

Institut für Angewandte Botanik der Universität Hamburg, Abt. Pflanzenschutz (Pflanzenschutzamt Hamburg)

## Der Einfluß von CO<sub>2</sub>-imprägniertem Gießwasser auf verschiedene Mykosen an Zierpflanzen

The influence of CO<sub>2</sub>-saturated water on some fungi infecting ornamental plants

Von W. Zornbach und F. Schickedanz

### Zusammenfassung

In Labor- und Gewächshausversuchen wurde der Einfluß von CO<sub>2</sub>-imprägniertem Gießwasser auf verschiedene Mykosen an Zierpflanzen untersucht. Zur Anreicherung des Gießwassers mit CO<sub>2</sub> diente eine Carborain-VS-Anlage (System A. KÜCKENS).

Unter Laborbedingungen reagierte *Botrytis cinerea* auf eine Erhöhung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration mit Wachstumsdepressionen, bei Einbringen des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers in das Nährmedium wurde keine Reaktion beobachtet. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis*, *Chalara elegans* (= *Thielaviopsis basicola*) und *Pythium splendens* zeigten in beiden Fällen weder eine Wachstumsförderung noch eine -hemmung.

In den Gewächshausversuchen ließen mit CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser gegossene und mit *Fusarium oxysporum* infizierte Miniaturcyclamen frühzeitiger Befallssymptome erkennen als mit normalem Leitungswasser gegossene Pflanzen. CO<sub>2</sub>-imprägniertes Gießwasser wirkte sich bei *Botrytis cinerea* an Miniaturcyclamen, *Pythium splendens* und *Chalara elegans* an Poinsettien sowie *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* an Topfrosen weder befallsfördernd noch -hemmend aus.

Die Verwendung von CO<sub>2</sub>-imprägniertem Gießwasser führte bei Cyclamen und Poinsettien durch Erhöhung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration zu einer Steigerung der Frisch- und Trockensubstanzproduktion.

### Abstract

The influence of CO<sub>2</sub>-saturated water, which was used for watering, on some fungi causing important diseases of ornamental plants has been studied in laboratory and greenhouse experiments. A Carborain-VS-system was used for CO<sub>2</sub>-enrichment of tap water.

In vitro *Botrytis cinerea* decreased in growth when the atmosphere surrounding the fungus was enriched with CO<sub>2</sub> escaping from CO<sub>2</sub>-saturated water. No reaction was visible when this water was mixed into its nutrient medium. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis*, *Chalara elegans* and *Pythium splendens* showed neither a decrease nor an increase in radial growth in both experiments.

In the greenhouse a higher disease severity was detected when mini-cyclamens infected with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* were watered with CO<sub>2</sub>-saturated water. A CO<sub>2</sub>-enriched atmosphere seemed to be advantageous for the development of this mycosis. The development of *Botrytis cinerea* on mini-cyclamens, *Chalara elegans* and *Pythium splendens* on poinsettias and *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* infecting roses did not change in any way when CO<sub>2</sub>-saturated water was used for watering instead of normal tap water.

The cyclamens and the poinsettias showed an increase in fresh- and dry-weight due to a rise of the CO<sub>2</sub>-concentration of the atmosphere when they were watered with CO<sub>2</sub>-saturated water.

Seit 1984 wird unter der Bezeichnung „Carborain“ ein Gerät zur Anreicherung (Imprägnierung) von Leitungswasser mit Kohlendioxid angeboten.

Diese Technik wird seither in mehreren Hamburger Gartenbaubetrieben zur Imprägnierung des Gießwassers mit Kohlendioxid genutzt. Der Einsatz dieses Wassers als Gießwasser soll neben kulturtechnischen Vorteilen einen verminderten Befall der Kulturpflanzen mit Pathogenen bewirken (KÜCKENS, 1984).

Ziel der Untersuchungen war es, an ausgewählten Beispielen zu überprüfen, ob und inwieweit das CO<sub>2</sub>-imprägnierte Wasser Einfluß auf die Entwicklung von Mykosen nehmen kann. Dazu wurden Laboruntersuchungen und Gewächshausversuche angestellt.

### Material und Methoden

Folgende Mykosen wurden untersucht:

1. *Fusarium oxysporum* SCHLECHT f. sp. *cyclaminis* GERLACH an Miniaturcyclamen (*Cyclamen persicum* MILL.) der Sorte 'Enzett Steffi',
2. *Botrytis cinerea* PERS. an Miniaturcyclamen (*Cyclamen persicum* MILL.) der Sorte 'Enzett Steffi',
3. *Chalara elegans* NAG RAJ et KENDRICK (Syn. *Thielaviopsis basicola* [BERK. et BR.] FERR.) an Poinsettien (*Euphorbia pulcherrima* WILLD.) der Sorte 'Anette Hegg, Diva',
4. *Pythium splendens* BRAUN an Poinsettien (*Euphorbia pulcherrima* WILLD.) der Sorte 'Anette Hegg, Diva',
5. *Sphaerotheca pannosa* (WALLR. ex FR.) LÉV. var. *rosae* WORONICH. an Topfrosen (*Rosa* sp.) der Sorte 'Red Rosamini'.

*Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* und *Botrytis cinerea* wurden direkt von befallenen Cyclamen isoliert, *Chalara elegans* und *Pythium splendens* wurden der eigenen Sammlung entnommen.

Diese Pilze wurden in Labor- und Gewächshausversuche einbezogen, während *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* von Treibrosen stammte und nur in den Gewächshausversuchen geprüft wurde.

Die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Konzentration des Gießwassers erfolgte nach einem in den Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (Fachgr. Wasserchemie i. d. Gesellschaft Deutscher Chemiker, 1975) beschriebenen Verfahren. Es basiert auf einer titrimetrischen Bestimmung der p- und m-Werte des Wassers.

