderberry cultivation, it can cause crop losses of up to 100 %. The influence of fungal pathogens associated with corymb wilt on the occurrence of wilting symptoms were investigated. In addition to that controlled infection experiments were carried out with fungi which had been isolated from frequently diseased corymbs. Results showed that the occurrence of corymb wilt correlates with the fungi infections of the corymbs ( $r = 0.68$ ). The controlled infection experiments showed that both *Fusarium sambucinum* and *Phoma sambuci-nigrae* can induce wilting symptoms in corymbs. Both fungi are frequently detected in the one year old shoots of diseased trees. Controlled infections with *Fusarium lateritium*, *Alternaria* spp. and *Cladosporium*-spp. did not cause any symptoms.*

**Key words:** *Sambucus nigra*, elderberry, corymb wilt, *Fusarium sambucinum*, *Phoma sambuci-nigrae*

**Étude des relations entre la flétrissure des ombelles et l'attaque fongique des ombelles du sureau noir (*Sambucus nigra*).** *La flétrissure des ombelles est la principale maladie dans la culture du sureau en Autriche ; dans le pire des cas, elle peut causer une perte totale des récoltes. Afin de trouver les causes de l'apparition de la flétrissure des ombelles, on a déterminé l'importance de l'infestation aux différents habitats et on l'a comparée tant à la présence de champignons sur les ombelles qu' à la teneur en matières minérales de ces dernières. En outre, des essais d'infection par des champignons fréquemment isolés des ombelles malades ont été effectués. Les résultats font apparaître une certaine corrélation ( $r=0,68$ ) entre l'apparition de la flétrissure des ombelles et l'attaque fongique de ces dernières. On a pu prouver par voie d'infections artificielles que *Fusarium sambucinum* et *Phoma sambuci-nigrae* peuvent être à l'origine de la flétrissure des ombelles. Les deux champignons sont trouvés fréquemment dans les pousses âgés d'un an d'arbres malades. Les ombelles infectées par des isolats de *Fusarium lateritium*, *Alternaria* et *Cladosporium* ne présentaient pas de symptômes.*

**Mots clés :** *Sambucus nigra*, sureau noir, flétrissure des ombelles, *Fusarium sambucinum*, *Fusarium lateritium*, *Phoma sambuci-nigrae*

Mit einer Anbaufläche von etwa 1.300 ha ist Schwarzer Holunder nach dem Apfel die wichtigste Obstart in Österreich. Die verwendete Hauptsorte ist 'Haschberg' (KEPPEL et al., 1991). Obwohl der Holunder als Wildpflanze sehr robust ist, verursacht die Doldenwelke im Intensivanbau bei ungünstigen Standorten und in niederschlagsreichen Jahren Ertragseinbußen von bis zu 100 %. Dabei wird durch das Welken der Seitenachsen der Dolden die Wasser- und Nährstoffzufuhr zu den Beeren unterbunden, die Beeren werden notreif, und die gesamte Dolde ist nicht mehr marktfähig (Abb. 1). Jüngere Versuche (auch ein bisher unveröffentlichter der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark) mit systemischen Fungiziden zeigten eine befallsmindernde Wirkung (SCHALLY, pers. Mitteilung). In einer früheren Arbeit wurde eine „mehr oder weniger deutliche Befallsreduktion“ beim Einsatz von Fungizi-



Abb.: 1: Links: Typisches Doldenwelkesymptom, einzelne Seitenachsen der Dolde welken und die Beeren trocknen ein.  
Rechts: Abgestorbene Dolde.

den (Wirkstoffe: Benomyl + Mancozeb) und gleichzeitiger Zufuhr von Blattdüngern beschrieben (REDL et al., 1993). Dennoch konnte für eine ursächliche Beteiligung von Pilzen an der Doldenwelke bislang kein Beweis gefunden werden (NOTNAGEL, 1991; REDL et al., 1993). Um zu klären, ob und wie sich die endophytische Pilzflora gesunder und kranker Dolden unterscheidet, wurde das Auftreten endophytischer Pilze in den Dolden von verschiedenen stark betroffenen Holunderanlagen untersucht. Dabei zeigte sich, dass in erkrankten Dolden häufiger Pilze zu finden sind als in gesunden und dass zwei der Pilze, *Fusarium sambucinum* und

*Phoma sambuci-nigrae*, nur in Dolden von regelmäßig befallenen Anlagen gefunden wurden. Die beiden Arten waren auch während des gesamten Jahres in der Rinde und im Phloem der einjährigen Triebe nachweisbar (STEFFEK und ALTENBURGER, 2001).

