BFL
BIBLIOTHEK

PFLANZENSCHUTZ-BERICHTE

BAND 56/HEFT 2
1996

Inhalt

Contents

Untersuchungen über die epidemiologische und klinische Manifestation von *Phoma lingam* an Raps (Phoma-Wurzelhals- und -Stengelfäule des Rapses) und über die Ertragskorrelation an Raps zur Bestimmung eines Schwellenwertes zur Etablierung eines Warndienstsystems	Investigations of epidemiological and clinical manifestations of *Phoma lingam* and on corresponding yield of rape to determine a threshold for establishing a warning service system	ZWATZ, BRUNO ZEDERBAUER, REINHART	73
Bericht über den Witterungsverlauf und bemerkenswertes Schadauftreten an Kulturpflanzen in Österreich im Jahr 1995	Report on meteorological conditions and remarkable occurences of pests and diseases of cultivated plants in Austria in the year 1995	STANGELBERGER, JOSEF	82
Weiterführende Untersuchungen zur Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste-Mehltau (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei*) in Österreich	Continuated analysis of virulence factors in the host-parasite system spring barley varieties and mildew (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei*) in Austria	SCHALLY, HARALD ZEDERBAUER, REINHART ZWATZ, BRUNO	105
Zur Hemmung des Myzelwachstums dreier *Fusarium*-Arten durch den entomophagen Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.	The growth inhibition of three species of *Fusarium* by means of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.	LANGBAUER, BARBARA RICHTER, SUSANNE TIEFENBRUNNER, WOLFGANG	119
Biologische Bekämpfung von *Cladosporium fulvum* Cke. an Tomaten im Gewächshaus	Biological control of *Cladosporium fulvum* Cke. on tomatoes in the greenhouse	BEDLAN, GERHARD	136
Buchbesprechung	**Book review**		**142**
Inhaltsverzeichnis Band 56	**Contents of volume 56**		**143**

ISSN 0031-675 X

Abonnements laufen ganzjährig und verlängern sich automatisch, wenn nicht 1 Monat vor Jahresende die eingeschriebene Kündigung erfolgt.

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Bruno Zwatz und Dr. Gerhard Bedlan, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin, A-1220 Wien, Spargelfeldstraße 191.

Verleger und Abonnementbetreuung: Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin, A-1220 Wien, Spargelfeldstraße 191.

Erscheinungsweise: 2mal jährlich – Bezugspreis öS 490,– p. a. inkl. MwSt.

Hersteller: Druckerei Lischkar & Co., A-1120 Wien, Migazziplatz 4.

Pflanzenschutzberichte
Band 56, Heft 2, 1996

Untersuchungen über die epidemiologische und klinische Manifestation von *Phoma lingam* an Raps (Phoma-Wurzelhals- und -Stengelfäule des Rapses) und über die Ertragskorrelation an Raps zur Bestimmung eines Schwellenwertes zur Etablierung eines Warndienstsystems

Investigations of epidemiological and clinical manifestations of *Phoma lingam* and on corresponding yield of rape to determine a threshold for establishing a warning service system

BRUNO ZWATZ und REINHART ZEDERBAUER
Institut für Phytomedizin, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien

Zusammenfassung

Die Phoma-Wurzelhals- und -Stengelfäule *(Leptosphaeria maculans, Phoma lingam)* ist derzeit die wichtigste Rapskrankheit in Österreich. Zur Entscheidungshilfe für eine chemische Bekämpfung wurde ein Schwellenwert von 35–45% Befallshäufigkeit nachgewiesen. Eine Anleitung zur Untersuchungsmethodik zur Bestimmung der Befallshäufigkeit wird gegeben. Zwischen Phoma-Befall und Ertragsminderung besteht eine lineare Regression mit einem Korrelationskoeffizienten von r = 0,63. Die engste Befalls-Verlust-Beziehung wurde im EC-Stadium 30 (beginnendes Streckungswachstum im Frühjahr) nachgewiesen (optimaler Bekämpfungszeitpunkt). Darauf folgt das Stadium 57 (Ende des Knospenschwellens). Eine Bekämpfung im Herbst (EC-Stadium 20: 9 echte Laubblätter) erwies sich als am wenigsten wirksam. Als ergänzende Entscheidungshilfen für die chemische Bekämpfung werden neben dem Schwellenwert noch folgende Bezugsgrößen empfohlen: Sortenwahl (die Sorten Express, Lady und Libravo sind resistent), die Produktionsintensität, die Ertragserwartung, die Qualität des Bestandes zur Zeit der Bekämpfung u. a.

Stichwörter: *Phoma lingam; Leptosphaeria maculans; Raps; Brassica napus;* Schwellenwert; Befallshäufigkeit; Untersuchungsmethodik; chemische Bekämpfung.

Summary

Phoma-Stem Canker *(Leptosphaeria maculans, Phoma lingam)* is at present the most important disease of rape in Austria. As assistance for decisions on chemical control a threshold of 35–45% frequency of attack was demonstrated. Instructions for investigational methods to determine the frequency of attack are given. There is a linear regression with a correlation coefficient of r = 0,63 between degree of attack by Phoma and yield reduction. The closest relationship between attack and yield reduction was found to occur at stage EC 30 (beginning of extension of the main stem), the next closest is at stage EC 57 (swelling of nodes). Least effective control was achieved in autum at stage EC 20 (9 true leaves). Apart from threshold values, additional decision assistance factors for chemical control are e. g. varietal choice (the varieties Express, Lady and Libravo are resistant), intensity of production, yield expectation and quality of the rape stand at the time of control and others.

Key words: *Phoma lingam, Leptosphaeria maculans, Rape, Brassica napus,* threshold, frequency of attack, method of testing, chemical control.

BFL
BIBLIOTHEK

1. Einleitung

Raps (*Brassica napus L. var. napus* Metzg.) wird in Österreich praktisch ausschließlich in der Form von Winterraps als Ölraps für Speisezwecke und als Industrieraps (als nachwachsende Energiepflanze zur Rapsmethylester- bzw. zur Treibstoffproduktion) auf 87.000 ha angebaut (1995). Raps erreicht ebenso eine Bedeutung im ÖPUL-Umweltprogramm als Winterbegrünung. In Niederösterreich und Oberösterreich erreicht Raps eine erhöhte Anbaudichte, was eine relativ enge Fruchtfolge und eine relative Dominanz von Rapsfeldern in einzelnen Anbauregionen zur Folge hat. Innerhalb der zahlreichen Schadenseinflüsse, welchen die Rapskulturen gegenüberstehen und welche auch für eine erhöhte Alternanz dieser Kultur verantwortlich sind, erreicht die samen-, boden- und windbürtige Fruchtfolgekrankheit **Phoma-Wurzelhals- und -Stengelfäule** – im täglichen Sprachgebrauch wird die Krankheit kurz „Phoma" genannt – (Hauptfruchtform: *Leptosphaeria maculans* [Desm.] Ces. et de Not., Konidienform: *Phoma lingam* [Tode ex Fr.] Desm.) die dominierende Bedeutung.

Phoma tritt in unterschiedlichen Befallsbildern vom Keimstadium bis in das Reifestadium der Rapspflanzen auf. Die Pathogenese und die Krankheitssymptome entwickeln sich über eine lange Zeitperiode, beginnend über Blattflecke an Keim- und ersten Laubblättern bereits im Herbst bis hin zu einer Manifestation im weiteren Bereich des Wurzelhalses, zuerst als flache Nekrotisierung, die sich später zu einer stengel- und wurzeleindringenden, generalisierenden trocken- bis weichfaulen Stengelzersetzung entwickelt (Abb. 1). Die Manifestation des Krankheitsbefalles hat Bestandesausdünnung, Trockenheitsempfindlichkeit, erhöhten Stickstoffbedarf, Notreife, Verrieselungsschäden und im massiven Befallsfall Umbruchschäden zur Folge, die zu Ertragsschädigungen in der Größenordnung von rund 10–20% führen können.

In der Epidemiologie von Phoma spielt das Inokulumangebot, insbesondere für die Etablierung der Krankheit durch Ascosporen bzw. Pyknidiosporen eine grundlegende Rolle, und zwar über das Krankheitsdepot Rapsstoppeln, über kreuzblütige Zwischenfrüchte und Gründüngungspflanzen, über primäre Phoma-Blattflecke, evtl. über infiziertes Saatgut sowie über Unkrautkreuzblütler und andere Unkräuter (z. B. Hirtentäschel und Ackerhellerkraut); als Gefahrenpotenz können aus dieser Sicht auch Stillegungsflächen (Brachflächen) angesehen werden.

Für die Sporenausschleuderung und für die Infektion sind eine Temperatur um 15°C und Regennässe förderlich. Weitere epidemiologisch relevante Mechanismen im Verlaufe der weiteren Krankheitsmanifestation (Temperatur, Trockenheit, Feuchtigkeit) können wegen des intraparasitären Krankheitsgeschehens und wegen des epidemiologisch günstigen Mikroklimas im Rapsbestand (Bestandesdichte, Blattdichte) im Verlaufe der Pflanzenentwicklung kaum wirksam werden und das Fortschreiten der Nekrotisierung der parasitierten Rapsstengel, z. B. durch sommerliche Trockenheit, nicht wesentlich beeinträchtigen.

Was die Krankheitsbekämpfung betrifft, ist zu bemerken, daß die Elimination des Krankheitsgeschehens durch Fungizidanwendung nur zum Teil gelingt. Sie basiert auf einer Kompensation und Hemmung der Krankheitsmanifestation, wobei das signifikante Maximum des Wirkungsgrades bei 67% (GD 5% = 7,10) liegt; auf der Basis des derzeit in Österreich einzigen registrierten Präparates, nämlich „Folicur", 1,5 l/ha, Wirkstoff Tebuconazole. Das hängt auch mit der etwa höchstens 30 Tage anhaltenden fungiziden Therapiewirkung zusammen, während jedoch epidemiologisch relevante Mechanismen, wie oben angeführt, kaum wesentlich beeinträchtigt werden.

Als Entscheidungshilfe zur Bekämpfung von Phoma-Wurzelhals- und -Stengelfäule wurde in Österreich ein Warndienstsystem ausgearbeitet, das auf der Basis der Befallshäufigkeit in % beruht (% befallene Pflanzen) (SCHRAMM und HOFFMANN, 1987, adaptiert nach ZEDERBAUER, 1991). Diese Methode hat sich in der Zwischenzeit in der Praxis gut bewährt. Wegen der geringen Ausstattungs- und der makroskopischen Differenzierungsmöglichkeit ist die Methode sogar von interessierten Landwirten selbst anwendbar. Einschulungen für diesen

Zweck wurden durchgeführt. Der größte Teil der Probenaufarbeitung erfolgt aber von amtlichen Stellen, insbesondere auch durch das Bundesamt. Die Erhebungen zur Bestimmung des Schwellenwertes sind neu (Bestimmung der Korrelation von Befallshäufigkeit und Ertragsausfall sowie Unterlegung der ökonomischen Parameter) und bisher in der Literatur in dieser Form noch nicht dokumentiert. Die weitere angeführte Literatur (Literaturauswahl) führt daher nicht spezifisch, sondern zur Erfassung der Übersicht in die aktuelle Situation zu Rapskrankheiten und in die spezielle Fragestellung ein.

2. Material und Methoden

2.1 Phoma-Warndienst in Raps *)

Das Krankheitsdepot von Phoma ist im Jugendstadium (EC-Stadium 20 bis 30) allerdings weitgehend maskiert, oder es sind auftretende Verdachtssymptome in Form von Nekrosen nicht eindeutig ursächlich diagnostizierbar, weshalb für eine in diesem Entwicklungsstadium fällige Bekämpfungsentscheidung ein Warndienst auf der Grundlage einer Exaktdiagnose von Vorteil ist. Die erforderliche diagnostische Validierung des Krankheitsdepots erfolgte im gegenständlichen Untersuchungsprojekt über eine mikroskopische bzw. lupenbildtechnische Aufarbeitung von potentiell parasitierten Pflanzentorsos.