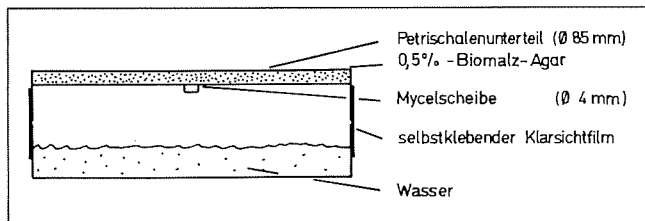


Abb. 1. Methode zur Prüfung der Wirkung des aus dem CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wasser entweichenden Kohlendioxids auf Pilze.

### Laborversuche

Die Sterilisation der Wasserproben für die Laboruntersuchungen erfolgte durch Zentrifugieren in luftdicht geschlossenen Edelstahl-Zentrifugenhülsen (15 Min. bei 7000 U/min) unter Kühlung auf 4°C. Die CO<sub>2</sub>-Verluste blieben auf diese Weise unter 5%.

Um zu klären, ob in die Nährböden eingegossenes CO<sub>2</sub>-imprägniertes Wasser das Wachstum der Pilze beeinflusst, wurden unter sterilen Bedingungen in Kunststoff-Petrischalen (Ø 85 mm) 0, 1, 2, . . . , 10 ml des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers gegeben und mit 20 ml Biomalz-Agar (BMA) 0,5%, 60°C vermischt. Danach wurden die Platten mit den Pilzen beimpft und bei 18°C inkubiert. Es wurde das radiäre Wachstum der Kolonien gemessen, sobald die erste Platte des jeweiligen Pilzes bis zum Rand bewachsen war. Die Kontrolle wurde in gleicher Weise mit einfachem Leitungswasser derselben Entnahmestelle angesetzt.

Ein zweiter Test sollte zeigen, ob das aus dem Wasser entweichende Kohlendioxid Auswirkungen auf das Wachstum der Pilze hat. Dazu wurden die Platten so präpariert, daß die Pilzkolonien über dem CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wasser wuchsen (Abb. 1). Die obere Platte enthielt 20 ml BMA 0,5% und war mit dem jeweiligen Pilz beimpft worden. In den unteren Teil gab man 0, 10, 20, 30, 40 und 50 ml des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers bzw. einfachen Leitungswassers bei den Kontrollen. Die Inkubation erfolgte bei 18°C, die Messung der Koloniedurchmesser geschah, sobald die erste Kolonie einer Art den Schalenrand erreicht hatte.

Tab. 1. Auswirkungen von aus dem CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wasser entweichendem Kohlendioxid auf den mittleren Koloniedurchmesser der Pilze in % der O-Platten (ohne Wasserzugabe), A = CO<sub>2</sub>-imprägniertes Wasser, B = Kontrolle mit Leitungswasser

ml Wasser	F. oxysporum		B. cinerea		Ch. elegans		P. splendens	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
10	99,1	98,1	86,3	91,1	91,4	90,0	79,7	95,5
20	94,3	100,9	83,6	89,7	90,0	91,4	85,0	99,2
30	101,9	101,9	76,0	87,7	91,4	91,4	74,7	96,2
40	91,5	96,2	76,7	91,8	90,0	91,4	71,4	94,7
50	99,1	105,7	78,8	84,2	94,3	94,3	56,4	94,7
	A - B		A - B		A - B		A - B	
0	0		0		0		0	
10	-1		4,8		-1,4		15,8	
20	6,6		6,1		1,4		14,2	
30	0		11,7		0		21,5	
40	4,7		15,1		1,4		23,3	
50	6,6		5,4		0		38,3	

### Gewächshausversuche

Zur Durchführung der Gewächshausversuche dienten zwei baugleiche Kulturkammern (Grundfläche: 20 m<sup>2</sup>, Volumen: 58,8 m<sup>3</sup>) in einem Versuchsgewächshaus. Eine Kulturkammer war mit einer Carborain-VS-Anlage ausgestattet, die andere diente als Kontrolle. Hier wurde mit Leitungswasser gegossen, das nicht mit CO<sub>2</sub> angereichert war. Zur Messung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre waren die Kammern mit einem CO<sub>2</sub>-Meßgerät (Unor 2, Fa. MAHAK) ausgerüstet. In jeder Kammer waren zwei Meßstellen im Pflanzenbestand und eine weitere zwei Meter über dem Boden angebracht.

Die Versuchspflanzen (15 pro Ansatz) wurden praxisüblich, allerdings ohne Einsatz von Fungiziden, kultiviert. Nach einer Akklimatisationszeit von 14 Tagen konnten die Pflanzen infiziert werden. Zu diesem Zeitpunkt waren die Miniaturcyclamen im 7-Blatt-Stadium, die Poinsettien hatten ca. 10 Laubblätter ausgebildet, und die Rosen gingen in verkaufsfertigem Zustand in die Versuche.

*Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis*, *Pythium splendens* und *Chalara elegans* wurden auf einem Infektionssubstrat, das aus je einem Vol.-Anteil Sand, Möhrenschnitzel und Stroh-häcksel und sechs Vol.-Anteilen Weißtorf (mit Ca(OH)<sub>2</sub> auf pH 6 eingestellt) bestand, vorkultiviert. Dieses beimpfte Substrat wurde in das Topfsubstrat der Versuchspflanzen eingemischt, nachdem es 20 Tage bei 22°C inkubiert worden war: Mischungsverhältnis Infektionssubstrat zu Topfsubstrat bei *Fusarium oxysporum* und *Pythium splendens* 1:10, bei *Chalara elegans* 1:5. In einem zweiten Ansatz wurden kurz vor der Blüte stehende Miniaturcyclamen mit einer Myzelsuspension (2 bewachsene Platten auf 800 ml Wasser) von *Fusarium oxysporum* infiziert. Als Infektionssubstrat für *Botrytis cinerea* diente Stroh-häcksel, das mit dem Pilz beimpft 20 Tage bei 18°C inkubiert worden war und zu je einem Gramm in das „Herz“ der Cyclamen gelegt wurde. Zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit stand ein Foliencelz für 20 Tage über diesen Cyclamen.

Zur Infektion der Topfrosen mit *Sphaerotheca pannosa* wurden befallene Triebe von Schnittrosen über den Versuchspflanzen ausgeschüttelt (WETZEL, 1984). Zur Schätzung der Sporenzahl wurden 1 cm<sup>2</sup> große, vor der Infektion mit Ethanol 96% eingepinselnde Objektträgerabschnitte ausgezählt.