Im Rahmen dieser Arbeit soll geklärt werden, inwieweit ein Zusammenhang zwischen der Befallsstärke der Dolden und der Besiedlung durch Pilze besteht und es soll anhand von kontrollierten, „künstlichen“ Infektionsexperimenten die Pathogenität verschiedener Isolate von *Fusarium sambucinum*, *Fusarium lateritium* und *Phoma sambuci-nigrae*, die aus erkrankten Dolden isoliert wurden, bestimmt werden.

## Material und Methode

Im Jahr 2001 wurden 10 Holunderanlagen in verschiedenen steirischen Obstbaugebieten beprobt, eine Charakterisierung der Standorte ist in Tabelle 1 zu finden. Bei der Auswahl der Standorte wurde darauf geachtet, dass sich jeweils ein ungünstiger Standort (Talkessel, Hangfuß) mit häufigem Auftreten der Krankheit in unmittelbarer räumlicher Nähe zu einer Anlage mit günstigen Bedingungen befindet, in der die Krankheit nicht auftritt (Hanglagen, Kuppen), sodass von ähnlichen Niederschlagsverhältnissen ausgegangen werden kann. Da die Ausbildung von Symptomen durch Niederschläge nach der Blüte und zur Beerenreife gefördert wird, stand zur Interpretation der Klimadaten an einem Standort (Nitscha, Standort 1 und 2) eine Kleinwetterstation (Fa. Paar, Graz) zur Verfügung.

Tabelle 1:  
Standortbeschreibung der Holunderanlagen

Standortbezeichnung	Pflanzjahr	Reihen-, Pflanzabstand	Auftreten der Doldenwelke
1 Nitscha Tal	1980	5,5 x 3,5	häufig
2 Nitscha Hang	1986	6 x 4	nie
3 Ödt/Feldbach Tal	1987	6 x 3,5	häufig
4 Ödt/Feldbach Hang	1986	6 x 3,5	nie
5 Puch-Tal	1988	6 x 4	häufig
6 Puch-Hang	1989	6 x 4	nie
7 Gutendorf - Tal	1994	6 x 3,5	häufig
8 Gutendorf - Hang	1990	5,5 x 3,5	selten
9 Hartberg - Tal	1990	6 x 3,5	häufig
10 Hartberg - Hang	1990	6 x 3,5	selten

## Befallsbonitur

Die Beurteilung der Dolden hinsichtlich ihrer Welkesymptome erfolgte knapp vor der Ernte. Die Befallsstärke ( $B_{st}$ ) wurde nach folgender Formel berechnet:

$$B_{st} = [n_{k1} + 2n_{k2} + 3n_{k3} + 4n_{k4}] / n_i,$$

wobei  $n_k$  der Anzahl der Dolden in der entsprechenden Kategorie;  $n_i$  der Gesamtanzahl der Dolden entspricht.

Folgendes Boniturschema wurde verwendet:

- 1 befallsfrei
- 2 einzelne kleine Seitenachsen welk
- 3 grosse Seitenachsen welk
- 4 gesamte Dolde abgestorben

## Untersuchung des Pilzbefallsspektrums der Dolden

In jeder Anlage wurden im Juni vier Bäume mit gleichem Alter und gleichem Doldenansatz ausgewählt, pro Baum wurden acht Dolden markiert, von diesen erfolgten die weiteren Probennahmen. Auf einen Fungizideinsatz wurde bei den vier Bäumen während der Versuchsdauer verzichtet.

Die Probennahme der acht markierten Dolden erfolgte knapp vor der Ernte der Dolden am 30. August bzw. 13. September. Untersucht wurde das Pilzbefallsspektrum in den Seitenachsen der Dolden (24 Proben/Baum).

Um unerwünschte Kontaminationen durch Epiphyten zu vermeiden, wurden die Proben mit Ethanol (96 %) und Natriumhypochlorid (4 %) oberflächensterilisiert (PEHL und BUTIN, 1994), unter der Sterilbank in ca. 0,5 cm große Einzelproben zerkleinert und auf ein antibiotikahaltiges Selektivnährmedium (BILLS and POLISHOOK, 1991) ausgelegt. Aus den Proben wachsendes Mycel wurde zur weiteren Bestimmung auf ein Nährmedium (0,5 % Malzextraktagar, 0,2 % Hefeargar, 1,3 % Agar-Agar und 20 % Holunderblattsaft) überimpft und zuerst eine Woche bei 20 °C im Dunkeln, danach eine Woche bei 20 °C unter UV-Licht inkubiert.