2.1.1 Diagnostische Aufarbeitung eines potentiellen Befalles an Pflanzentorsos

Im Rahmen des mehrjährigen Untersuchungsprojektes wurden über 600 Rapsfelder diagnostiziert. Pro Rapsfeld wurden in diagonaler Richtung etwa 100 Pflanzen entnommen. Somit liegen der Gesamtbeurteilung etwa 60.000 Einzelauswertungen zugrunde. Die Untersuchungen wurden teils im Herbst im EC-Stadium 20 (bis 9 echte Laubblätter) bzw. im Frühjahr im EC-Stadium 30 (beginnendes Streckungswachstum) durchgeführt. Die Beprobung im Frühjahr erscheint zielführender, weil durch eine Bekämpfungsmaßnahme im Frühjahr, wie später noch bewiesen wird, die deutlichste Wirkungspotenz und die beste Ertragssicherung erreicht werden.

Für die Bebrütung und Untersuchung werden Pflanzentorsos in der Größe von etwa 3–4 cm vorbereitet, indem von den Pflanzen im Bereich der Wurzel- und Blattansätze die Wurzeln und Blattstiele abgeschnitten werden. Hierauf erfolgt die Reinigung der Torsos in einem Sieb unter Fließwasser (5 Minuten) und die Bebrütung in einer Feuchtkammer bei etwa 18–20°C. Die *Phoma*-Pyknidien bilden sich innerhalb von 10–14 Tagen, die dann unter einer 30fachen Vergrößerung mit einem Stereomikroskop oder mit einer Lupe diagnostisch leicht zugänglich sind. Häufig tritt sogar ein Sporenschleim aus den Pyknidien aus. Die Pflanzentorsos werden nach den zwei Klassen „befallsfrei" und „befallen" quantitativ ausgewertet und die „Befallshäufigkeit in %" bestimmt, wobei eine überwiegende Lokalisierung der Pyknidien am Blattstiel auf ein junges, hingegen die Lokalisierung am Wurzelhals auf ein fortgeschrittenes Stadium der Erkrankung schließen läßt (Abb. 2).

2.1.2 Validierung des Krankheitspotentials

Um das Versuchsziel – Bestimmung eines Schwellenwertes von Phoma nach dem Bewertungsmaß „Befallshäufgkeit in %" – zu erarbeiten, wurden in mehrjährigen Exaktversuchen die Komplexreaktion Befallshäufigkeit und Ertragsbeeinflussung nach Fungizidbehandlung untersucht.

---

*) Die organisatorische Durchführung des Warndienstes (Probennahme, Terminisierung, Information) erfolgte in Zusammenarbeit mit den Landeslandwirtschaftskammern Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark

Durch die Versuchsergebnisse konnte zunächst bewiesen werden, daß zwischen Phomabefall (Befallshäufigkeit in %) und Ertrag (kg/ha) eine einfache lineare Regression besteht: Je höher die Befallshäufigkeit, desto größer ist die Ertragsreduktion. Hierfür wurden auf der Grundlage von 112 Befalls- und Ertragswerten innerhalb der 4jährigen Versuchsdauer an je 4 bzw. 5 Versuchsstandorten mit unterschiedlichen Versuchsbedingungen ein Korrelationskoeffizient von r = –0,63 errechnet; das Bestimmtheitsmaß r^2 = 0,39 (Graphik 1). Die Signifikanzschwelle wurde deutlich durch verschiedene Versuchseinflüsse mitbestimmt: Trockenheit, Sortenanfälligkeit, N-Düngungsniveau, Höhe des Krankheitsbefalles zur Zeit der Bekämpfung u. a. Weiters wurde nachgewiesen, daß durch eine chemische Bekämpfung mit Folicur (Folicur ist derzeit das einzige in Österreich für diesen Zweck registrierte Fungizid – Wirkstoffgruppe Triazol, Wirkstoff Tebuconazole), Aufwandmenge 1,5 l/ha, im Durchschnitt eine Ertragssicherung von 8,2% bis 11,5% erzielt werden kann:

Bekämpfung im Herbst, EC-Stadium 20 (9 echte Laubblätter): 8,2% Ertragssicherung;

Bekämpfung im Frühjahr, EC-Stadium 30 (beginnende Stengelstreckung): 11,5% Ertragssicherung;

Bekämpfung im Frühjahr, EC-Stadium 57 (Ende des Knospenschwellens): 11,2% Ertragssicherung.

Als der günstigste Bekämpfungszeitpunkt hat sich demnach das Stadium 30 im Frühjahr erwiesen (Graphik 2).

Unter Zugrundelegung der Befallshäufigkeit in %, der Ertragssicherungswerte und der Applikationskosten ist schließlich abzuleiten, daß der Schwellenwert „Befallshäufigkeit in %" auf der Grundlage der im Winter 1995 in Österreich aktuellen Preis- und Kostensituation (1 kg Raps = S 4,50, 1,5 l Folicur = S 815,–, Applikationskosten pro ha = S 150,-) bei 35–45% Befalllshäufigkeit liegt (Graphik 3). In derselben Graphik ist die Konstellation für einen eventuellen Rapspreis von S 2,50 pro kg eingeblendet (das entspricht etwa der Situation Frühjahr–Sommer 1996). In diesem Fall wird der Aufwand für eine Phoma-Bekämpfung nur bei einer Befallshäufigkeit von über 65% gedeckt.

Um die Aktualität und Realität des Schwellenwertes zu untermauern, ist schließlich in Graphik 4 die durch Untersuchungen vorgefundene aktuelle Befallssituation ausgewiesen. Daraus geht hervor, daß der Schwellenwert von 35–45% Befallshäufigkeit im Durchschnitt der untersuchten Rapsbestände in allen in Österreich aktuellen Rapsanbaugebieten erreicht bzw. überschritten wurde und daher eine positive Warnmeldung zur Folge hatte.

Der Schwellenwert erweist sich als eine wichtige Entscheidungshilfe für eine chemische Phoma-Bekämpfung in Raps. Der Schwellenwert wurde bewußt mit einer Bandbreite von 10% Befallshäufigkeit (35–45%) angegeben, weil im jeweiligen Einzelfall diese Entscheidungshilfe noch von mehreren weiteren Kriterien unterstützt und ergänzt werden soll: Anfälligkeit der Rapssorte (die Sorten Express, Lady und Libravo sind gegenüber Phoma ausreichend resistent und bedürfen keines zusätzlichen Fungizidschutzes), Qualität des Bestandes zum Bekämpfungszeitpunkt, Intensität der Bestandesführung, Ertragserwartung (Ertragsschwelle über 3.000 kg/ha) u. a. Ergänzende Entscheidungskriterien sind die Einkalkulierung der Hygienewirkung einer chemischen Phoma-Bekämpfung auch gegen andere Rapskrankheiten und schließlich die evtl. Kombinationsmöglichkeiten einer Phoma-Bekämpfung mit einer Stengelrüsslerbekämpfung (Stadium 30) oder einer Rapsglanzkäferbekämpfung (Stadien 53–57).

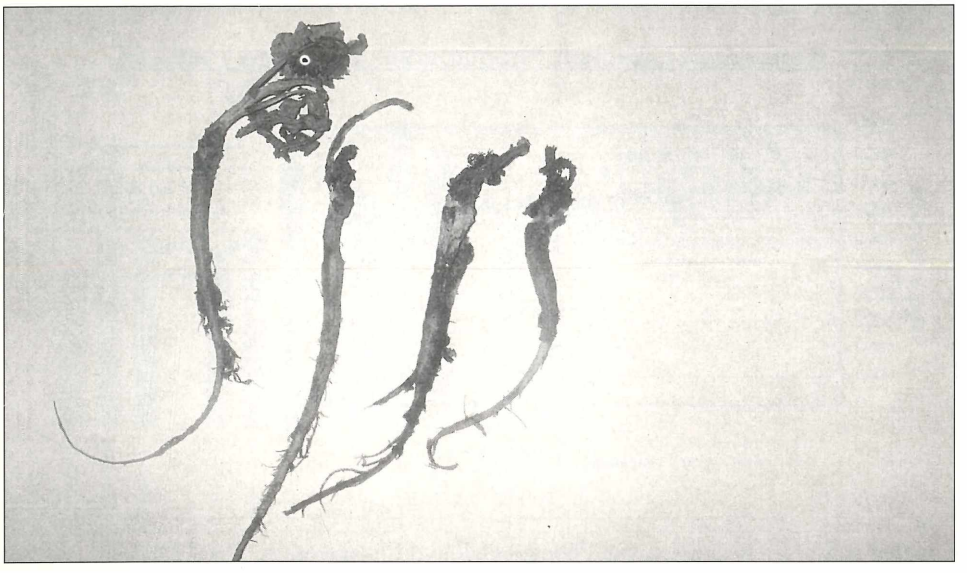


Abb. 1: Phoma-Befall mit steigender Manifestation. Linke Pflanze mit mäßigem Wurzelhals-, Blattstiel- und Blattbefall; Pflanze rechts außen: Letalbefall.

Fig. 1: Attack by Phoma with progressive manifestation. Left plant with moderate attack of root, stem and leaf; plant on outer right: lethal attack.

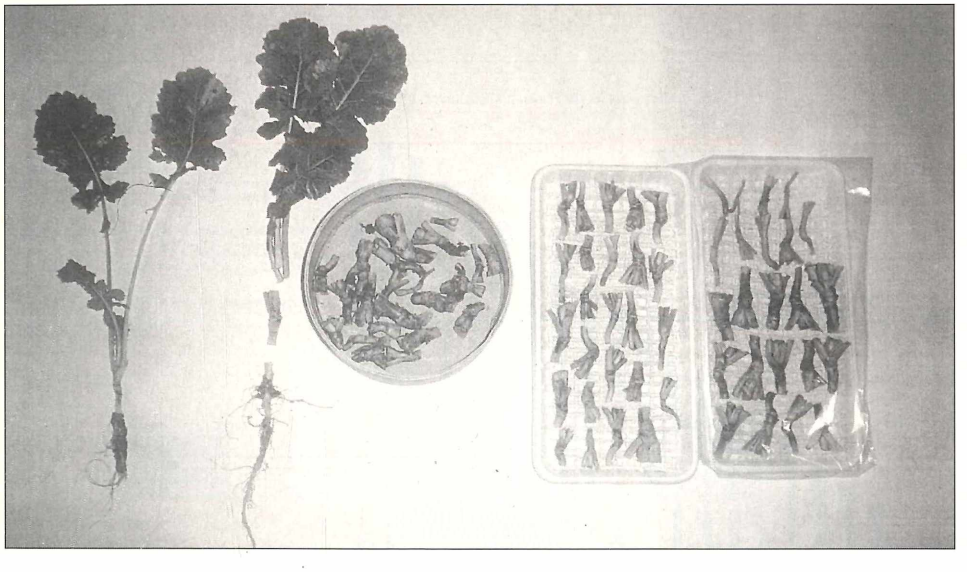
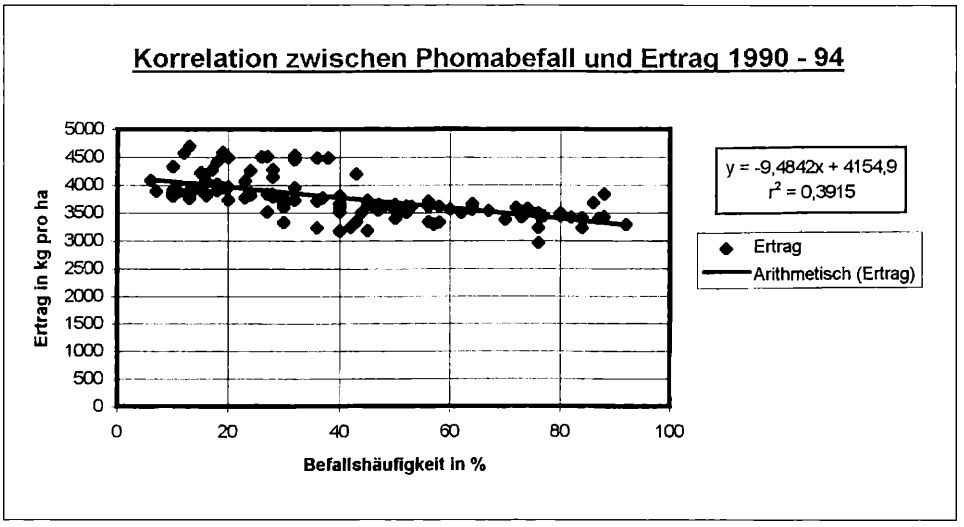