Die Bonituren der Versuchspflanzen erfolgten in der Regel wöchentlich. An jeder Pflanze wurden mehrere, den Symptomen der Krankheit zugeordnete Parameter ausgewertet. Sie wurden in den Wertzahlen 1 bis 9 ausgedrückt (1 = keine Symptome, gesund, 9 = starke Symptome, krank). Bei der Endauswertung wurden zusätzlich Frisch- und Trockengewichte der oberirdischen Pflanzenteile der Cyclamen und Poinsettien bestimmt.

Zur Einhaltung der KOCHSchen Postulate wurden während und nach den Versuchen Reisolierungen der Pathogene vorgenommen.

Die Ergebnisse wurden mit Hilfe des U-Tests nach WILCOXON, MANN und WHITNEY (SACHS, 1984) statistisch verarbeitet.

### Ergebnisse

Bei pH-Werten von 4,9 bis 5,5 des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers waren Kohlendioxidkonzentrationen von 1010 bis 1390 mg/Liter Wasser festzustellen. Das am gleichen Wasserhahn entnommene, nicht angereicherte Wasser enthielt 5,7 bis 42,2 mg CO<sub>2</sub>/Liter. Hier sind pH-Werte von 7,3 bis 7,6 gemessen worden.

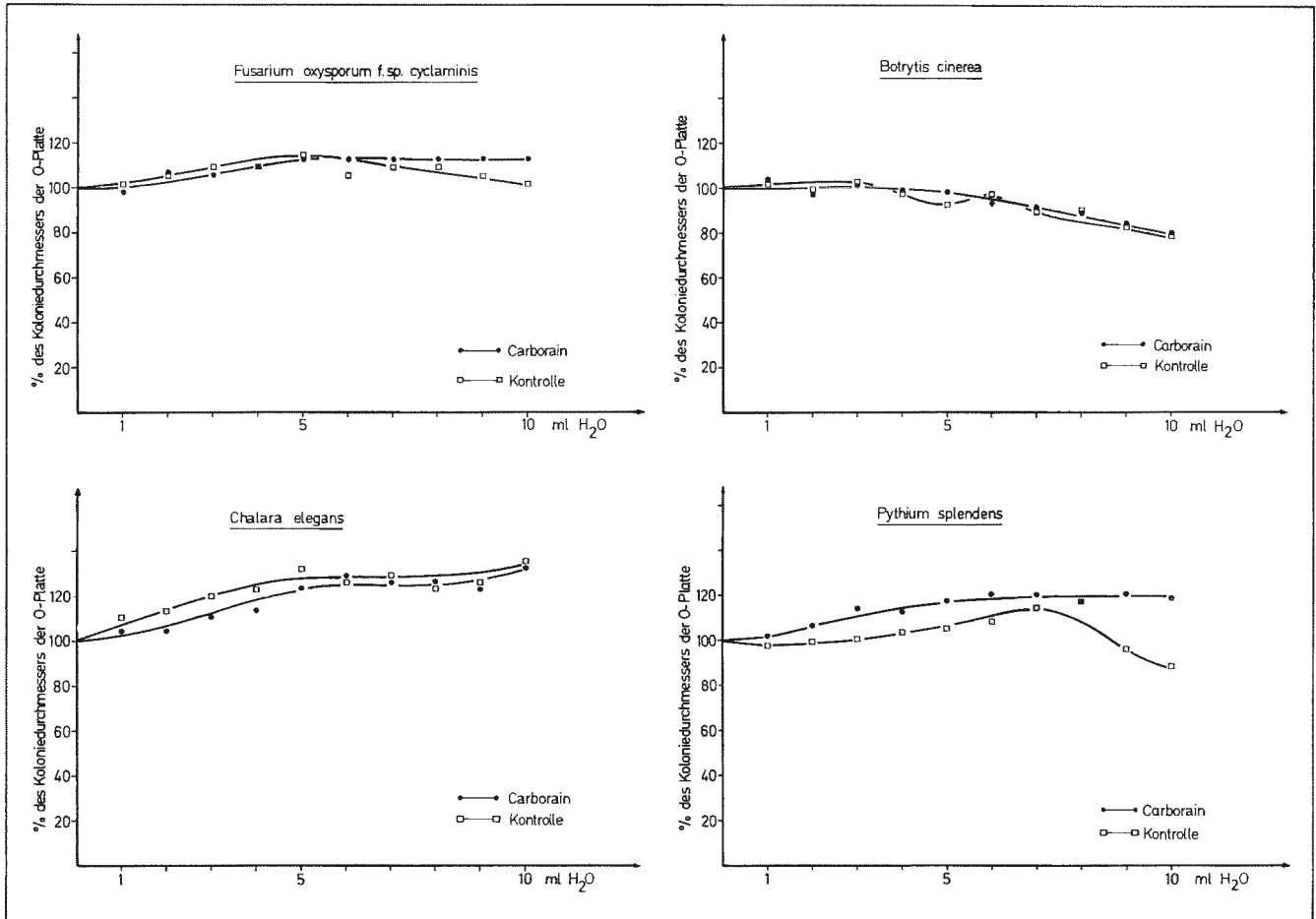


Abb. 2. Radiäres Pilzwachstum unter dem Einfluß CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers, das in das Nährmedium gegeben wurde.

### Laborversuche

*Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* zeigte sowohl bei Hinzufügen von CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser als auch in der Kontrollreihe eine Zunahme des radiären Wachstums bis zu einer Wasserzugabe von 5 ml um 12,7 bzw. 14,5 % gegenüber den O-Platten (ohne Wasserzugabe). Während die Koloniedurchmesser der Kontrollen bis zur Zugabe von 10 ml Wasser auf 102 % abfielen, blieben die Kolonien auf dem mit CO<sub>2</sub> angereicherten Medium konstant um 12,7 % größer als diejenigen auf den O-Platten (Abb. 2). *Botrytis cinerea* und *Chalara elegans* zeigten keine Unterschiede zwischen Carborain- und Kontroll-Reihe (Abb. 2).