## Infektionsversuche

In Tabelle 2 werden die Details der kontrollierten „künstlichen“ Infektionen dargestellt. Ein Teil der verwendeten Pilzisolat wurde im Juni 2001 aus einjährigen Trieben befallener Anlagen gewonnen. Die

Tabelle 2:

Art und Herkunft der für die Infektion verwendeten Pilzisolat, sowie Anzahl und Zeitpunkt der Infektion

Pilz	Herkunft	Infektion		
		1-jähriger Trieb	Dolde	Dolde
			je 12 Infektionen	je 6 Infektionen
<i>Phoma sambucinigrae</i>	Reisolat, Infektionsversuche 2000	-	-	09.08.
<i>Phoma sambucinigrae</i>	1-jähriger Trieb, Nitschaberg, Juni 2001	05.07.	05.07.	02.08. + 09.08.
<i>Fusarium sambucinum</i>	1-jähriger Trieb, Hatzenorf, Juni 2001	05.07.	05.07.	02.08
<i>Fusarium sambucinum</i>	DSMZ 62397	-	-	02.08
<i>Fusarium lateritium</i>	1-jähriger Trieb, Wollsdorf, Juni 2001	05.07.	05.07.	02.08
<i>Fusarium lateritium</i>	DSMZ 62244	-	-	02.08.

mit DSMZ gekennzeichneten Referenzisolate entstammen der Deutschen Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ, 2001).

Die Infektionen wurden im Freiland, in St. Anna am Aigen (Bezirk Feldbach) an dreijährigen Bäumen der Sorten 'Rubin' und 'Haschberg' nach der von GRIMM und HUTCHINSON (1973) beschriebenen und adaptierten Methode durchgeführt: Dabei wurde mit einem Skalpell ein kleines Fenster ins Rindengewebe geschnitten, ein Stück Agar mit Pilzmycel einer 5 Tage alten Kultur eingelegt und die Wunde mit Parafilm verschlossen.

Am 5. Juli wurden voneinander getrennt einjährige Triebe und Dolden an der Basis beimpft. Die Infektionen der Doldenbasis wurden am 2. bzw. 9. August an anderen Trieben wiederholt. Die Auswertung erfolgte jeweils eine Woche nach der Inokulation.

## Ergebnisse

### Niederschlagsdaten

Am Standort Nitscha fiel im Jahr 2001 zwischen Austrieb und Erntebeginn eine Niederschlagsmenge von 263 mm (Abb. 2). Vor allem zur Blüte und Nachblüte und im August zur Beerenreife lag das Monatsmittel weit unter dem langjährigen Durchschnitt. Zum Vergleich ist die Niederschlagssituation der Jahre 1999 und 2000 dargestellt. Im Jahr 1999 war der Sommer überaus regenreich, und es kam zu hohen Ausfällen durch die Doldenwelke.

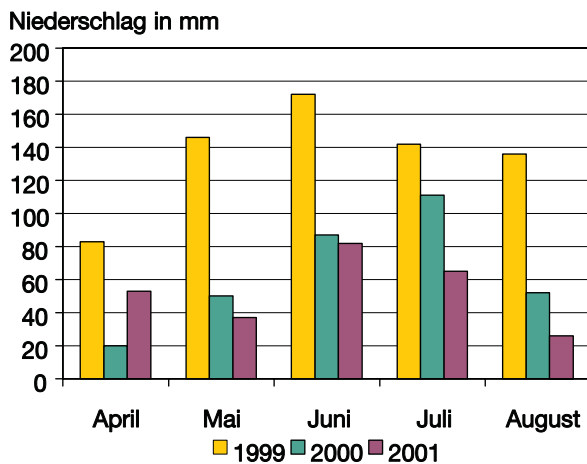


Abb. 2: Niederschlagsmengen 1999 bis 2001 am Standort Nitscha (jeweils vom 1. April bis zum 31. August)

### Befallsbonitur und Untersuchung des Pilzbefallsspektrums der Dolden

Die Ergebnisse der knapp vor der Ernte durchgeführten Befallsbonitur hinsichtlich Doldenwelke und der Besiedlung der Doldenstiele durch Pilze sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Aufgrund der trockenen Witterung trat die Doldenwelke 2001 nur in drei Anlagen - Nitscha Tal, Gutendorf Tal (geringer Befall) und Ödt/Feldbach Tal (mittlerer Befall) - auf. In den anderen Anlagen wurde keine Doldenwelke beobachtet.