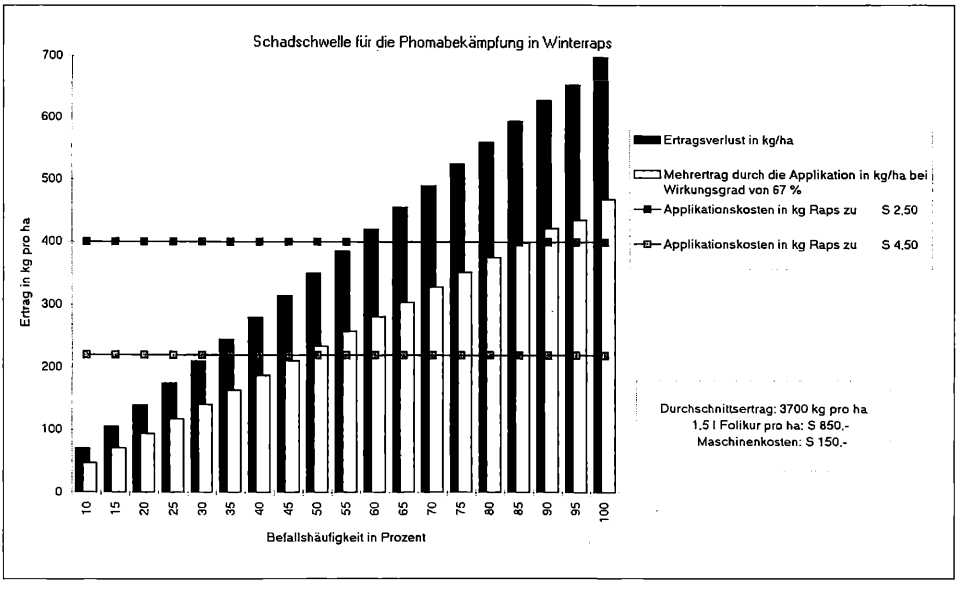
Abb. 2: Arbeitsschritte beim Phoma-Warndienst: links Probenpflanze, 2. Pflanze von links: mit ausgeschnittenem Pflanzentorso. Rechts: Feuchte Kammern mit Petrischale und Partyteller mit eingelegtem feuchtem Filterpapier und Feuchtigkeitsschutz mit Plastiksackerl.

Fig. 2: Procedure steps in the phoma warning service: left: sample plant, 2nd plant from left: dissected plant torso. Right: Moisture chamber with petri dishes and partyplates inlaid with moist filterpaper; moisture protection with pvc-bags.



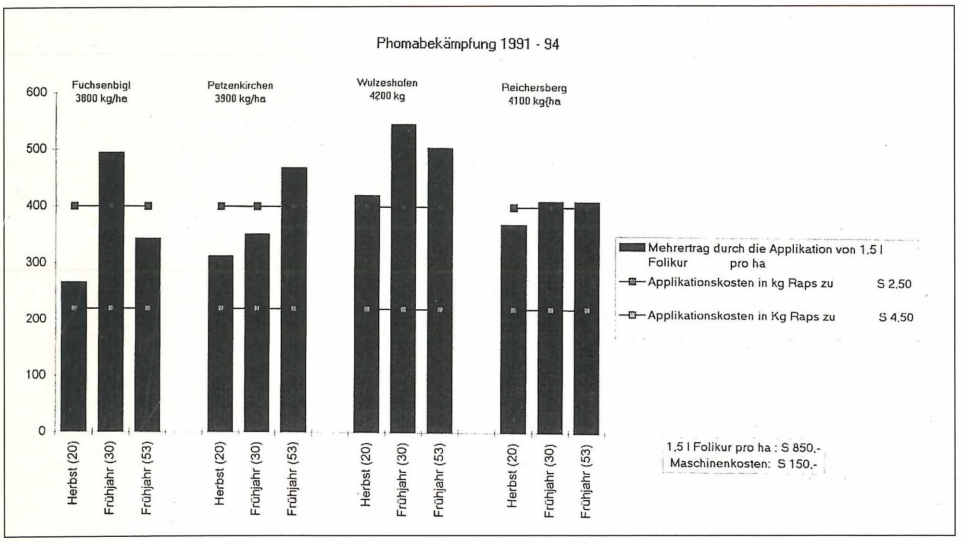
Graphik 1: Lineare Regression von Phoma-Befall und Ertragsverlust ($r^2 = 0,39$).

Graphic 1: Linear regression of attack by phoma and yield reduction ($r^2 = 0,39$).



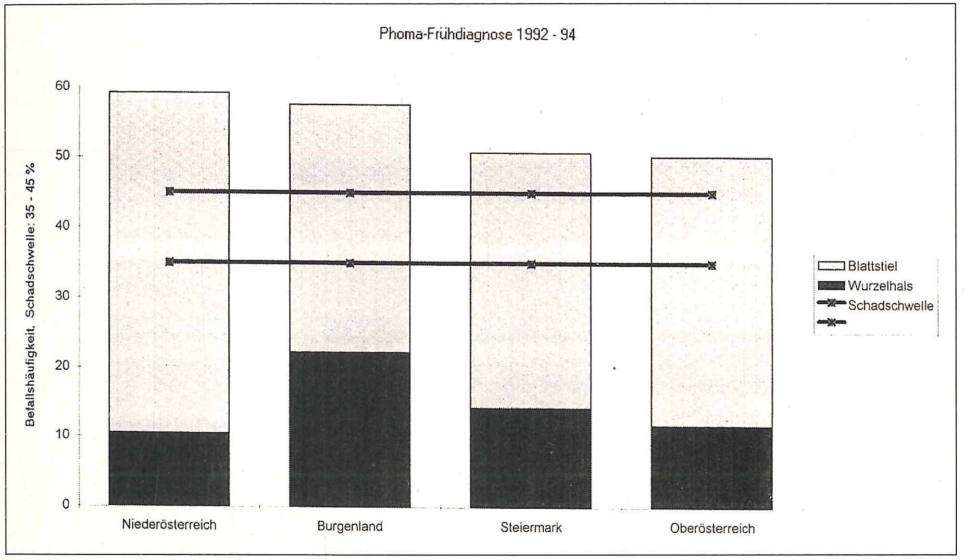
Graphik 2: Ertragssicherung bei den drei potentiellen Bekämpfungsterminen bzw. Entwicklungsstadien.

Graphic 2: Yield securitiy at three potential dates of chemical control and development stage.



Graphik 3: Schwellenwert (Bandbreite 35–45% Befallshäufigkeit) für eine ökonomische Bekämpfungsentscheidung.

Graphic 3: Threshold (range 35–45% frequency of attack) for economical chemical control.



Graphik 4: Mehrjährige mittlere Befallsausmaße (Befallshäufigkeit in %) der im Warndienstprojekt untersuchten Rapspflanzenproben aus verschiedenen Anbauregionen (der Schwellenwert wurde durchwegs erreicht bzw. überschritten).

Graphic 4: Medium attack levels over several years (frequency of attack in %) of rape samples from different Austrian rape production regions examined in the course of the warning service project (in every case the threshold was reached or exceeded).

3. Literaturauswahl

AHLERS, D. (1988): Insekten oder Pilze? Wer war der primäre Schädling in Raps? *RAPS,* 6, 194–195.

BROSCHEWITZ, B., STEINBACH, P. und GOLTERMANN, S. (1993): Einfluß stengelbewohnender tierischer Schaderreger auf den Befall von Winterraps mit *Phoma lingam* und *Botrytis cinerea. Gesunde Pflanzen,* 45(3), 106–110.

CMI (1972), Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England: *Leptosphaeria maculans, Set 34,* Nr. 331.

DEUKER, B., HOPPE, H.-H. (1990): Phoma: Sanfte und aggressive Formen schädigen den Raps, *Pflanzenschutz-Praxis,* 3, 40–43.

GARBE, V. (1993): Effects of fungicide treatment in different varieties of winter rape. *OILB,* 116–123.

KÖPPL, H. und SCHMIDT, H. (1993): Erprobung eines Sclerotinia-Warndienstes – Erfahrungen in Oberösterreich, 1992. *RAPS,* 11(2), 66–69.

KRÜGER, W. (1983): Raps-Krankheiten und Schädlinge, semundo, Broschüre.

HOFFMANN, G. M. und SCHMUTTERER, H. (1983): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, *Verlag Eugen Ulmer.*

HOLTSCHULTE, B. (1992): Untersuchungen zur Biologie und Bedeutung von *Verticillium dahliae* Kleb. und *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces et de Not (Anamorph: *Phoma lingam* Tode ex Fr.) innerhalb des Erregerkomplexes der krankhaften Abreife von Raps. *Georg-August-Universität Göttingen (Deutschland). Fachbereich Agrarwissenschaften,* 123 Seiten.

PAUL, V. H. (1988): Krankheiten und Schädlinge des Rapses, *Verlag Th. Mann.*

PAUL, V. H. (1990): Krankheiten und Schädlinge des Rapses, Rhone-Poulenc, *Verlag Th. Mann.*

PAUL, V. H. und GÜNZELMANN, A. (1989): Fußkrankheiten und Fruchtfolgekrankheiten – ein Problem für den Anbau von Raps, *RAPS,* 7, 24–27

PAUL, V. H. und BEINECKE, M. (1993): Reaction of cultivars and effect of fungicides on winter oilseed rape diseases in 1990–1991. First results from Germany, site Soest-Westphalia in 1990–1991. *OILB,* 124–135.

SCHRAMM, H. und HOFFMANN, G. M. (1987): Infektionszeit und Befallsentwicklung der Phoma-Wurzelhals- und -Stengelfäule (*Phoma lingam,* Perf. Stadium *Leptosphaeria maculans* [Desm.] Des. et de Not.) an Winterraps. Auswirkungen von Fungizidbehandlungen. *Gesunde Pflanze,* 39, 8, 338–344.

SCHRAMM, H. und HOFFMANN, G. M. (1988): Zur Bedeutung des Herbstbefalles an Winterraps durch *Phoma lingam* für die Ertragsbildung. *RAPS,* 6, 186–188.

SCHÜTTE, F. (1983): Ölfrüchte. In: Heinze, K.: Leitfaden der Schädlingsbekämpfung, Band III, Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau, *Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft,* 4. Auflage.

STECK, U. (1988): Untersuchungen zur Befallsverteilung von *Phoma lingam* in Bayern, *RAPS,* 6, 190–193.

STECK, U. (1989): Gegen Phoma in Raps – ein Schlag ins Blaue?, *Pflanzenschutz-Praxis,* 41–43.

STEINBACH, P., DAEBELER, F., AMELUNG, D. und SCHULZ, R.-R. (1994): Bewährtes Boniturschema für die Wurzelhals- und Stengelfäule an Winterraps. *RAPS,* 12, 4, 182–183.

ZEDERBAUER, R. (1991): Phoma-Wurzelhals- und -Stengelfäule auch in Österreich. *Der Pflanzenarzt,* 44, 11–13.

ZEDERBAUER, R. (1994): Phoma-Warndienst und -Bekämpfung in Raps unter Berücksichtigung der Schwellenwerte im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes. *Tagungsbericht Pflanzenschutztage 1994,* 14.

ZWATZ, B. (1991): Phoma-Stengelfäule in Österreich: unerwartet hoch. *RAPS,* 9, 163.

ZWATZ, B., WODICKA, B. und ZEDERBAUER, R. (1992): Rapskrankheiten in Österreich: Beschreibung und Bewertung. *Pflanzenschutz,* 3, 12–13.

ZWATZ, B. (1993): Krankheiten an Raps. In: Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Eiweiß- und Ölpflanzenbau. *Verlag Jugend und Volk,* 2. Auflage, 76–88.

ZWATZ, B.(1993): Phoma-Krankheit in Raps hat Schwellenwert weit überschritten. *Österr. Bauernbündler,* 49, 16.

ZWATZ, B., ZEDERBAUER, R. und KÖPPL, H. (1993): Frühdiagnose von Phoma in Raps. *Oberösterr. Kammerzeitschrift,* Flugblatt.

ZWATZ, B. (1993): Erfahrungen mit dem Phoma-Prognose-Modell. *RAPS,* 11, 173–175.

ZWATZ, B. und ZEDERBAUER, R. (1994): Phoma-Warndienst. *Österr. Bauernbündler,* 50, 15, 19.