Bei *Pythium splendens* nahm das radiäre Wachstum bei Kontrolle und Carborain-Ansatz bis zu einer Menge von 8 ml Wasser um 17,3 % gegenüber der O-Platte zu. Dann fielen die Koloniedurchmesser der Kontrollen bei 9 und 10 ml Wasser auf 96,2 bzw. 88,7 ab. Die Kolonien auf den Carborain-Platten behielten durchgehend den gleichen Radius (Abb. 2).

Gegenüber dem aus dem Wasser entweichenden gasförmigen CO<sub>2</sub> erwiesen sich *Fusarium oxysporum* und *Chalara elegans* als wenig empfindlich. *Botrytis cinerea* ließ eine Reduktion des radiären Wachstums gegenüber der Kontrolle um 15,1 % (bezogen auf die O-Platten) über 40 ml des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers erkennen. Ein allerdings nicht so starker Rückgang war auch bei der Kontrolle mit zunehmender Wassermenge festzustellen (Tab. 1).

*Pythium splendens* zeigte mit 56,4 % des Wachstums der O-Platten beim Carborain-Ansatz gegenüber der Kontrolle mit 94,7 % bei einer Wassermenge von 50 ml 38,9 % kleinere Kolonien (Tab. 1).

### Gewächshausversuche

Die Messungen der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Gewächshaus unmittelbar nach dem Gießen mit CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser ergaben bei geschlossener Lüftung Werte von 2000 vpm im Pflanzenbestand und von 1800 vpm im Luftraum. Diese erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen bauten sich im Verlauf der folgenden drei Stunden wieder ab (Abb. 3). War die Lüftung geöffnet, erkannte man einen kurzfristigen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration auf ca. 1000 vpm. Nach 30 Minuten hatte sich der Normalwert von 330 bis 360 vpm wieder eingestellt (Abb. 3). Auffällig war die Beobachtung, daß die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Carborain-Kammer während der Nacht höher anstieg als in der Kontroll-Kammer (Abb. 4).

Unter dem Folienzelt, das zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit über die *Botrytis*-infizierten Cyclamen gestellt wurde, konnten direkt nach dem Gießen Konzentrationen bis zu 5000 vpm gemessen werden, die nach drei bis vier Stunden wieder abgebaut waren.

In beiden Infektionsversuchen mit *Fusarium oxysporum* war die gleiche Tendenz zu erkennen: Die mit CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser gegossenen Pflanzen zeigten früher Befallssymptome, und die Mykose verlief heftiger als bei den Kontrollpflanzen, die sich allerdings zum Ende des Versuchszeitraumes im gleichen Zustand wie die mit CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser gegossenen Miniaturcyclamen befanden (Abb. 5).

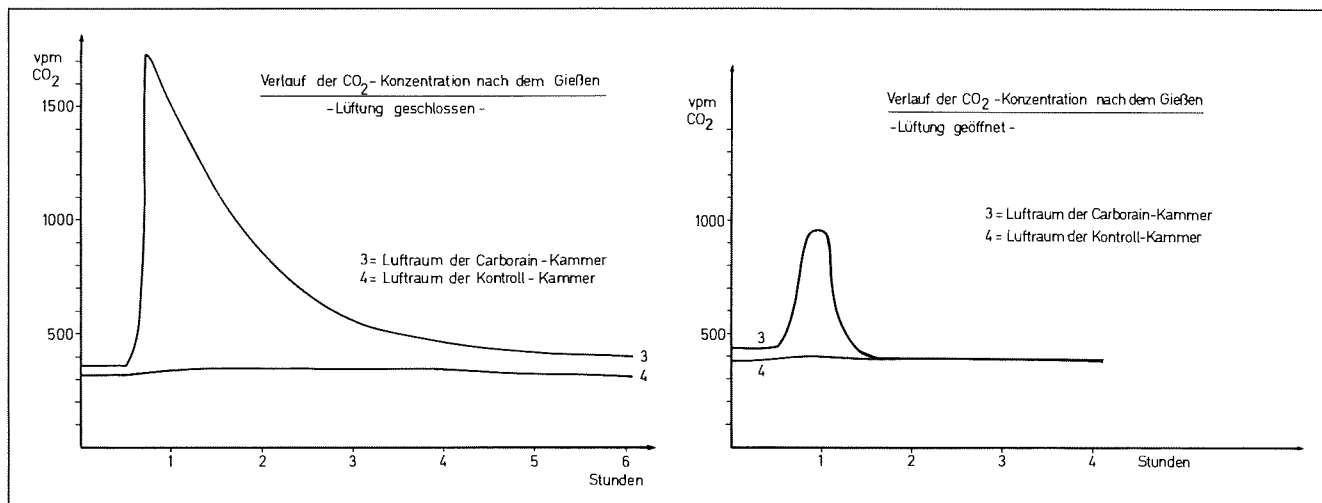


Abb. 3. Verlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Gewächshaus nach dem Gießen.

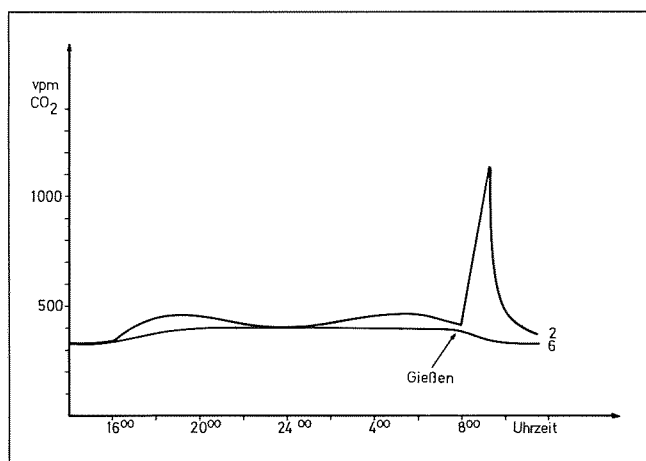
Die Infektionen mit *Botrytis cinerea* an den Miniaturcyclamen und mit *Chalara elegans* und *Pythium splendens* an den Poinsettien waren zwar auch, wie die Reisolierungen bewiesen, erfolgreich verlaufen, signifikante Unterschiede konnten zwischen den Pflanzen der Carborain- und der Kontroll-Kammer jedoch nicht festgestellt werden (Abb. 5).