Die Stärke der Pilzbesiedlung korreliert in hohem Ausmaß ( $r = 0,68$ ) mit der Befallsstärke (vgl. Abb. 3). Insgesamt wurden 17 Pilzgattungen isoliert, von denen zehn anhand ihrer morphologischen Merkmale klar zuzuordnen waren, sieben konnten auf Grund fehlender

Differenzierungsmerkmale nicht eindeutig identifiziert werden, sie wurden unter „sterile Myzelien“ zusammengefasst. Aus den Doldenständen jener sieben Anlagen, in denen die Doldenwelke heuer nicht auftrat, wurden vereinzelt die Gattungen *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* und *Ascochyta* isoliert. Bei den drei Anlagen, in denen ein schwacher bis mittlerer Befall

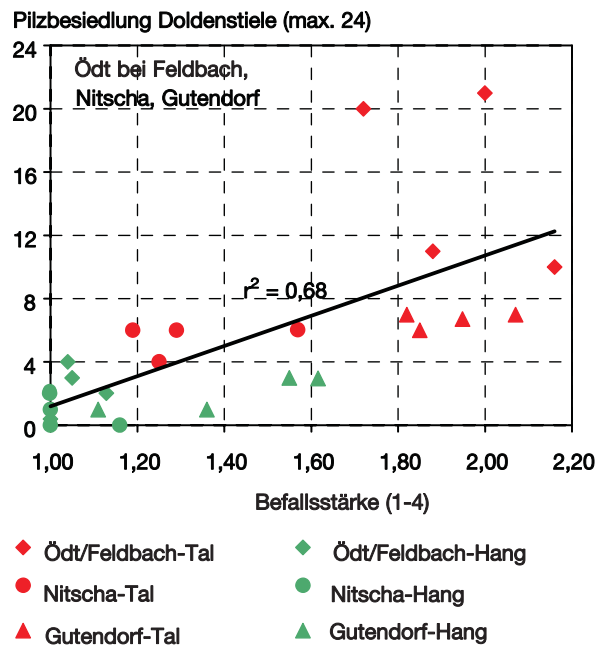


Abb. 3: Abhängigkeit der Pilzbesiedlung von der Befallsstärke der Dolden

zu verzeichnen war (Nitscha Tal, Ödt/Feldbach Tal, Gutendorf Tal), wurden zusätzlich auch *Fusarium*, *Phoma*, *Acremonium*, *Phomopsis*, *Epicoccum* und *Botrytis* aus den Dolden isoliert.

### Infektionsversuche

Die Ergebnisse der Infektionsversuche 2001 sind in Tabelle 4 dargestellt. Die am 5. Juli durchgeführten Infektionen der einjährigen Triebe führten bei keinem Isolat zu Welkesymptomen an den apikal gelegenen Dolden. Bei den gleichzeitig durchgeführten Infektionen an der Doldenbasis waren nach einer Woche bei elf der zwölf mit *Fusarium sambucinum* infizierten Dolden starke Welkesymptome festzustellen, während die mit *Fusarium lateritium* bzw. *Phoma sambuci-nigrae* infizierten Dolden gesund blieben. Bei den im August wiederhol-

Tabelle 3:  
Befallsstärke der Doldenwelke (1 = kein Befall) und Pilzflora der Doldenstiele

	Standort	Bst (1-4)	Anzahl der Proben	...davon unbesiedelt	... davon besiedelt	Alternaria sp.	Fusarium sp.	Phoma sp.	Cladosporium sp.	Penicillium sp.	Acremonium sp.	Phomopsis sp.	Epicoccum sp.	Ascochyta sp.	Botrytis sp.	Sterile Myzelien
1	Baum 1	1,57	24	18	6	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	2
1	Baum 2	1,19	24	18	6	-	-	-	2	-	1	-	-	1	-	2
1	Baum 3	1,29	24	18	6	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	3
1	Baum 4	1,25	24	20	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	1
2	Baum 1	1,00	24	22	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
2	Baum 2	1,00	24	23	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
2	Baum 3	1,16	24	24	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Baum 4	1,00	24	24	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Baum 1	2,00	24	3	21	5	8	3	6	1	2	1	-	-	-	5
3	Baum 2	1,72	24	4	20	5	2	2	4	2	1	1	3	-	-	5
3	Baum 3	2,16	24	11	10	3	2	-	4	-	1	-	-	-	-	2
3	Baum 4	1,88	24	13	11	2	1	1	1	-	-	4	-	1	-	2
4	Baum 1	1,13	24	22	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
4	Baum 2	1,04	24	20	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
4	Baum 3	1,05	24	21	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
4	Baum 4	1,00	24	24	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Baum 1	1,15	24	21	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5	Baum 2	1,03	24	20	4	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3
5	Baum 3	1,04	24	23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5	Baum 4	1,08	24	21	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
6	Baum 1	1,00	24	24	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Baum 2	1,00	24	23	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
6	Baum 3	1,00	24	23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
6	Baum 4	1,00	24	24	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Baum 1	1,95	24	17	7	2	-	2	-	-	-	-	2	-	1	3
7	Baum 2	1,82	24	17	7	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	4
7	Baum 3	2,07	24	17	7	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	4
7	Baum 4	1,85	24	18	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
8	Baum 1	1,92	24	21	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
8	Baum 2	1,36	24	23	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
8	Baum 3	1,55	24	21	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Tabelle 3 Fortsetzung:  
Befallsstärke der Doldenwelke (1 = kein Befall) und Pilzflora der Doldenstiele