ZWATZ, B. und ZEDERBAUER, R. (1995): Phoma-Kontrolle in Raps nach Gefahrenabschätzung und neuem Schwellenwert (Hygienewirkung durch Phoma-Bekämpfung), *Der Pflanzenarzt,* 48, 13–15.

(Manuskript eingelangt am 14. Oktober 1996)

49. Internationales Symposium über Pflanzenschutz

Am 6. Mai 1997 findet in der Landwirtschaftlichen Fakultät der Staatlichen Universität, Coupure links 653, B-9000 Gent, das 49. Internationale Symposium über Pflanzenschutz statt. Die Vorträge werden in den „Med. Fac. Landbouww. en Toegepaste Biologische Wetenschapen, Universiteit Gent" veröffentlicht.

Die Zusammenfassungen werden den Teilnehmern in Englisch zur Verfügung gestellt.

Ein allfälliger Briefwechsel bezüglich dieses Symposiums ist an das Sekretariat an Dr. ir. L. TIRRY, Landwirtschaftliche Fakultät, Coupure links 653, B-9000 Gent, zu richten.

Pflanzenschutzberichte
Band 56, Heft 2, 1996

Bericht über den Witterungsverlauf und bemerkenswertes Schadauftreten an Kulturpflanzen in Österreich im Jahr 1995

Report on meteorological conditions and remarkable occurrences of pests and diseases of cultivated plants in Austria in the year 1995

JOSEF STANGELBERGER
Institut für Phytomedizin am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht bringt eine Übersicht über den Witterungsverlauf und bemerkenswertes Auftreten wichtiger Krankheiten und Schädlinge an den Kulturpflanzen in Österreich. Er stützt sich auf die Mitteilungen der Berichterstatter, der Beratungsinstitutionen, der Fachpresse sowie auf die von Angehörigen des Bundesamtes und Forschungszentrums für Landwirtschaft durchgeführten Untersuchungen und Beobachtungen. Der Absicht entsprechend, nur einen Gesamtüberblick zu bieten, erhebt die Darstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wurden nur verläßlich erscheinende Angaben von wirtschaftlicher bzw. phytopathologischer Bedeutung berücksichtigt. Arealkundliche Schlußfolgerungen sollten nicht oder nur mit Vorbehalten aus dieser Veröffentlichung abgeleitet werden, da taxonomische Verifikationen lediglich in Einzelfällen erfolgen konnten und der überwiegende Teil der genannten Schadfaktoren aufgrund des „im Gebiet bekannten Auftretens markanter Schadbilder bzw. Exemplare" aufgelistet wurde.

Stichwörter: Witterungsverlauf; Schadauftreten 1995; Österreich.

Summary

This report gives a detailed account of meteorological conditions and remarkable occurrences of pests and diseases of cultivated plants in Austria. The data for this survey were received from correspondents, extension service organisations, agricultural publications and the personell of the Austrian Federal Office and Research Centre of Agriculture. They relate to the vegetation period and have no claim to completeness. Only reliable information of economic or phytopathological importance is taken into consideration to compile this review. The determination of single species was conducted only in special cases, so that no biogeografic results should be deduced from this data.

Key words: Meteorological conditions; pests and diseases 1995; Austria.

1. Allgemeines

Im Berichtsjahr 1995 waren, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, im gesamten Bundesgebiet 107 Berichterstatter ehrenamtlich tätig. Diese Zahl weicht deshalb von der Gesamtzahl der Berichterstattungen (170) ab, da in der Zeit von März bis Oktober etliche Beobachter für mehrere Fachgebiete zuständig sind und auch die entsprechenden Meldungen übermittelten. Jährlich werden ca. 15.000 Einzeldaten aus den Berichten EDV-unterstützt bearbeitet. Die Daten des umfangreichen Berichtmaterials werden, wie zahlreiche Anfragen aus dem In- und

Ausland beweisen, vor allem für praktische Arbeiten, den Beratungsdienst und die Auffindung von Versuchsstellen (z. B. für die amtliche Pflanzenschutzmittelprüfung) sowie wissenschaftliche Studien genützt. Die wissenschaftlich korrekte Determination einzelner Spezies des betreffenden Schaderregers war nur in Einzelfällen, etwa in Verbindung mit Forschungsprogrammen, möglich. In der Regel bezieht sich die Namensnennung auf bekanntes Vorkommen, und es wurde ergänzend zu etwaigen lokalen, deutschen Bezeichnungen die wissenschaftliche Nomenklatur gewählt.

Die Basisinformation lieferten (ohne eine Gegenleistung seitens des Bundesamtes als Entschädigung zu erhalten) Landwirte, Gartenbautreibende, Lehrkräfte an landwirtschaftlichen Schulen, Anbauberater der Zuckerfabriken, die Wiener Magistratsabteilung 42 (Stadtgartenamt) und die Landes-Landwirtschaftskammern, deren Pflanzenschutz-Referenten in dankenswerter Weise die Einzelberichte auf ihre Richtigkeit prüften und häufig durch Berichte aus der Sicht der Landes-Landwirtschaftskammer bzw. der zuständigen Magistratsabteilung ergänzten, ferner die Berichte anläßlich der Richtlinienkonferenz und der Fachveranstaltungen. Gemeinsam mit den Fachreferenten des Bundesamtes und Forschungszentrums für Landwirtschaft wurden schließlich die Meldungen nochmals überarbeitet.

Tabelle: **Anzahl und Verteilung der Berichte im Jahr 1995**

Kulturart	Berichte aus den Bundesländern									
	Wien	Nö	Oö	Sb	Ti	Bg	St	Kt	Vb	gesamt
Feldbau, Anbauberater der Zuckerfabriken	1 –	8 3	8 1	2 –	1 –	11 2	16 –	2 –	2	51 6
Gemüsebau, Garten- und Zierpflanzenbau	1 4	1 3	4 3	2 4	2 1	1 2	3 3	1 2	1 2	16 24
Obstbau	4*)	4	4	5	7	10	7	8	3	52
Weinbau	2	5	–	–	–	10	4	–		21
Summe	12	24	20	13	11	36	33	13	8	170

*) In Wien ist die Anzahl der Obstbau-Berichterstatter um die Anzahl der Beobachter (ca. 30) der Magistratsabteilung 42 zu erhöhen.

Die Tabelle weist – nach Bundesländern und Kulturarten geordnet – die derzeitige Anzahl der Berichte aus. Die Auflistung zeigt, daß die Aussage trotz relativ vieler Einzeldaten, bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche des gesamten Bundesgebiets, nicht voll zufriedenstellend sein kann. Zwar wird bereits seit Jahren die Ausweitung auf ein flächendeckendes Netz von Beobachtern, das in Verteilung und Anzahl der Berichterstatter der landwirtschaftlichen Bodennutzung und dem Kulturartenverhältnis entsprechen sollte, angestrebt; es konnte allerdings bisher nicht zufriedenstellend ausgedehnt werden, sodaß das Problem der Signifikanz der Meldungen weiterhin besteht.

Anbau – Vergleich 1994/1995

	1994	1995
	Fläche in Hektar	
Ackerland, insgesamt	**1,401.693**	**1,403.190**
Weizen, insgesamt	240.961	255.910
Roggen	77.021	76.826
Wintermenggetreide (inkl. Triticale)	9.028	22.603
Brotgetreide, insgesamt	**327.010**	**355.339**
Wintergerste	105.733	105.311
Sommergerste	147.013	123.788
Sommermenggetreide	12.825	9.102
Hafer	49.357	40.778
Sonstiges Getreide (Sorghum, Hirse, Buchweizen etc.)	1.325	1.465
Körnermais (inkl. Corn-cob-mix)	179.465	173.352
Silo- und Grünmais	93.874	90.682
Futtergetreide, insgesamt	**589.592**	**544.478**
Getreide, insgesamt	**822.728**	**809.135**
Körnererbsen	38.839	19.133
Ackerbohnen	10.081	6.886
Andere Hülsenfrüchte	–	404
Körnerleguminosen, insgesamt	**48.920**	**26.423**
Raps	71.402	89.246
Sonnenblumen	39.294	28.550
Sojabohnen	46.632	13.669
Sonstige Ölfrüchte	8.752	12.939
Ölfrüchte, insgesamt	**166.080**	**144.404**
Frühe und mittelfrühe Speisekartoffeln	11.017	11.561
Spätkartoffeln	18.721	15.475
Zuckerrüben (ohne Saatgutproduktion)	52.019	51.643
Futterrüben und sonstige Futterhackfrüchte	2.241	1.759
Gemüse (inkl. Blumen und Zierpflanzen)	9.562	11.008
Feldgemüse	8.964	12.455
Weinbau (Weingartenerhebung 1992: 56.980)		55.680
Obstbau		19.061
Erdbeeren	1.384	1.505
Sonstige Handelsgewächse (Faserlein, Hanf etc.)	2.105	3.248
Rotklee und sonstige Kleearten	22.071	13.709
Luzerne	11.624	10.455
Kleegras	33.983	41.932
Sonstiger Feldfutterbau	4.710	4.928
Ackerwiesen, -weiden (Wechselgrünland, Egart)	32.820	40.586
Sämereien und Pflanzgut	955	872
Brachflächen	66.879	123.866

(Quelle: ÖSTAT, Anbau auf dem Ackerland: Schnellberichte; Agrarstrukturerhebung)

2. Die Witterung in Österreich im Jahr 1995

Die Witterungsübersicht wurde den Aussendungen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, sowie der Publikation: „Monatsberichte über die österreichische Landwirtschaft", herausgegeben vom Bundesamt für Agrarwirtschaft, Wien, entnommen und durch die Mitteilungen der Berichterstatter, Meldungen der Fachpresse und eigene Beobachtungen ergänzt.

Der **Jänner** wies unterschiedliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auf. Er war im Westen niederschlagsreich und normal temperiert oder etwas zu kühl, im Osten und Süden dagegen zu mild. Das Monatsmittel der Lufttemperatur lag im Süden und Osten Österreichs um 0,5–2 °C über dem langjährigen Mittel. Im übrigen Bundesgebiet entsprach es hingegen dem Erwartungswert oder lag in inneralpinen Tal- und Beckenlagen sogar um 0,5–1,5 °C darunter. Trotz der hohen Temperaturen in der letzten Dekade war der Jänner insgesamt verbreitet der kühlste seit 1987. Das Monatsmaximum der Temperatur trat meist am 26. 1. auf; der höchste Wert von 17,3 °C wurde in Tulln/Langenlebarn gemessen; das Monatsmaximum trat gestreut auf. Die Monatssummen des Niederschlages betrugen von Vorarlberg bis Oberösterreich meist 125–225% des Normalwertes; mit 234% war Reutte im Jänner der niederschlagsreichste Ort. Im Süden und Osten Österreichs wurden dagegen meist nur 40–100% des Mittels erreicht. Nur im Weinviertel und in Teilen des Burgenlandes blieb die maximale Schneehöhe unter 10 cm; dagegen meldete Unken (Salzburg) für Tallagen den Höchstwert von 103 cm.

Die schützende Schneedecke, welche im Jänner die Kulturen bis weit in die östlichen Niederungen herab geschützt hatte, verhinderte zusammen mit den eher milden Temperaturen Auswinterungsschäden. Die Böden waren kaum gefroren. Im Gartenbau begannen im Jänner die Vorbereitungen der Folientunnels für die Anpflanzung von Salat sowie der Anbau von Radieschen. Der schwere Sturm von 27. 1. verursachte in Vorarlberg, im Alpenvorland (vor allem nördlich des Alpenhauptkammes sowie im Osten Österreichs) und im Wiener Raum stellenweise erhebliche Schäden an Wäldern und Baumbeständen.