Die Boniturnote der Topfrosen unterschieden sich bei Versuchsende hochsignifikant (Boniturdurchschnittsnote des Carborain-Ansatzes 3,8 gegenüber 5,9 bei der Kontrolle, Irrtumswahrsch. 0,1%). Die Schätzwerte der Sporenzahlen lagen bei 616 Sporen/cm<sup>2</sup> für die Kontrolle und 518 Sporen/cm<sup>2</sup> für die mit CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser gegossenen Rosen (Abb. 5).

Die Frisch- und Trockengewichte der Cyclamen und Poinsettien, die mit CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser gegossen worden waren, lagen durchweg höher als diejenigen der Kontrollpflanzen, wenn auch nicht in allen Fällen signifikant (Tab. 2, Abb. 6).

Die mit *Fusarium oxysporum* infizierten Cyclamen wurden nicht ausgewogen, da die Mykose zu weit fortgeschritten war.

Abb. 4. Nächtlicher Verlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Gewächshaus (2 = Poinsettien in der Carborain-Kammer, 6 = Poinsettien in der Kontroll-Kammer).



Auffällig waren die stark erhöhten Werte der mit *Botrytis cinerea* infizierten Cyclamen von 90,1g Frischgewicht und 8,8g Trockengewicht je Pflanze in der Carborain-Kammer gegenüber Durchschnittswerten von 60,9 g bzw. 5,3 g der Kontrollpflanzen.

### Diskussion

Wechselbeziehungen zwischen Pilzen und Kohlendioxid wurden in der Literatur des öfteren beschrieben. So wachsen *Gibberella saubinetti* und *Fusarium culmorum* bei CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 2, 3 und 7 Vol.-% im Boden wesentlich besser als in der Atmosphäre (LUNDEGÄRDH, 1924). STOTZKY & GOOS (1965) zählten die meisten Pilze, darunter auch phytopathologisch relevante Arten, zu den Aerobiern, auf die hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen fungistatisch wirken. Nur Pilze der Gattungen *Fusarium* und *Trichoderma* zeigten auch bei höheren CO<sub>2</sub>-Konzentrationen noch ein geringes Wachstum.

Unter natürlichen Bedingungen finden wir im Boden je nach Tiefe und Struktur CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 2 bis 6 Vol.-%, in Ausnahmefällen bis zu 15 Vol.-% (GEISLER, 1978). Die oberirdische Atmosphäre enthält dagegen 0,03 bis 0,04 Vol.-% (= 300-400 vpm) CO<sub>2</sub>. Die Vermutung liegt nahe, daß die Pilze sich den Verhältnissen ihres Lebensraumes anpassen und so auch in bezug auf ihre Empfindlichkeit gegenüber CO<sub>2</sub> differenziert zu betrachten sind. *Botrytis cinerea* und *Sphaerotheca pannosa* zählen zu den aerogenen Erregern, während die drei anderen untersuchten Pilze in die Kategorie der chthonogenen Erreger einzuordnen sind.

Tab. 2. Signifikanzverhältnisse der Bonituren, Frisch- und Trockengewichte der Versuchspflanzen in der Carborain-Kammer im Vergleich mit der Kontrolle. Bei vorhandener Signifikanz sind die Irrtumswahrscheinlichkeiten  $\alpha$  (0,01 = 1 %) angegeben, n. s. = nicht signifikant, - = nicht geprüft

	Cyclamen		Poinsettien		Topfrosen
	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Chalara elegans</i>	<i>Pythium splendens</i>	<i>Sphaerotheca pannosa</i>
Bonitur	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	0,001
Frischgewicht	-	0,001	0,05	n. s.	-
Trockengewicht	-	0,001	0,005	n. s.	-