	Standort	Bst (1-4)	Anzahl der Proben	...davon unbesiedelt	... davon besiedelt	Alternaria sp.	Fusarium sp.	Phoma sp.	Cladosporium sp.	Penicillium sp.	Acremonium sp.	Phomopsis sp.	Epicoccum sp.	Ascochyta sp.	Botrytis sp.	Sterile Myzelien
8	Baum 4	1,11	24	23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9	Baum 1	1,09	24	23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9	Baum 2	1,00	24	22	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
9	Baum 3	1,04	24	18	6	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
9	Baum 4	1,11	24	24	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Baum 1	1,00	24	17	7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6
10	Baum 2	1,00	24	21	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
10	Baum 3	1,00	24	19	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3
10	Baum 4	1,00	24	19	5	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2

ten Versuchen zeigte sich hinsichtlich *Fusarium sambucinum* dasselbe Bild, wobei auch beim Vergleichsisolat der DSMZ dieselben Symptome auftraten. Die beiden *Fusarium lateritium*-Isolate führten abermals zu keinerlei Symptomen. Bei *Phoma sambuci-nigrae* zeigten zwei morphologisch idente Isolate unterschiedliche Ergebnisse: Während ein Isolat, das im Juni 2001 aus einem einjährigen Trieb in Nitscha isoliert wurde, keine Symptome induzierte, traten sie beim Reisolat der Infektionsversuche 2000 abermals (STEFFEK und ALTENBURGER, 2001) stark auf.

## Diskussion

### Pilzaufreten

Bei den drei Holunderanlagen, in denen im Jahr 2001 Schäden durch die Doldenwelke zu verzeichnen waren, konnte eine eindeutige Abhängigkeit ( $r = 0,68$ ) der Befallsstärke von der Pilzbesiedlung beobachtet werden (Abb. 3). Besonders auffällig war der Unterschied

Tabelle 4:  
Ergebnis der Infektionsversuche

Pilz	Herkunft	Anzahl welcher Dolden / Anzahl infizierte Dolden (Anzahl mechanisch beschädigter Dolden)		
		1- jähr. Trieb Juli	Dolde Juli	Dolde August
<i>Phoma sambuci-nigrae</i>	Reisolat, Infektionsversuche 2000	-	-	4/6 (1)
<i>Phoma sambuci-nigrae</i>	1-jähriger Trieb, Nitschaberg, Juni 2001	0/18	0/12 (2)	0/6
<i>Fusarium sambucinum</i>	1-jähriger Trieb, Hatzendorf, Juni 2001	0/22	11/12 (1)	6/6
<i>Fusarium sambucinum</i>	DSMZ 62397	-	-	4/6 (1)
<i>Fusarium lateritium</i>	1-jähriger Trieb, Wollsdorf, Juni 2001	0/19	0/12 (2)	0/6
<i>Fusarium lateritium</i>	DSMZ 62244	-	-	0/6 (2)

der Pilzbesiedlung bei den beiden Betrieben in Ödt/Feldbach (Abb. 4). Bei der Tallage mit einem mittelstarken Krankheitsauftreten wurden häufig *Phoma sambuci-nigrae* (Abb. 5) und *Fusarium sambucinum* (Abb. 6) aus den Doldenstielen isoliert. Auch die Befallsstärke von *Alternaria* spp. (Abb. 7) und *Cladosporium* spp. (Abb. 8) lag über jener der gesunden Anlagen.