Der **Februar** war bei unterschiedlichen Niederschlagsverhältnissen außergewöhnlich mild. Im Schnitt um 2–5 °C zu warm, lag das Monatsmittel der Lufttemperatur in großen Teilen Österreichs um 3,5–5,5 °C über dem langjährigen Durchschnitt. In Tirol südlich des Inntales sowie im Süden Österreichs wurde ein „nur" um 1,5–3,5 °C zu warmer Februar verzeichnet, der damit einer der wärmsten seit Beginn meteorologischer Messungen war. Auffällig im Witterungsverlauf dieses Monats war das ungewöhnliche Vorherrschen von West- und Nordwestwetterlagen. Nur zu Monatsbeginn herrschte kurzfristig hochwinterliches Hochdruckwetter. Die Lufttemperatur lag an den meisten Meßstellen während des ganzen Februars über dem Erwartungswert. Das Monatsmaximum wurde meist am 7. oder 21. 2. gemessen, der höchste Wert von 18,6 °C wurde in Salzburg am 21. 2. ermittelt. Das Monatsminimum trat überwiegend am 1., strichweise auch am 28. 2. auf. „Kältepol" mit –16,9 °C war am 1. 2. St. Michael/Lungau. Die Monatssummen des Niederschlages lagen in großen Teilen Österreichs um den Normalwert. In Teilen Tirols, Salzburgs und im nördlichen Weinviertel lagen sie knapp darunter, im salzburgerisch-oberösterreichischen Alpenvorland sowie im Wald- und Mühlviertel knapp darüber. Markant war eine Zone relativ zu hohen Niederschlages im Südosten Österreichs, wo von Unterkärnten bis in das südliche Niederösterreich 125–225% des langjährigen Niederschlagsmittels gemessen wurden. Der milden Witterung entsprechend blieben zahlreiche Orte in den Niederungen schneefrei. An allen Tagen des Monats lag erst oberhalb 600–1.200 m Seehöhe Schnee.

Der extrem milde Februar, der den Schnee weithin bis auf über 1.000 m Höhe wegfraß, begünstigte einen vorwüchsigen Entwicklungsstand der Wintersaaten, ohne daß Auswinterungsschäden zu befürchten gewesen wären.

Der **März** wurde dann wiederum eher winterlich, ohne daß es aber auch in diesem Monat

zu Frostschäden an den Saaten gekommen wäre. Bei sehr unterschiedlichen Niederschlagsverhältnissen war dieser Monat normal bis leicht unternormal temperiert. Das Monatsmittel der Lufttemperatur lag in großen Teilen Österreichs um den Normalwert, strichweise vom Bodensee bis zum Neusiedler See aber auch bis zu 1,5 °C darunter. Nachdem bis zum 13. 3. der Temperaturverlauf nahe beim langjährigen Durchschnitt gelegen war, gab es zur Monatsmitte eine erste markante Kältephase, vor allem im Osten Österreichs. In der 2. Monatshälfte wechselten einander Kälte- und Wärmeperioden in rascher Folge ab. Das Monatsmaximum der Temperatur trat meist am 24. oder 25. 3. auf. Der absolut höchste Wert von 20,5 °C wurde in Lienz gemessen. Das Monatsminimum trat gestreut auf, häufig am 8. 3., 17. 3. Die Monatssummen des Niederschlages lagen in großen Teilen Österreichs über dem langjährigen Durchschnitt. Im Südwesten Österreichs, in Osttirol, Oberkärnten und im Lungau, war es zu trocken. Im äußersten Norden, Osten und Südosten hingegen zu feucht. Die größten relativen Niederschlagsmengen von mehr als 175% des Erwartungswertes wurden im Außerfern, in Oberösterreich sowie in Unterkärnten, der südlichen Steiermark und im äußersten Osten Österreichs ermittelt. Die Kaltlufteinbrüche brachten auch in tiefen Lagen häufig wenigstens einen Tag mit Schneedecke; in manchen Alpentälern lag ab etwa 1.000 m Seehöhe an allen Tagen Schnee.

Damit war der März heuer vielerorts der „winterlichste" Monat. Dieser spätwinterliche Wettercharakter setzte sich dann im April bis Ostern fort. Üppig entwickelte Wintersaaten zeigten im März vielfach Vergilbungserscheinungen, Ausdruck beginnenden Stickstoffmangels sowie übermäßige Bodenfeuchte. Im März verzögerten tiefe Temperaturen sowie teilweise ergiebige, häufig als Schnee fallende Niederschläge die Entwicklung der Wintersaaten sowie den Frühjahrsanbau.

Der **April** war mild und im Nordalpenbereich zu feucht, im Süden jedoch zu trocken. Die Temperaturen waren zwar (mit Ausnahme des österlichen Kaltlufteinbruches) der Jahreszeit entsprechend deutlich milder; zeitweise sogar sommerlich; infolgedessen konnten die Wintersaaten ihren Entwicklungsrückstand nachholen und zeigten bei überwiegend reichlichen Niederschlägen einen zufriedenstellenden Wuchs. Südlich des Alpenhauptkammes war der April zu trocken, im restlichen Bundesgebiet aber ein ausreichend bis übermäßig beregneter Frühlingsmonat. Das Monatsmittel der Lufttemperatur schwankte nur in einer schmalen Zone, die sich von den Loferer Steinbergen im Westen, über die nördlichen Kalkalpen bis zum Wechselgebiet und dem nördlichen Burgenland im Osten erstreckte, um den Normalwert; sonst war es allgemein zu warm. Die größten positiven Abweichungen mit etwa +2 °C wurden in den südlichen Landesteilen von Osttirol, Kärnten, der Steiermark und des Burgenlandes gemessen. Im Monatsverlauf fällt allerdings der wesentlich zu kalte Witterungsabschnitt vom 8. bis 17. 4. auf, während dem eine Nordwest- bis Nordströmung kühle und teilweise feuchte Luftmassen heranführte. Der Monatshöchstwert wurde überwiegend am 22. oder 23. 4. gemessen (Kremsmünster 27,7 °C am 23. 4.); der Monatstiefstwert trat gestreut auf.

Die relative Niederschlagsverteilung zeigte ein ähnliches Bild wie die Temperaturabweichungen. Im Süden fielen weniger als 75% der Durchschnittsmenge; die niederschlagsreichsten Zonen gruppierten sich entlang der nördlichen Kalkalpen, mit einem Maximum im Salzkammergut (175–225%). Der Kaltlufteinbruch in der Karwoche führte nördlich und entlang des Alpenhauptkammes zu einer, allerdings meist nur kurzzeitigen, Schneedecke bis 500 m herab.

Im April war der Saatenstand der Winterungen im allgemeinen zufriedenstellend. Die periodisch aufgetretenen, jedoch meist wieder rasch abtauenden Schneelagen verursachten keine ins Gewicht fallenden Schäden. Dagegen traten in den flachen Ackerbaugebieten im Gefolge sehr hoher Niederschläge Schäden durch Überflutung und anhaltende Staunässe auf; auch die 1. Kopfdüngergabe wurde durch die extreme Bodenfeuchte erschwert bzw.

verzögert. Auf geneigten, für die Frühjahrssaat hergerichteten Flächen kam es z. T. zu erheblichen Erosionserscheinungen. Die Durchführung der Frühjahrssaaten war vielfach erschwert bzw. nur mit Verzug möglich; das naßkalte Wetter verzögerte zusätzlich den Aufgang der Saaten. Im Obstbau fielen im östlichen Bundesgebiet die Marillen- und Pfirsichblüte sowie ein Teil der Kirschen- und Kriecherlblüte in die vorösterliche Schnee- und Kälteperiode. Zwar kam es in den Obstbaulagen kaum zu Nachtfrösten, doch behinderte das extrem feuchte, kühle und windige Wetter den Bienenflug, sodaß mit sehr unzureichenden Befruchtungsergebnissen zu rechnen war. Zu Monatsende waren die Ertragserwartungen für Getreide überdurchschnittlich. Der Anbau der Hackfrüchte wurde trotz der ungünstigen Witterung bis Ende April abgeschlossen. Für die Entwicklung der landwirtschaftlichen Kulturen überwiegend war die Aprilwitterung günstig, wenngleich es insbesondere im östlichen Bundesgebiet teilweise etwas zu kühl war. Bei den Spezialkulturen setzte im Burgenland die Salat- und Radieschenernte aus Folientunnels um den 10. 4. voll ein; die Preise waren im Gefolge der EU-Konkurrenz gedämpft. Im Freiland setzte die inländische Salaternte im östlichen Bundesgebiet um Pfingsten voll ein. Aus dem Burgenland wurde Ende April ein Zusammenbruch der Frischgemüsepreise für Salat und Radieschen gemeldet. Zu Pfingsten wurden auch die ersten burgenländischen Erdbeeren erwartet; in diesem Bundesland ernten rd. 180 Produzenten etwa ein Zehntel der österreichischen Gesamterzeugung. Im Weinbau befanden sich die Reben im April infolge des kalten Wetters in einem Entwicklungsrückstand; erst gegen Monatsende setzte zögernd der Austrieb ein. Frostschäden wurden keine festgestellt. Die Futterflächen haben sich nach einer Wachstumsverzögerung im März und der 1. Aprilhälfte in tieferen Lagen üppig entwickelt.

Der **Mai** war allgemein normal temperiert oder etwas zu warm. Die Monatssummen des Niederschlages lagen in großen Teilen Österreichs um den Normalwert oder unter diesem. Das Monatsmittel der Lufttemperatur lag im Bodenseeraum, in Teilen Tirols, Salzburgs und in Oberkärnten ebenso um den Normalwert wie im Norden und Osten Österreichs. Dazwischen erstreckten sich Gebiete, die um 0,5–1,5 °C zu warm waren. Nach einigen kühlen Tagen zu Monatsbeginn lagen die Temperaturen vom 5.–9. 5. deutlich über dem Durchschnitt. Danach folgte eine längere, sehr kühle Periode mit dem Tiefpunkt um die Monatsmitte (den „Eismännern"). Im Verlaufe der letzten Dekade stiegen die Temperaturen kräftig und erreichten frühsommerliche Werte. Das Monatsmaximum fiel beinahe überall in diese Phase, häufig auf den 29. 5.; Bad Ischl (30,2 °C) und Salzburg (30,1 °C) meldeten an diesem Tag die höchsten Temperaturen des Monats. Das Monatsminimum trat gestreut auf. In klaren Nächten nach vorhergehender Kaltluftzufuhr trat auch in tiefen Lagen örtlich Frost auf (Wr. Neustadt am 16. 5.: –0,8 °C). Die Monatssummen des Niederschlages lagen in großen Teilen Österreichs um den langjährigen Durchschnitt oder unter demselben. Am trockensten mit weniger als 50% des Erwartungswertes war es in Teilen Niederösterreichs von St. Pölten über die Wachau bis Retz sowie im südlichen Burgenland. Nur örtlich im Mühl-, Wald- und Weinviertel sowie im Bodenseeraum wies der Mai etwas zu hohe Niederschlagssummen auf. Der Großteil der Niederschläge fiel einerseits in der kühlen Periode zwischen 10. und 15. 5., anderseits in einer Phase schwül-gewittrigen Wetters zum Monatsende.

Der Mai war heuer allgemein durch nahezu ideale Bedingungen für den Ackerbau gekennzeichnet; das gilt insbesondere auch für den dürregefährdeten pannonischen Raum. Die Getreidekulturen zeigten ein zufriedenstellendes bis sehr gutes Wachstum. Auch der Aufgang sämtlicher Hackfrüchte sowie auch der Öl- und Eiweißpflanzen war zufriedenstellend, ebenso deren weitere Entwicklung. Die Rapsbestände haben sich gut entwickelt und standen im östlichen Anbaugebiet Anfang Mai in voller Blüte. In der 1. Maihälfte setzte in Gunstlagen bereits der erste Siloschnitt ein. Die letzten Maissaaten erfolgten in der ersten Mai-Dekade. Die niederschlagsreiche, kühle Periode, die in einem Kälteeinbruch zu den „Eismännern" kulminierte, führte zu einem verzögerten Aufgang bzw. einem Entwicklungsrückstand bei den Hackfrüchten (Zuckerrübe, Mais, Sonnenblume, Frühkartoffeln).