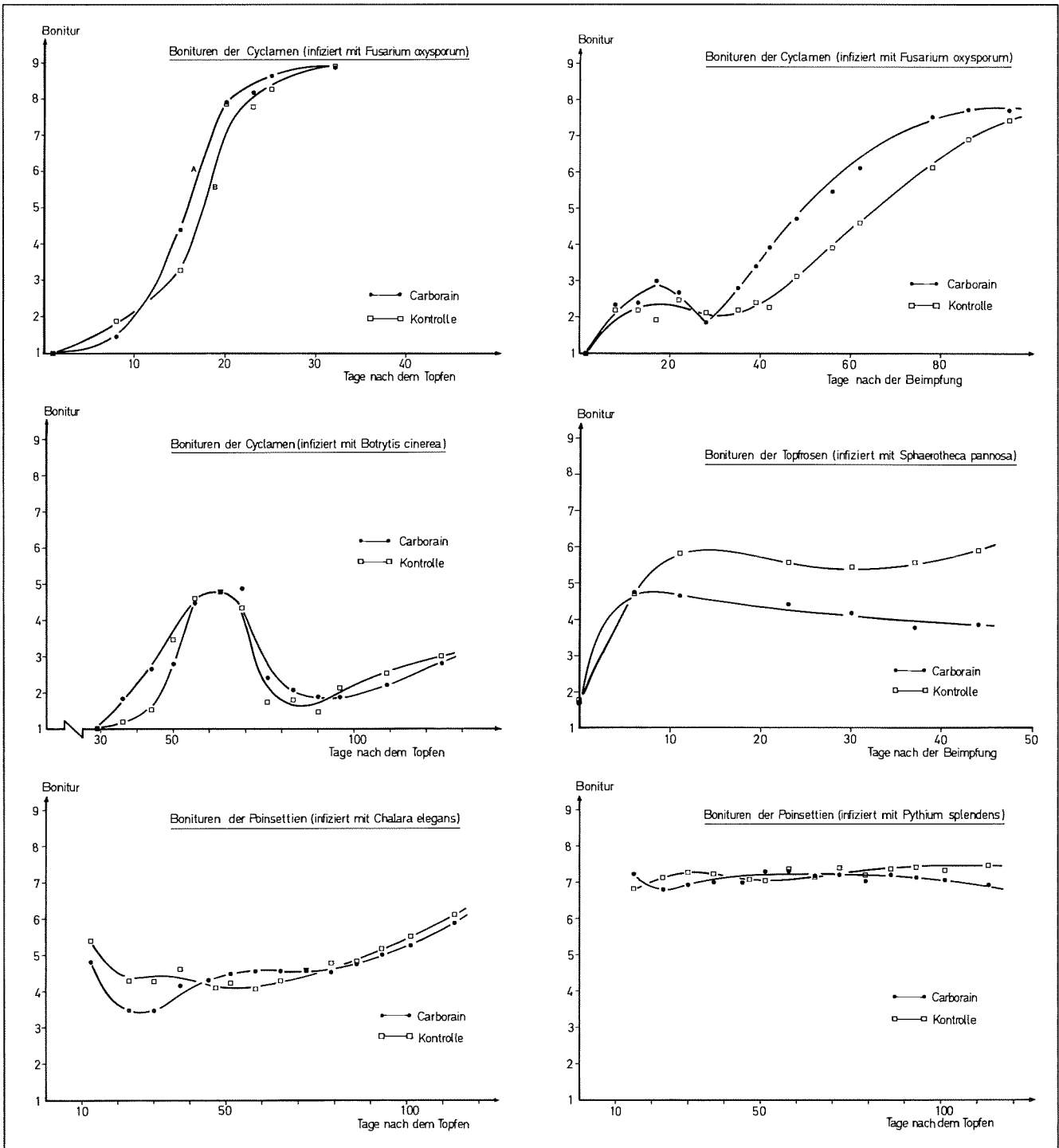


Abb. 5. Einfluß von CO<sub>2</sub>-imprägniertem Gießwasser auf den Verlauf der Mykosen (Boniturmittelwerte von jeweils 15 Versuchspflanzen). (Betr. Bonituren der Cyclamen: oben links, infiziert über Infektionssubstrat; oben rechts, infiziert über Myzelsuspension.)

Im Laborversuch führte aus dem imprägnierten Wasser entweichendes CO<sub>2</sub> bei *Botrytis cinerea* zu einem reduzierten Wachstum. In keinem der anderen Labor- und Gewächshausversuche war eine Beeinträchtigung dieser Mykose erkennbar. Es ist anzunehmen, daß die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Petrischale so hoch war, daß es zu dieser Wachstumsminde-

kommen konnte. Nach WELLS & UOTA (1970) tritt bei einer Konzentration von 16 Vol.-% eine Reduktion des Wachstums und der Konidienkeimungsrate von *Botrytis cinerea* um 90 % ein. PHILIPPS et al. (1985) beobachteten einen merklichen Rückgang des Grauschimmels an Schnittrosen bei CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 10 Vol.-%. Die im Gewächshaus unter dem Folienzelt auftretenden Konzentrationen von 5 Vol.-% reichten offenbar nicht aus, um eine solche Wirkung zu erzielen.

Die mit *Sphaerotheca pannosa* infizierten Rosen zeigten in der Carborain-Kammer einen signifikant geringeren Befall. Man kann hier jedoch nicht auf eine alleinige Wirkung des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Gießwassers schließen, da die Rosen in der Kontroll-Kammer mit ca. 100 Sporen/cm<sup>2</sup> mehr infiziert

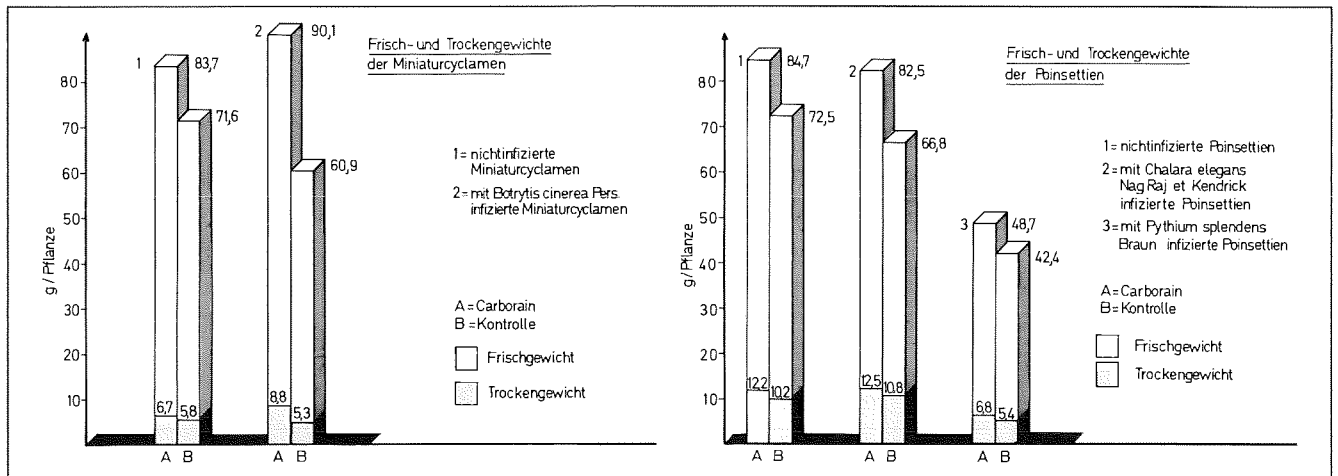


Abb. 6. Frisch- und Trockengewichte der Versuchspflanzen 124 Tage nach dem Topfen (Mittelwerte von je 15 Pflanzen).

worden waren. Es besteht die Möglichkeit, daß schon dieses stärkere Inokulum zu dem gezeigten Verlauf der Boniturstufen führte. Hier sind zur Bestätigung des Ergebnisses noch weitere Untersuchungen notwendig.