### Infektionsversuche

Die Infektionen der einjährigen Triebe führten zu keiner Welke der Dolden. Wohl auf Grund der trockenen

## Doldenstiele August 2001

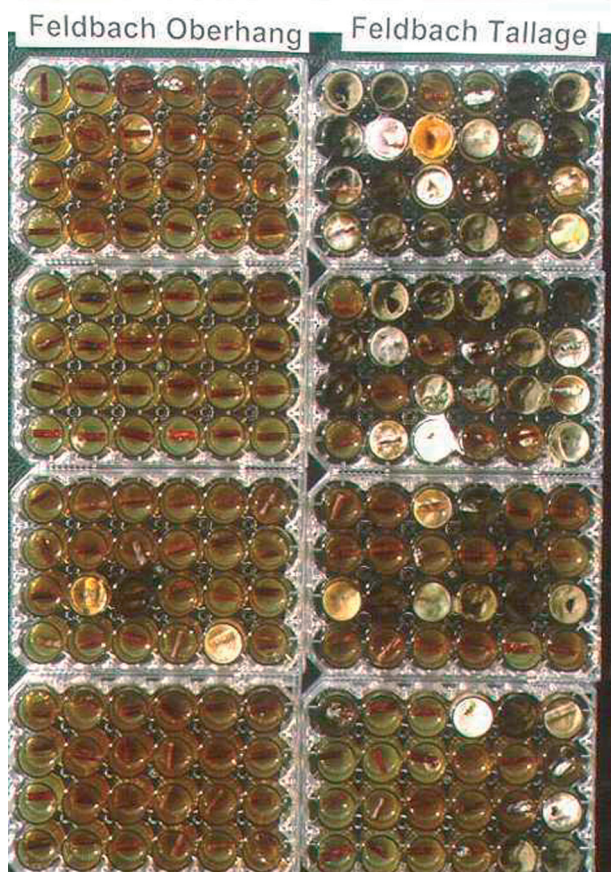


Abb. 4: Pilzbesiedlung der Doldenstiele. Links je 24 Doldenstiele von 4 Bäumen der Anlage Ödt-Feldbach Hang, in der die Krankheit nicht auftritt. Die Doldenstiele sind weitgehend frei von Pilzen. Rechts die Doldenstiele der Anlage am Hangfuß, in der die Krankheit mittelstark auftritt. Die Mehrzahl der oberflächensterilisierten Doldenstiele ist von Pilzen besiedelt.



Abb. 5: *Phoma sambuci-nigrae* (Sacc.) Monte, Bridge and Sutton, *comb.nov.*: Pyknidium mit Pyknidiosporen. Die Sporen sind meist einzellig, zum Teil zweizellig (vereinzelt auch dreizellig). Die Länge der Sporen variiert zwischen 2,5 und 8µm, die Breite zwischen 2 und 3µm. Auch die Form variiert stark, wobei ovale Formen überwiegen; 400-fache Vergrößerung.

Witterung war - wie auch unter natürlichen Infektionsbedingungen - eine Ausbreitung der Pilze vom einjährigen Trieb in die Dolden nicht zu beobachten.

Die künstlichen Infektionen der Doldenbasis mit den beiden *Fusarium sambucinum*-Isolaten bewirkten eine völlige Welke apikal der Infektionsstellen (Abb. 9 bis 11). Mikrotomschnitte zeigten, dass sich die Pilzhyphen interzellulär im Bereich des Phloems rasch ausbreiteten (Abb. 12). Sieben Tage nach der Infektion war ein Erschlaffen der Dolden bemerkbar, weitere 14 Tage später war die gesamte Dolde welk. *Fusarium sambucinum* drang jedoch nicht bis in den Holzteil vor, demnach scheint eine klassische Tracheomykose, wie sie durch verschiedene *formae-speciales* von *F. oxysporum* an vielen Kulturpflanzen verursacht wird, nicht vorzuliegen. *Fusarium sambucinum* kommt auf 40 bis 50 Pflanzengattungen vor, hauptsächlich auf Bäumen und Sträuchern (WOLLENWEBER, 1932). BOOTH (1971) beschreibt *Fusarium sambucinum* als einen Nekrosen verursachenden Pilz, der an Gehölzen auftritt, Krebs Symptome verursacht und Triebe zum Absterben bringt. *Sambucus*-Arten werden als Hauptwirt von *Fusarium sambucinum* angegeben. Auch DOMSCH et al. (1993) erwähnen *Fusarium sambucinum* als Verursacher von Krebs Symptomen und Triebsterben an verschiedenen Wirtspflanzen.