Der **Juni** begann mit teilweise ergiebigen Niederschlägen und war ein überwiegend kühler und in weiten Landesteilen niederschlagsreicher Frühsommermonat. Am kühlsten im Vergleich zum langjährigen Mittel war es in Tirol, Vorarlberg, Salzburg und Westkärnten. Dort lagen die Monatsmittel der Lufttemperaturen um bis zu 2 °C unter dem Durchschnitt. Der letzte ähnlich kühle Juni war in Vorarlberg 1985, in Tirol 1989 gemessen worden. Statistisch gesehen treten hier derartig tiefe Junitemperaturen etwa 5–10 mal in 100 Jahren auf. In den übrigen Landesteilen bewegten sich die negativen Abweichungen zwischen 0,5 und 1,5 °C. Nur für den Nordosten und Südosten Österreichs und kleine Teile Salzburgs und Kärntens wurden annähernd normale Temperatur-Monatsmittel errechnet. Der Monatshöchstwert wurde meist am 20. oder 21. 6. gemessen; er lag an der Mehrzahl der Meßstellen unter 30 °C. Das Monatsminimum trat gestreut auf. Die relative Verteilung des Niederschlages zeigte zwei Maxima: In Westösterreich mit dem Schwerpunkt im Salzburger Raum (200% des Normalwertes) und im Osten mit dem Schwerpunkt Seewinkel (225% des Normalwertes). Da ein Großteil der Niederschläge bei Gewittern und Schauern fiel, traten selbst auf geringe Distanzen erhebliche Intensitätsunterschiede auf. So fielen am 5. 6. im Raum Apetlon-Edmundshof rund 100 l/m², in Podersdorf rund 30 l/m², in Neusiedl/See hingegen nur 20 l/m². Etwa durchschnittliche bzw. etwas überdurchschnittliche Niederschlagsmengen wurden in der Weststeiermark, im nördlichen Ober- und Niederösterreich und in Unterkärnten registriert.

Im Juni führte die überwiegend kühle Witterung mit teilweise extremen, gewitterartigen (doch glücklicherweise weitgehend hagelfreien) Niederschlägen zu Wachstumsverzögerungen, Verschlämmungen von Hackfruchtkulturen und Lagerungserscheinungen bei Getreide. Der Beginn der Getreideernte verzögerte sich. Im Futterbau wurde im Juni die Heuernte in höheren Lagen durch die feucht-kühle Witterung qualitativ beeinträchtigt. Im Gebirge kam es auch zu einer Aufwuchsverzögerung auf dem Grünland. In tieferen Lagen profitierte dagegen der Aufwuchs der bereits abgeernteten Futterflächen von der reichlichen Juni-Feuchtigkeit.

Trotz ergiebiger Juni-Niederschläge herrschte in einigen Gebieten Niederösterreichs, vor allem in der Region Hollabrunn–Retz–Haugsdorf, bereits wenige Zentimeter unter der Erdoberfläche eine extreme Trockenheit. Hinweise auf Trockenschäden waren daher auch im Juni zu finden. Kleinräumig wurden totale Dürreschäden bei Getreide (vor allem bei Wintergetreide) festgestellt. Betroffen von dieser Trockenheit waren rund 15.000 ha. Insgesamt zeigten im Juni die Feldkulturen im allgemeinen eine zufriedenstellende bis gute Entwicklung, abgesehen von Gebieten, wo es auch zu Schäden an Böden und Pflanzenbeständen durch extreme gewitterartige Niederschläge gekommen war. Der Blühverlauf beim Wein wurde im Juni durch das kühle, wechselhafte Wetter verzögert. Am 8. 6. begannen die Frühkartoffelrodungen im ost- und südostösterreichischen Anbaugebiet. Die Heuernte wurde in tieferen Lagen in der ersten Juni-Dekade bei ausgezeichneten Erträgen weitgehend abgeschlossen; die unbeständige Witterung erschwerte allerdings teilweise die Ernte, worunter die Qualität zu leiden hatte. Ende Juni wurde im pannonischen Raum mit dem Drusch der Wintergerste begonnen; im Lauf des Juli folgte dann die Ernte der übrigen Getreidearten, welche in den Gunstlagen weitgehend abgeschlossen wurde.

Der **Juli** war ein sehr warmer, in großen Teilen Österreichs (von lokalen Ausnahmen abgesehen) ein zu trockener Hochsommermonat. Das Monatsmittel der Lufttemperatur lag überwiegend um 2,5–3,5 °C über dem Normalwert. Abweichungen um 4 °C wurden im Unterinntal, im Salzach- und Ennstal und im Lungau ermittelt. Etwas kühler mit Abweichungen unter 2,5 °C war es in Osttirol, in Teilen Kärntens und der Steiermark. Im Monatsverlauf gab es keine Phasen mit verbreiteten und länger andauernden unterdurchschnittlichen Temperaturen. Der Höhepunkt der Hitze wurde fast überall am 22. 7. erreicht. Österreichweiter Maximalwert war 36,1 °C, gemessen in St. Pölten. Das Monatsminimum der Temperatur trat gestreut auf, im Westen und Süden häufig am 7. 7. Verglichen mit dem ebenfalls sehr warmen

Juli des Vorjahres war es heuer im Norden und Osten meist etwas kühler, im Westen und Süden strichweise aber auch etwas wärmer. Die Monatssummen des Niederschlages erreichten in weiten Teilen des Bundesgebietes nur 25–75% des Erwartungswertes, im nördlichen und mittleren Burgenland sogar nur 15–25%. Wie im Vormonat fielen die meisten Niederschläge in Form von Gewittern und Schauern. Besonders ergiebige Gewitter bewirkten strichweise annähernd normale Regenmengen. Übernormale Monatssummen (125–175%) wurden im Raume Innsbruck sowie im Grenzgebiet Kärnten–Steiermark vom Gurktal bis zum Murtal gemessen.

Der Mais, der im Juli seinen stärksten Wachstumsschub erfährt, litt unter der Trockenheit. Die Zuckerrübe mußte im pannonischen Raum bereits beregnet werden. Stellenweise führten starke Niederschläge zu Lagerung, doch verhinderte der trockene Juli nennenswerte Qualitätsminderungen. Die Winterraps-Ernte setzte Anfang Juli ein; es wurden überdurchschnittliche Erträge erwartet. Im Obstbau wurde heuer nach zwei schlechten Jahren endlich wieder eine Rekord-Marillenernte (fast +100% gegenüber 1994) erzielt. Die Witterungsbedingungen waren für Wachstum, Geschmack und Aussehen der Früchte hervorragend. Obwohl die weithin bekannteste Marillenregion Österreichs die Wachau ist, stehen im Raum Poysdorf im nördlichen Weinviertel inzwischen schon mehr Marillenbäume als im Donautal zwischen Melk und Krems. Während die Marillenvermarktung im allgemeinen problemlos vor sich ging, kam es bei Pfirsichen im südburgenländischen Hauptanbaugebiet durch gleichzeitige Importe aus Südeuropa zu Absatzstörungen und einem Preisverfall. Die Kirschenernte ist Mitte Juli mit Verzögerung angelaufen. Im Weinbau war die Entwicklung der Reben zufriedenstellend bis sehr gut.

Der **August** war bei unterschiedlichen Niederschlagsverhältnissen überwiegend normal temperiert. Die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse entsprachen in großen Teilen Österreichs dem langjährigen Durchschnitt. Lediglich im unteren Inntal, im Pongau, in kleinen Teilen der Steiermark und Kärntens sowie im Nordosten Österreichs war der Monat um bis zu 1 °C zu warm. In Tirol, Salzburg und Oberkärnten, im Bereich des Alpenhauptkammes, lagen die Temperaturen etwas unter dem Durchschnitt. Die 1. Monatshälfte brachte überwiegend warmes Hochsommerwetter. Zur Monatsmitte erfolgte ein erster markanter Einbruch kühlerer Luft, danach setzte sich aber noch einmal der Sommer durch, ehe ihn am 28. 8. ein Kaltlufteinbruch abrupt beendete. Das Monatsmaximum der Temperatur trat gestreut auf, häufig schon am 1. 8. Das Monatsminimum wurde allgemein in den letzten Tagen des Monats gemessen. Im Nordwesten und Norden war es markant zu regnerisch. Die Monatsmengen des Niederschlages erreichten nördlich des Alpenhauptkammes, im nördlichen Alpenvorland und nördlich der Donau vielfach 125–175% des Erwartungswertes. Um 200% der Normalmengen wurden in Warth in Vorarlberg sowie in Linz und Teilen des Mühlviertels gemessen. Etwas zu naß war der August auch im äußersten Südosten Österreichs. Hingegen meldeten einige Orte in Oberkärnten, im oberen Murtal und im südlichen Niederösterreich einen zu trockenen August mit weniger als 75% des Durchschnitts. Wenn auch einige Stationen in diesem Monat 24 Niederschlagstage meldeten, so fiel doch ein großer Teil des Niederschlages in den letzten 5 Augusttagen. Ende August gab es einen Kaltlufteinbruch mit Schneefällen bis unter 1.500 m. In den westlichen Hochalpen fielen z. T. 30–50 cm Neuschnee, wodurch die Almsaison abrupt beendet wurde.

Der August brachte ein Ende der großen Hitze sowie insbesondere in der 2. Monatshälfte auch im Norden und Osten häufigere Niederschläge. Anfang August wurde die Getreideernte im pannonischen Raum abgeschlossen; die Erträge lagen im östlichen Niederösterreich im Mittel bei 34 dt/ha. Im westlichen Niederösterreich sowie in Oberösterreich wurde die Ernte erst in der 2. Augusthälfte abgeschlossen und brachte wesentlich höhere Erträge. Gewaltige Dürreschäden wurden im Horner Becken verzeichnet und die schlechteste Getreideernte seit Jahrzehnten eingebracht. Bei Weizen und Gerste wurde hier nur ein Ertrag von 3.500 kg/ha statt 5.500 kg (im langjährigen Durchschnitt) erzielt; bei Raps mußte eine Ertragsminderung

um etwa 25% hingenommen werden. Im Grünland ist der 3. Schnitt praktisch ausgefallen. Insgesamt bedeutete dies einen Ertragsrückgang um rund 70%. Der Ackerbohnendrusch wurde Anfang bis Mitte August durchgeführt. Alle Erntevorgänge wurden ab der Augustmitte durch anhaltend feuchtes Wetter behindert. Besonders im Waldviertel hatten die Landwirte im Gebiet um Ottenschlag, Groß-Gerungs und Weitra gewaltige Ernteschäden im Ausmaß von über 25 Millionen Schilling zu verzeichnen: Infolge der 14 Tage lang anhaltenden Regenfälle mit 100 l Niederschlag pro m² wurden zwei Drittel der Roggen- und Mohnernte durch Auswuchsschäden unbrauchbar. Etwa 2.000 landwirtschaftliche Betriebe waren somit gezwungen, nicht nur das Saatgut für die nächste Vegetationsperiode, sondern auch den Großteil des Futtergetreides sowie das Stroh zu verkaufen. Bei den Mohnfeldern rund um Armschlag erlitten die Biobauern Ertragseinbußen von etwa S 30.000,– pro ha Schadensfläche. Manche Hackfruchtbestände wiesen eine starke Spätverunkrautung auf. Im Obstbau wurde heuer nach zwei schlechten Jahren (fast +100% gegenüber 1994) ein guter Ertrag erzielt. Die Witterungsbedingungen waren für Wachstum, Geschmack und Aussehen der Früchte hervorragend. Auch das Beerenobst erzielte durchwegs überdurchschnittliche bzw. höhere Ernten als 1994. Nach der Augustmitte setzte im Burgenland die Ernte der Frühtrauben ein. Im Futterbau wurde die Einbringung des 3. Schnittes vielfach durch die anhaltenden Niederschläge behindert. Die Silomaisernte setzte in Ostösterreich Ende August ein und war bis Mitte September, von Extremlagen abgesehen, weitgehend abgeschlossen. Der Rapsanbau wurde Ende August/Anfang September durchgeführt; mit der Saat des Wintergetreides zu diesem Termin begonnen.

Der **September** war bei sehr unterschiedlichen Niederschlagsverhältnissen relativ zu kühl und in Westösterreich zu trocken; im übrigen Bundesgebiet dagegen zu feucht mit Niederschlagsschwerpunkten im äußersten Norden und Osten. Das Monatsmittel der Lufttemperatur lag in großen Teilen Österreichs um 0,5–1,5 °C unter dem Normalwert. Von Vorarlberg bis Oberkärnten und im Burgenland war es strichweise mit Abweichungen bis unter –2 °C noch kühler. Annähernd normale Temperaturen wurden nur vereinzelt im Unterinntal sowie in der Steiermark und in Kärnten ermittelt. Nach einem sehr kühlen Monatsbeginn bewegten sich die Temperaturen wochenlang um den Normalwert, ehe in den allerletzten Monatstagen wieder ein markanter Kälteeinbruch erfolgte. Das Monatsmaximum der Temperatur trat gestreut auf. Mit 26,4 °C wurde am 7. 9. in Salzburg der höchste Wert des Monats gemessen. Nur wenige Orte verzeichneten noch einen sog. „Sommertag" (Tageshöchsttemperaturwert mindestens 25 °C). Das Monatsminimum wurde verbreitet am 29. und 30. 9. gemessen und lag vor allem im Westen und Süden häufig unter dem Gefrierpunkt. Die Monatsmengen des Niederschlages reichten von weniger als 75% des Erwartungswertes in Westösterreich bis über 400% östlich von Wien. Mehr als 175% des Normalwertes wurden auch im oberen Kärntner Drautal, in der Steiermark von Bruck/Mur bis Mariazell, in Oberösterreich vom Salzkammergut bis in das östliche Mühlviertel sowie in Wien und in großen Teilen Niederösterreichs und des Burgenlandes gemessen. Damit wurde dort auch das Niederschlagsdefizit des Sommers zumindest statistisch etwas ausgeglichen.