Die oben erwähnten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Bodenluft lassen sich nur schwer auf die Verhältnisse im Topfgefäß übertragen. Das Topfsubstrat entspricht meist in seiner Zusammensetzung nicht natürlichen Erden, und die Form der Bewässerung, bei der die Bodenluft durch „Überschwemmung“ aus dem Substrat ausgetrieben wird, bewirkt einen häufigen Austausch derselben. Die Zusammensetzung der Bodenluft im Topf dürfte je nach Durchwurzelungsgrad und Besiedlungsdichte mit Mikroorganismen starken Schwankungen unterliegen. Exogene Faktoren wie Licht, Temperatur, Wasser etc. üben sowohl Einfluß auf die Boden- als auch die Wurzelrespiration aus und sind in die Überlegungen mit einbeziehen. Bisher angestellte Untersuchungen zur Wirkung von Kohlendioxid auf Bodenpilze beziehen sich ausschließlich auf unbewachsene Böden (BURGES & FENTON, 1953; STOVER & FREIBERG, 1958; PAPAIVAS & DAVEY, 1962; STOTZKY & GOOS, 1965; MACAULEY & GRIFFIN, 1969; GARDENER & HENDRIKS, 1973; PUNJA & JENKINS, 1984). Es gibt nur Hinweise darauf, daß die Anzahl von Mikroorganismen und damit auch die Konzentration von Kohlendioxid im Bereich der Rhizosphäre um ein Vielfaches höher ist als im freien Boden. NONNEN (1980) beschrieb, daß bis zu 18% des assimilierten Kohlenstoffes von Pflanzen durch den mikrobiellen Abbau von Wurzelexsudaten als CO<sub>2</sub> im Boden freigesetzt wird.

In den Laborversuchen reagierten die chthonogenen Erreger sehr unterschiedlich. *Chalara elegans* zeigte keinerlei Reaktion, während *Pythium splendens* durch die Inkubation in der CO<sub>2</sub>-angereicherten Atmosphäre über dem imprägnierten Wasser erhebliche Wachstumsdepressionen zu verzeichnen hatte. Die Ursache hierfür ist vermutlich in dem hohen CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-Verhältnis, das sich während der Kultur einstellte, zu suchen. Da die Platten luftdicht verschlossen waren, wurde der Sauerstoff schnell veratmet. Gestützt wird diese Vermutung durch MACAULEY & GRIFFIN (1969), die meinten, daß geringe Sauerstoffkonzentrationen in Kombination mit hohen CO<sub>2</sub>-Gehalten das Wachstum von *Pythium*-Arten hemmen könnten. Die Kontrolle zeigt, daß geringe O<sub>2</sub>-Konzentrationen allein nicht zu diesen starken Verlusten führen. Ein naher

Verwandter von *Pythium splendens*, *Pythium ultimum*, vermochte noch bei 4 Vol.-% O<sub>2</sub> normal zu wachsen (BROWN & KENNEDY, 1966).

Die leichte Wachstumssteigerung, mit der *Fusarium oxysporum* auf die Zugabe von CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser zum Nährmedium reagierte, deutet auf eine Tendenz hin, die sich in den Gewächshausversuchen bestätigte. Dort war an den mit CO<sub>2</sub>-imprägniertem Wasser gegossenen Cyclamen eine frühere Symptomausbildung erkennbar, was auf eine ähnliche Förderung der Entwicklung des Pilzes schließen läßt. Bestätigung findet dieses Ergebnis in den Arbeiten von STOVER & FREIBERG (1958), die bei verschiedenen Formae von *Fusarium oxysporum* zum Teil starke Wachstumssteigerungen im Boden feststellten, wenn sie der zugeführten Luft 4 Vol.-% CO<sub>2</sub> zumischten. Ähnliche Erfahrungen machten HOLLIS (1948), TOLER et al. (1966), SELVARAJ & MEYER (1968), LOCKHART (1968) und WALSH & STEWARD (1971). Besonders bei niedrigen O<sub>2</sub>-Konzentrationen, wie sie im Boden oft zu finden sind (GEISLER, 1978), wirkte eine Steigerung der CO<sub>2</sub>-Konzentration bis zu einer Grenze, die zwischen 15 und 25 Vol.-% lag, förderlich auf das Wachstum und die Sporulation des Pilzes. Aufgrund dieser Ergebnisse ist ein Einsatz des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers als Gießwasser in Fusariumgefährdeten Kulturen nicht zu empfehlen.

*Pythium splendens* und *Chalara elegans* reagierten im Gewächshaus nicht auf den Einsatz des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Gießwassers. Es war weder eine Förderung noch eine Hemmung der Mykosen erkennbar.

Die höheren Frisch- und Trockengewichte der Poinsettien und Cyclamen in der Carborain-Kammer sind auf die durchschnittliche Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in dem verhältnismäßig kleinen Luftraum zurückzuführen. Besonders deutlich wird dies bei den *Botrytis*-infizierten Cyclamen, die unter dem Folienzelt Konzentrationen von 650 bis 965 vpm CO<sub>2</sub> im Tagesdurchschnitt ausgesetzt waren. Das entspricht Empfehlungen von PAPENHAGEN (1983), der 600 bis 1000 vpm CO<sub>2</sub> für eine optimale Versorgung von Zierpflanzen in Gewächshäusern hält. Es ist zu überlegen, ob eine Anwendung des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers unter Folie nicht zu besseren Erfolgen in bezug auf das Pflanzenwachstum führt als im Freiland oder in großen Gewächshäusern, da hier die Ausnutzung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationserhöhung besser möglich wäre.

Abschließend soll bemerkt werden, daß die hier durchgeführten Untersuchungen noch nicht ausreichen, um die tatsächlichen Wirkungen des CO<sub>2</sub>-imprägnierten Wassers auf Mykosen erschöpfend zu beschreiben. So wären weitere Erkenntnisse durch Laborversuche mit Flüssigkulturen, die

mit diesem Wasser angesetzt werden, zu erwarten. Es fehlen auch noch Informationen zum Sporulationsverhalten der Pilze und zur Sporenkeimung in dem CO<sub>2</sub>-angereicherten Medium. In vivo wäre es sehr wichtig, neben den CO<sub>2</sub>-Verhältnissen in der Atmosphäre auch den genauen Gang der Konzentrationen in der Bodenluft zu bestimmen.