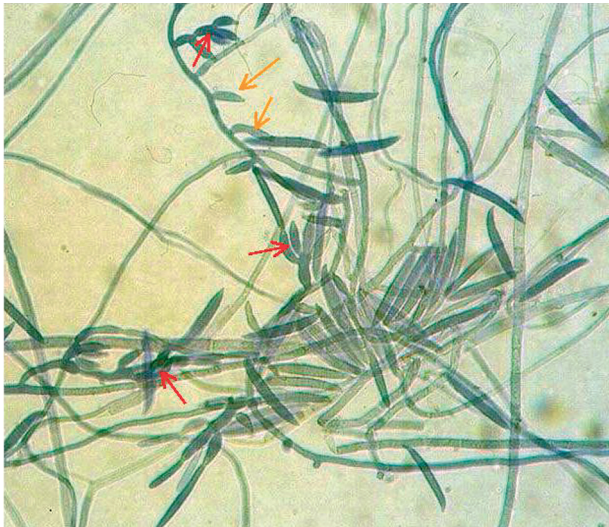


Abb. 6: *Fusarium sambucinum* (Fuckel 1870): Zu sehen sind die in Größe und Form sehr einheitlichen Makrokonidien und die Konidiophoren, in denen die Konidien gebildet werden. Sie sind entweder einzelne Phialide lateral an den Hyphen (gelbe Pfeile) oder einfach verzweigt mit 3-4 zylindrischen Phialiden (rote Pfeile); 400-fache Vergrößerung.



Abb. 8: *Cladosporium* spp.: Zu sehen sind die akropetal gebildeten Konidienketten - am oberen Ende jeder Konidie entsteht eine oder mehrere weitere Konidien. Durch diese Form der Konidienbildung können starke Verzweigungen entstehen; 400-fache Vergrößerung.



Abb. 7: *Alternaria* spp.: Die Gattung ist leicht zu erkennen an den dunklen, längs und quer septierten Dictyosporen. Ein Unterscheidungsmerkmal zu Pilzen mit ähnlich geformten Konidien sind die typischen Konidienketten und die breite Basis der neu gebildeten Konidien (an den kurzen, gedrunenen Phialiden); 400-fache Vergrößerung.



Abb. 9: Infektionsversuche: Im oberen Bereich des Bildes ein mit *Fusarium sambucinum* infizierter Trieb 7 Tage nach Infektion. Erkennbare Symptome einer beginnenden Welke: die Blätter blassgrün, die Dolde macht einen schlaffen Eindruck. Im unteren Teil des Bildes ein mit *Fusarium lateritium* infizierter Trieb ohne Symptome.





Abb. 10: Infektionsversuche: Im Hintergrund eine völlig welke, abgestorbene Dolde, etwa 3 Wochen nach Infektion mit *Fusarium sambucinum*; die Dolde im Vordergrund ohne Symptome.



Abb. 11: Infektionsstelle: Mycelmatten von *F. sambucinum*. Der Erreger breitet sich im Bereich des Kambiums und Phloems aus.

Welkesymptome wurden auch bei den künstlichen Infektionen mit einem Isolat von *Phoma sambuci-nigrae* beobachtet. Die Gründe für die festgestellte, verschieden starke Virulenz der beiden Isolate müssen noch geklärt werden. *Phoma sambuci-nigrae* wurde schon früher mit dem Absterben von Dolden und dem Auftreten von Blattflecken an Holunder in Zusammenhang gebracht (BOEREMA und HÖWELER, 1967). Unsere Beobachtungen zeigten, dass der Pilz im Frühjahr an den

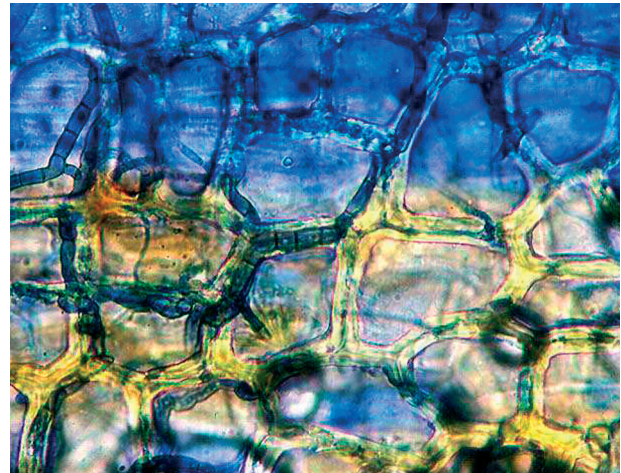


Abb. 12: Hyphen von *F. sambucinum* im Interzellularbereich des Phloems; 400-fache Vergrößerung.

einjährigen Trieben Pyknidien ausbildet, kurze Zeit später können an den Blättern typische Blattflecken beobachtet werden, auf denen sich wiederum Pyknidien von *Phoma sambuci-nigrae* bilden. In der Praxis wird häufig ein Auftreten derartiger Blattflecken als Vorbote für einen späteren Doldenwelkebefall gedeutet.