Die feuchte Septemberwitterung begünstigte – außer auf Standorten mit übermäßigen Niederschlägen und Staunässe – den Aufgang der Wintersaaten (Wintergerste, Roggen, Triticale). Bis Mitte September wurde auch der Winterrapsanbau abgeschlossen und gegen Monatsende vereinzelt mit dem Winterweizenanbau begonnen. Der Rapsaufgang wurde gebietsweise durch zu starke Niederschläge nach dem Anbau (Verschlämmung) und Schneckenfraß beeinträchtigt. Die Hackfrüchte entwickelten sich witterungsbedingt überwiegend zufriedenstellend. Die Körnermaisernte verzögerte sich. Ende September wurde mit der Ölkürbisernte begonnen. Auch die Kartoffelernte (späte Sorten) setzte im September ein. Die Silomaisernte wurde im September mit zufriedenstellenden Erträgen abgeschlossen. Die Dauerfutterflächen honorierten die ergiebigen Niederschläge im August und September und ermöglichten bis Ende Oktober eine ausgezeichnete Herbstweide. Im Obstbau verzögerte das

kühle und regnerische Wetter die Kernobsternte. Die Ernte der Herbstsorten setzte Anfang September ein, die der ersten Wintersorten Ende September. Ausfärbung und Qualität waren zufriedenstellend. Im Gemüsebau war die Ernte der Folienkulturen (vor allem Paradeiser und Paprika) im September im Auslaufen; der Absatz stieß oft auf Schwierigkeiten, häufig verfielen die Preise. Es wurde verstärkt Wurzelgemüse ebenfalls zu gedrückten Preisen angeliefert. Mit der Chinakohlernte wurde Ende September begonnen. Im Weinbau litt die Traubenqualität durch die anhaltenden, starken Regenfälle im September. Vielfach kam es zu einem verfrühten Fäulnisbefall; z. T. mußte die Lese der frühen Sorten vorverlegt werden. Die Fäulnis führte auch zu mengenmäßigen Ernterückgängen.

Der **Oktober** war sehr mild, für die Jahreszeit zu warm und sehr trocken. Das Monatsmittel der Lufttemperatur lag in ganz Österreich über dem Normalwert. Die geringsten Abweichungen (etwa +1 °C) wurden in Osttirol und dem angrenzenden Oberkärnten sowie im äußersten Osten und Südosten des Bundesgebietes ermittelt. Am wärmsten (etwa 4 °C über dem Durchschnitt) war es in alpinen Tallagen Tirols (Inntal unterhalb Innsbrucks) und Salzburgs (Pongau, Lungau). Sehr mild mit Abweichungen von ebenfalls bis zu +4 °C war der Oktober auch auf den Bergen. Nach einem kalten Monatsbeginn lagen die Temperaturen bis zum 20. 10. beinahe durchwegs über dem Normalwert. Hinter einer Kaltfront einfließende trocken-kalte Luft brachte – besonders durch kräftige nächtliche Abkühlung – in den Folgetagen regional zu kühle Temperaturen, ehe diese gegen Monatsende wieder allgemein über den langjährigen Vergleichszahlen zu liegen kamen. Die Monatsmaxima der Lufttemperatur traten gestreut auf; der absolut höchste Wert von 25,4 °C wurde am 10. 10. in Bad Aussee gemessen. Die Monatstiefstwerte fielen meist zwischen dem 22. und 27 10.; sie lagen an der Mehrzahl der Meßstellen unter dem Gefrierpunkt. Auf dem Sonnblick wurde mit einem Monatsmittel von 0,3 °C der bisher wärmste Oktober (–1 °C im Jahr 1967) um über 1 °C übertroffen. In Kärnten war der Oktober nahezu niederschlagsfrei, aber auch im restlichen Österreich sehr trocken. Die Monatssummen des Niederschlages erreichten im Bereich der nördlichen Kalkalpen und des Alpenvorlandes von Salzburg bis Niederösterreich sowie in Teilen des Mühl- und Waldviertels nur 25–75% des Erwartungswertes. Überall sonst wurden sogar weniger als 25% gemessen. In Kärnten und Osttirol meldeten einige Orte weniger als 0,5 mm. Ähnlich trocken war der Oktober im Süden und Osten zuletzt vor 30 Jahren gewesen; im Norden muß man bis 1951, im Westen bis 1943 zurückblättern, um ähnliche Verhältnisse zu finden. Am 1. 10. lag örtlich (Mariazell) bis unter 1.000 m eine Schneedecke. Im weiteren Verlauf des Oktobers meldeten nur noch Bergstationen zeitweise eine Schneedecke.

Im Oktober begünstigte das (im Gegensatz zum naßkalten Vormonat September) warme und trockene Herbstwetter die meisten noch bzw. wieder auf den Feldern stehenden Kulturen sowie insbesondere auch den Obst- und Weinbau. Im Weinbau profitierten gesunde Spätsorten vom ausgezeichneten, trockenen und sonnenreichen Oktoberwetter, sodaß die meisten Qualitäten befriedigten. Die Körnermaisernte verzögerte sich bis in den Oktober. Sie wurde im Laufe des Monats unter meist optimalen Witterungsbedingungen durchgeführt und abgeschlossen. Auch der Beginn der Zuckerrübenernte wurde besonders in Ostösterreich witterungsmäßig begünstigt; hier gelang es auch weitgehend, die Rodungen noch im Oktober abzuschließen. Der Anbau des Winterweizens und teilweise auch der Wintergerste erfolgte im Osten des Bundesgebietes Anfang Oktober, im Westen vielfach später, sodaß manche Saaten unter dem frühen Wintereinbruch litten. Bei Roggen und Ölfrüchten galt im Herbst der Saatenstand als sehr gut. Im Futterbau begünstigte die warme Oktober-Witterung nach dem feuchten September den Feldfutter-Nachbau sowie die Herbstweide, die erst gegen Ende des Monats eingestellt wurde.

Der **November** wies regional recht unterschiedliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auf. Nur im Süden normal temperiert waren die Temperaturen bis zu 3 °C zu kühl. Zu Novemberbeginn kam es zu einem massiven Wettersturz mit ergiebigen Schneefällen

bis in die Niederungen. Das Monatsmittel der Lufttemperatur lag in großen Teilen Österreichs unter dem Normalwert. Am kältesten war es im nördlichen Mühl- und Waldviertel sowie in den ober- und niederösterreichischen Kalkalpen und im Alpenvorland; hier war der heurige November um 2,5–3 °C zu kalt. Hingegen war er in Teilen West- und Südösterreichs normal temperiert, in Kärnten vom oberen Drautal bis zum Gurktal sogar etwas zu warm. Im Monatsverlauf traten nur in der 2. Dekade häufiger zu warme Tage auf; zuvor und danach dominierte kaltes Wetter. Dementsprechend fiel der Monatstiefstwert im Westen häufig auf den 6. 11., im übrigen Österreich zwischen den 21. und 23. 11. In St. Michael/Lungau wurden am 22. 11. sogar –19,4 °C gemessen. Der Monatshöchstwert trat gestreut auf; am wärmsten war es am 11. 11. in Feldkirch mit 20,7 °C. Man muß aber nur bis 1993 zurückblättern, um einen ähnlich kalten oder sogar noch kälteren November zu finden. Im Norden wurden zu hohe, dann südwärts stark abnehmende Niederschlagsmengen verzeichnet. Die Monatssummen des Niederschlages erreichten nördlich des Alpenhauptkammes normale bis erheblich übernormale Mengen. Im Mühl- und Waldviertel fielen örtlich etwa 200% des Erwartungswertes, nur im Raume St. Pölten–Wachau weniger als 75%. Südlich des Alpenhauptkammes und im Südosten Österreichs war es hingegen allgemein zu trocken. Große Teile Kärntens und Osttirols empfingen weniger als 25% der normalen Monatssummen. Ausgenommen in tiefen Lagen der Steiermark und Kärntens lag überall zumindest kurzfristig Schnee.

Die Bestellung des Winterweizens wurde gelegentlich durch den frühen Wintereinbruch im November behindert; in Oberösterreich fiel der Schwerpunkt der Zuckerrübenernte auf den November und drohte im Schlamm steckenzubleiben, als nach dem Wintereinbruch der Schnee auf den Feldern wieder zerging.

Der **Dezember** wies unterschiedliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auf. Im Norden und Osten etwas zu kühl, im Süden leicht übernormal, sonst normal temperiert, wurden sehr unterschiedliche Niederschlagsmengen mit dem Maximum im Südosten registriert. Das Monatsmittel der Lufttemperatur lag im Norden und Osten um 0,5–2 °C unter dem Normalwert, im übrigen Österreich um diesen herum. In Kärnten, im südlichen Salzburg und im Raume Innsbruck war es dagegen um bis zu 1,5 °C zu warm. Nachdem die ersten beiden Dekaden überwiegend leicht unternormal temperiert waren, setzte kurz vor Weihnachten starkes Tauwetter ein. Verbreitet wurden zwischen dem 22. und 24. 12. die Monatsmaxima der Temperatur gemessen. Am wärmsten war es am 24. 12. in Wien-Innere Stadt (13,4°C) und in Tulln-Langenlebarn (13,2 °C). Ab dem 27 12. leitete ein Temperatursturz eine hochwinterliche Kälteperiode ein: Das Monatsminimum der Temperatur trat dann fast durchwegs am 29. 12. ein; Zeltweg verzeichnete den absolut tiefsten Wert von –21,1 °C. Die Monatssummen des Niederschlages erreichten einerseits im Gebiet der nördlichen Kalkalpen von Salzburg bis Niederösterreich nur 50–75% des Erwartungswertes, anderseits von Unterkärnten über das Grazer Becken bis in das Wechselgebiet 250–350% desselben. Zu dieser sehr unterschiedlichen Niederschlagsverteilung führten eine 14tägige Trockenheit in der 1. Monatshälfte in Westösterreich sowie mehrmalige Tiefdruckentwicklungen über Oberitalien, die dem Süden und Osten Österreichs ergiebige Schneefälle brachten. Daher wurden in den Niederungen von Kärnten bis in das Burgenland durchwegs mehr als 20 Schneedeckentage gezählt, in Vorarlberg hingegen nur 10. Eine geschlossene Schneedecke – im Weinviertel nur zu Weihnachten unterbrochen – gewährte den insgesamt gut entwickelten Wintersaaten einen wirkungsvollen Frostschutz.

Entgegen der langjährigen Regel erlebte der Osten Österreichs 1995/96 einen „Bilderbuchwinter", von dem auch die Obstkulturen und der Weinbau profitierten. Die Winterruhe wurde nicht durch unzeitige Tauwetterphasen unterbrochen und damit die Gefahr von Frostschäden vermieden. Völlig anders sah dagegen die Situation im föhngeplagten Westen aus, wo die empfindlichen Dauerkulturen allerdings keine so große Rolle spielen wie im pannonischen Raum und am Alpenostrand.

3. Bemerkenswertes Schadauftreten

3.1 Auffällige Schadfaktoren, Besonderheiten

Im Berichtsjahr wurden insgesamt mehr als 330 Schadfaktoren (Krankheiten, Schädlinge, abiotische Schäden) gemeldet.

Bei enger Getreide-Fruchtfolge (NÖ) wurde starker Befall durch **Halmbruchkrankheit** *(Pseudocercosporella herpotrichoides)* festgestellt. Im Weizen wurde erstmalig starkes Auftreten von **Blattdürre** *(Septoria tritici)* in NÖ und OÖ beobachtet. **Braunrost** *(Puccinia secalis)* trat als Abreifekrankheit an Roggen in NÖ stark auf.