### Literatur

- BROWN, C. E., und B. W. KENNEDY, 1966: Effect of oxygen concentration on *Pythium* seed rot of soybean. *Phytopath.* **56**, S. 407–411.
- BURGES, A., und E. FENTON, 1953: The effect of carbon dioxide on the growth of certain soil fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **36**, S. 104–108.
- FACHGRUPPE WASSERCHEMIE IN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER, 1975: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. 3. Auflage, Verlag Chemie GmbH, Weinheim, H 7/8, D 8 und G 1.
- GARDENER, D. E., und F. F. HENDRICKS Jr., 1973: Carbon dioxide and oxygen concentrations in relation to survival and saprophytic growth of *Pythium irregulare* and *Pythium vexans* in soil. *Can. J. Bot.* **51**, S. 1593–1598.
- GEISLER, G., 1978: Der Lufthaushalt des Bodens in seiner Bedeutung für das Pflanzenwachstum. *Kali-Briefe (Büntehof)* **14**, S. 61–78.
- HOLLIS, J. P., 1948: Oxygen and carbon dioxide relations of *Fusarium oxysporum* SCHLECHT. and *Fusarium eumartii* CARP. *Phytopath.* **38**, S. 761–775.
- KÜCKENS, A., 1984: Informationsschrift zu der neuen Entwicklung der „Technica“ „CARBORAIN“. Unveröffentlichte Information der Technica Entwicklungsgesellschaft, Ratzeburg.
- LOCKHART, C. L., 1968: Influence of various CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations on the growth of *Fusarium oxysporum* in vitro. *Can. J. Plant Sci.* **48**, S. 451–453.
- LUNDEGÄRDH, H., 1924: Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Verlag Gustav Fischer, Jena.
- MACAULEY, B. J., und D. M. GRIFFIN, 1969: Effects of carbon dioxide and oxygen on the activity of some soil fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **53**, S. 53–62.
- NONNEN, S., 1980: Assimilateverbrauch der Wurzeln verschiedener Pflanzenarten unter dem Einfluß variierter Wachstumsbedingungen. Diss. Universität Bonn.
- PAPAVIZAS, G. C., und C. B. DAVEY, 1962: Activity of *Rhizoctonia* in soil as affected by carbon dioxide. *Phytopath.* **52**, S. 759–766.
- PAPENHAGEN, A., 1983: Bessere Erträge durch CO<sub>2</sub> – aber nicht überall. *Gb + Gw* **83**, S. 1244–1249.
- PHILLIPS, D. J., D. A. MARGOSAN, und D. C. FOUSE, 1985: Postharvest control of *Botrytis* rot with CO<sub>2</sub>. *Plant Disease* **69**, S. 789–790.
- PUNJA, Z. K., und S. F. JENKINS, 1984: Influence of temperature, moisture, modified gaseous atmosphere and depth in soil on eruptive sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopath.* **74**, S. 749–754.
- SACHS, L., 1984: Angewandte Statistik. 6. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- SELVARAJ, J. C., und J. A. MEYER, 1968: Effect of higher CO<sub>2</sub>-tensions on the growth response of certain pathogenic fungi. *Mededelingen van de Rijksfakulteit Landbouw Wetenschappen te Gent* **33**, S. 1151–1159.
- STOTZKY, G., und R. D. GOOS, 1965: Effect of high carbon dioxide and low oxygen tensions on the soil microbiota. *Can. J. Microbiol.* **11**, S. 853–868.
- STOVER, R. H., und S. R. FREIBERG, 1958: Effect of carbon dioxide on multiplication of *Fusarium* in soil. *Nature* **181**, S. 788–789.
- TOLER, R. W., P. D. DUKES, und S. F. JENKINS Jr., 1966: Growth response of *Fusarium oxysporum* f. *tracheiphilum* in vitro to varying oxygen and carbon dioxide tensions. *Phytopath.* **56**, S. 183–186.
- WALSH, J. H., und C. S. STEWARD, 1971: Effect of temperature, oxygen and carbon dioxide on cellulolytic activity of some fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **57**, S. 75–84.
- WELLS, J. M., und M. UOTA, 1970: Germination and growth of five fungi in low oxygen and high carbon dioxide atmospheres. *Phytopath.* **60**, S. 50–53.
- WETZEL, T., 1984: Diagnosemethoden. 1. Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin (DDR).

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **39** (6), S. 87–90, 1987, ISSN 0027-7479.  
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt, Fachgruppe für chemische Mittelprüfung

## Zur Rückstandssituation von MCPA in Getreide nach einer späten Anwendung gegen Disteln

Residues of MCPA in cereals after late application against thistles

Von J. R. LundeHN und J. Siebers

### Zusammenfassung

Im Jahre 1985 wurden an neun verschiedenen Orten in der Bundesrepublik Deutschland Versuche zur Prüfung der Rückstandssituation von MCPA in Getreide nach Anwendung im Stadium 39 (ANONYM, 1979) zur Bekämpfung von Disteln mit MCPA-haltigen Mitteln durchgeführt. Etwa 28 Tage nach der Anwendung unterschritten die maximalen Rückstände den Wert von 2,0 mg/kg.

Im Getreidekorn traten zum Erntezeitpunkt bis auf einen Fall (0,02 mg/kg) keine nachweisbaren Rückstände auf. Die zulässige Höchstmenge für Rückstände von MCPA im Getreidekorn beträgt 0,1 mg/kg.

### Abstract

In 1985 trials were carried out to study the residue behaviour of MCPA in cereals after a late application against thistles at nine different locations in the Federal Republic of Germany. 28 days after the application the residues of MCPA in the whole plant are below the limit of 2 mg/kg. At harvest there were no detectable residues in grain except one case (0,02 mg/kg). The maximum residue limit for MCPA in grain is 0.1 mg/kg.

Bei der Zulassung MCPA-haltiger Pflanzenschutzmittel ist auch die Anwendung gegen zweikeimblättrige Unkräuter im Getreidebau im Nachauflaufverfahren im Frühjahr (NAF) vorgesehen (ANONYM, 1985).