Neben *Fusarium sambucinum*, das regelmäßig aus erkrankten Dolden isoliert wurde, konnte häufig auch *Fusarium lateritium* var. *majus*, das sich durch die Form der Makrokonidien, deren Septenanzahl und Größe sowie durch die oft rötliche Pigmentierung von *Fusarium sambucinum* unterscheidet (GERLACH und NIRENBERG, 1982), gefunden werden. Nach Wollenweber (1932) ist *Fusarium lateritium* auf dünnen Ästen mitteleuropäischer Wald- (Laub- und Nadel-) und Obstbäume wie auch auf Sträuchern verbreitet, unter anderem auch auf *Sambucus*. SINCLAIR (1996) beschreibt *Fusarium lateritium* in Zusammenhang mit Triebsterben bei einer Vielzahl von Gehölzen. Die beiden Isolate, die für die Infektionsversuche herangezogen wurden, führten allerdings zu keinen Symptomen, ebenso wenig wie Infektionen mit *Alternaria* sp. und *Cladosporium* sp. (STEFFEK und ALTENBURGER, 2001).

#### Danksagung

Für Mitarbeit, Ideen, methodische Anregungen, Literatur, Versuchsbetreuung und Herstellung von Kontakten: JOSEF ALTENBURGER, SYLVIA BLÜMEL, CHRISTIAN BRANDES, ANNI BRUGNER, JOHANN DE GRUYTER, GUNDULA EIBENBERGER, WOLFGANG FIKKERT, FRIEDRICH FILA, ERHARD HALMSCHLAGER, ADI HIEBLER, HERBERT KEPPEL, JOHANN KLEINSCHUSTER, JOSEF KLEMENT, HELMUT REDL, HELGA REISENZEIN, SABINE ROLOFF, NORBERT SAILER, HARALD SCHALLY, RICHARD SZITH, JOSEF WEINZETL und an alle beteiligten Obstbauern.

## Literatur

- BILLS, G. and POLISHOOK, J. 1991: Microfungi from *Carpinus caroliniana*. Can. J. Bot. 69: 1477-1482
- BOEREMA, G. and HÖWELER, L. 1967: *Phoma exigua* Desm. and its varieties. Persoonia 5(1): 15-28
- BOOTH, C. (1971): The genus *Fusarium*, pp.169-172. - Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1971
- DOMSCH, K.H., GAMS, W. and ANDERSON, T.H. (1993): Compendium of soil fungi. - Eiching: IHW-Verl., 1993
- DSMZ (2001): Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen. - <http://www.dsmz.de/>
- GERLACH, W. and NIRENBERG, H. (1982): The genus *Fusarium* - a pictorial atlas. Mitt. BBA Land- und Forstwirtschaft, Heft 209
- GRIMM, G. and HUTCHINSON, D. 1973: A procedure for evaluating resistance of citrus seedlings to *Phytophthora parasitica*. Plant. Dis. Rep. 57: 669.
- KEPPEL, H., PIEBER, K., WEISS, J., HIEBLER, A. (1991): Obstbau : Anbau und Verarbeitung. - Graz : Stocker, 1991
- NOTHNAGL, A. (1991): Auftreten von Pilzen im Zusammenhang mit der Doldenwelke. - Diplomarbeit Universität Graz, 1991
- PEHL, L. und BUTIN, H. 1994: Endophytische Pilze in Blättern von Laubbäumen und ihre Beziehungen zu Blattgallen. Mitt. BBA Land- und Forstwirtschaft, Heft 297
- REDL, H., NOTHNAGL, A., HIEBLER, A. und SZITH, R. 1993: Untersuchungen über die Ursachen und die Bekämpfungsmöglichkeiten der Doldenwelke bei Schwarzem Holunder (*Sambucus nigra*). Mitt. Klosterneuburg 43: 88-100
- SINCLAIR, W.A., LYON, H.H. and JOHNSON, W.T. (1996): Diseases of trees and shrubs, pp.214-216. - Ithaca: Cornell Univ. Press, 1996
- STEFFEK, R. und ALTENBURGER, J. 2001: Ertragseinbußen durch Doldenwelke - Neue Untersuchungen zur Ursache der Doldenwelke am Holunder. Bess. Obst 46(2): 4-9
- WOLLENWEBER, H. (1932): Fungi imperfecti, pp. 732-819. In: Appel, O.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd 3: Die pilzlichen Parasiten. - Berlin: Parey, 1932

Manuskript eingelangt am 21. März 2002