Die Schadsymptome der **Rhizomania** wurden im Zuckerrübenanbau wieder zunehmend verstärkt festgestellt.

Eine weitere Ausbreitung von **Feuerbrand** (*Erwinia amylovora* Burr.), vereinzelt in Vorarlberg (Gemeinde: Hörbranz) nachgewiesen, konnte vorläufig nicht beobachtet werden.

Die **Sharka-Krankheit** (Plum Pox-Virus) tritt in den österreichischen Steinobstanbaugebieten auf.

Die **Roßkastanien-Miniermotte** (*Cameraria ohridella* Desch. & Dim.) schädigte im gesamten Bundesgebiet, besonders in Ostösterreich, die Roßkastanienbestände.

Das Jahr 1995 wurde im Weinbau durch ein frühes Erstauftreten des **Echten Mehltaus** (*Uncinula necator,* anamorph *Oidium Tuckeri*) geprägt. Durch die warmen trockenen Witterungsbedingungen konnte sich ein massiver Befallsdruck aufbauen; in den Monaten Juli und August war ein epidemisches Auftreten von **Oidium** zu verzeichnen. Im Herbst wurde regional auch ein verstärkter Befallsdruck durch den **Grauschimmel** *(Botrytis cinerea)* festgestellt.

In Gärten und Gemüsekulturen machte sich – begünstigt durch den milden Winter und die ständige Feuchtigkeit – eine starke **Schneckenplage,** vor allem die rote Nacktschnecke *Arion rufus* und *A. lusitanicus*, Spanische Wegschnecke, bemerkbar.

Neben den **Maikäfer-Engerlingen** (Gattung: *Melolontha*) kam es auch noch zu Schäden durch die Larven anderer Blattkornkäferarten, insbesondere die des Gartenlaubkäfers (*Phyllopertha horticola* [L.] – nahezu österreichweit, außer im pannonischen Raum), des echten Junikäfers (= Brachkäfer – *Amphimallon solstitialis* [L.] – OÖ und NÖ, Waldviertel) sowie durch *Amphimallon majale* Raz. im Wienerwaldgebiet. Junikäfer und verwandte Arten verursachten haptsächlich Schäden auf Rasenflächen und in Hausgärten.

Die **Maikäfer** (*Melolontha melolontha* [L.]., und *M. hippocastani* [Fabr.] traten örtlich wieder in verstärktem Ausmaß auf. ***STARKES AUFTRETEN*** wurde 1995 aus den nachfolgend aufgelisteten Bundesländern (Verwaltungsbezirken) gemeldet:

Niederösterreich	(Waidhofen/Th.)
Burgenland	(Eisenstadt u. Umg., Güssing)
Kärnten	(Feldkirchen, Spittal/Dr., St. Veit/Gl.)
Oberösterreich	(Braunau, Gmunden, Perg, Rohrbach, Schärding, Mauthausen, Perg)
Steiermark	(Deutschlandsberg, Feldbach, Fürstenfeld, Graz u. Umg. Hartberg, Judenburg, Leibnitz, Leoben, Murau, Weiz)
Tirol	(Kufstein, Lienz)

Große Schäden verursachten **Wühlmäuse** *(Arvicola terrestris)* an Obstkulturen in NÖ, Bgld und St sowie an Grünland in NÖ, OÖ, Sb, St, Ti.

Bei der Unkrautbekämpfung gab es Probleme mit Spätverunkrautung in Zuckerrüben sowie mit der Nachwirkung von Sulfonyl-Harnstoff-Präparaten.

3.2 Auflistung der gemeldeten Schadfaktoren (in alphabetischer Reihenfolge der wissenschaftlichen Bezeichnung, mit Anmerkungen zum Auftreten in Österreich; Kulturen, Bundesländer)

3.2.1 Krankheiten

		Anmerkungen
Agrobacterium tumefaciens (S. et T.)Conn		
Wurzelkropf	Obstgehölze,	NÖ, St, Kt, Ti
Alternaria brassicae (Berk.) Sacc.		
Rapsschwärze	Raps	NÖ, OÖ
Alternaria solani Sor., *A. alternata*		
Dörrfleckenkrankheit	Kartoffel	NÖ, Kt
Botrytis cinerea Pers.		
Botrytis-Fäule	Weinbau	ges. Anbaugebiet
Grauschimmel	Erdbeere	ges. Anbaugebiet
	Zierpflanzen	ges. Bundesgebiet
	Sojabohne	NÖ, OÖ
	Gemüse	W, Bg, NÖ, OÖ
Geisterflecken	Tomate	Bg, NÖ, OÖ
Botrytis fabae Sard.		
Schokoladeflecke	Ackerbohne	OÖ, St
Bremia lactucae Regel		
Falscher Mehltau	Kopfsalat	ges. Bundesgebiet
Cercospora beticola Sacc.		
Blattfleckenkrankheit	Zuckerrüben	W, Bg, NÖ, OÖ, St, Kt
Clasterosporium carpophilum (Lev.) Aderh.		
Schrotschußkrankheit	Steinobst	ges. Bundesgebiet
Colletotrichum lindemuthianum (Sacc.et Magn.) Briosi et Cav.		
Brennfleckenkrankheit	Bohne	W, NÖ, OÖ, St
Corynebacterium michiganense (E.F.Smith) Jensen		
Bakterienwelke	Tomate	W, OÖ
Cronartium ribicola J. S. Fischer		
Säulchenrost	Schw. Johannisbeere,	ges. Bundesgebiet
Didymella lycopersici Kleb.		
Tomate-Stengelfäule	Tomate	OÖ, St, Sb
Drechslera teres (Sacc.) Shoem.		
Netzfleckenkrankheit	Gerste	OÖ, St, Kt, Sb
Drechslera tritici-repentis Did.		
Blattdürre	Weizen	NÖ, Bg
Erysiphaceae		
Echter Mehltau	Zierpflanzen	ges. Bundesgebiet
Erysiphe betae (Vanha) Weltzien		
Echter Rübenmehltau	Rüben	W, Bg, NÖ, OÖ, St
Erysiphe graminis DC.		
Getreidemehltau	Getreide	W, Bg, NÖ, OÖ, St, Kt

		Anmerkungen
Fusarium-Arten		
Halmbruchkrankheit	Getreide	W, Bg, NÖ, OÖ, St, Kt
Stengelfäule	Mais	OÖ, St
Fusarium-Fäule	Kartoffel	NÖ
Stengelgrundfäule	Nelke, Aster, Eustoma, Cyclame, Statice u. v. a.	ges. Bundesgebiet
Fusarium culmorum (W. G. Sm.) Sacc., *Fusarium graminearum* (Schw.)		zunehmend stärker,
Ährenfusariose	Getreide	an WW
Fusarium oxysporum Schlecht		
Gurkenwelke	Gurke	W, OÖ, Kt
Gerlachia nivalis (Ces. ex Sacc.) W. Gams, E. Müll.		
Schneeschimmel	Getreide	OÖ, Sb, Ti (ger. Auftr.)
Gymnosporangium sabinae (Dicks.) Wint.		
Birnengitterrost	Birne Wacholder (Zwischenwirt)	ges. Bundesgebiet
Helminthosporium turcicum Pass.		
Turcicum-Blattflecken	Mais	St
Heterosporium echinulatum		
Nelkenschwärze	Nelken	ges. Bundesgebiet
Marssonina juglandis (Lib.) Magn.		
Marssonina-Blattflecken	Walnuß	ges. Bundesgebiet
Marssonina rosae (Lib.) Died		
Sternrußtau	Rosen	ges. Bundesgebiet
Mastigosporium muticum (Sacc.) Gunnerb.		
Blattflecken	Knaulgras	ges. Bundesgebiet
Monilia-Arten		
Blütenfäule, Spitzendürre, Fruchtfäule	Stein- und Kernobst	ges. Bundesgebiet
Mycocentrospora acerina (Hart.) Deight.		
Blattdürre	Kümmel	NÖ
Blattflecken, Wurzelhals- u. Wurzelfäule	Viola	ges. Bundesgebiet
Mycoplasmen (Phytoplasmen)		
Apple proliferation mycoplasma (phytoplasme) Apfeltriebsucht	Apfel	NÖ, St
Oidium tuckeri Berk.		
Oidium	Weinreben	W, Bg, NÖ
Peronospora brassicae Gäum.		
Falscher Mehltau	Kohlgewächse	ges. Bundesgebiet
Phoma betae (Oud.) Frank		
Wurzelbrand	Rüben	Bg, NÖ, St
Phoma lingam (Tode) Desm.		
Phoma-Wurzelhals- u. Stengelfäule	Raps	ges. Anbaugebiet
Auswinterungsschäden	Raps	NÖ, OÖ
Blattflecken	Chinakohl	NÖ, OÖ, St

		Anmerkungen
Phomopsis sclerotioides van Kest.		
Schwarze Wurzelfäule	Gurke	W, OÖ
Phragmidium mucronatum (Pers.) Schlecht.		
Rosenrost	Rosen	ges. Bundesgebiet
Phytophthora cactorum (Leber et Cohn) Schroeter		
Phytophthora-Fäule	Erdbeere, Apfel	Bg, NÖ, St
Phytophthora fragariae Hickmann		
Rote Wurzelfäule	Erdbeere	Bg, St
Phytophthora infestans (Mont.) de Bary		
Knollenfäule,	Kartoffel	NÖ, OÖ, St, Ti, Kt, Sb
Krautfäule	Tomate	NÖ, Bg
Phytophthora sp.		
Wurzelfäulen	Zierpflanzen	ges. Bundesgebiet
Plasmodiophora brassicae Wor.		
Kohlhernie	Kohlarten	NÖ, Sb, Vb
Plasmopara viticola (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni		
Falscher Mehltau	Weinreben	W, Bg, NÖ
Podosphaera leucotricha (Ell. et Ev.) Salm.		
Apfelmehltau	Apfel	ges. Bundesgebiet
Pseudocercosporella herpotrichoides (Fron.) Deight.		
Halmbruchkrankheit	Getreide	NÖ
Pseudomonas marginalis (Brow.) Stapp		
Bakterienfäule	Salat	W, OÖ
Pseudomonas syringae		
Blattflecke, Blattwelke, Blattdürre	Sojabohne, Mais, Weizen, Durum	NÖ, OÖ, St
Pseudomonas syringae pv. savastanoi		
Oleanderkrebs	Oleander	ges. Bundesgebiet
Pseudomonas syringae pv. tomato (Okobe) Young et al.		
Tüpfelschwärze	Tomate	Bg
Pseudoperonospora cubensis (Berk. et Curt.) Rost.		
Falscher Mehltau	Gurken	W, Bg, NÖ, OÖ, St
Pseudopeziza tracheiphila Müller-Th.		
Roter Brenner	Weinreben	W, Bg, NÖ, St
Puccinia arenariae		
Bartnelkenrost	Bartnelken	ges. Bundesgebiet
Puccinia coronata Corda		
Kronenrost	Hafer	NÖ, St, Kt
Puccinia graminis Pers.		
Schwarzrost	Getreide	Kt, Ti
Puccinia hordei Otth.		
Zwergrost	Gerste	ges. Bundesgebiet
Puccinia malvacearum Bert. ex Mont.		
Malvenrost	Malve	

		Anmerkungen
Puccinia pelargonii-zonale Pelargonienrost	Pelargonien	ges. Bundesgebiet
Puccinia secalis	Roggen	NÖ
Puccinia triticina Erikss. Braunrost	Weizen	Bg, NÖ, OÖ, St
Puccinia dispersa (Erikss. et Henn.) Braunrost	Roggen	ges. Bundesgebiet
Pythium sp. Wurzelfäulen	Zierpflanzen	ges. Bundesgebiet
Rhizoctonia crocorum (Pers.) DC. Violetter Wurzeltöter	Karotten	NÖ
Sclerotinia minor Jagg. Salatfäule	Salat	ges. Bundesgebiet
Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary Rapskrebs Becherpilz	Raps Gemüse	NÖ, St Bg, NÖ, OÖ
Sclerotinia trifoliorum Erikss. Kleekrebs	Klee	OÖ, St
Septoria apiicola Speg. Blattflecken	Sellerie	Bg, NÖ, OÖ, Sb, Ti
Septoria lactucae Pass.	Salat	W, Bg, OÖ, St
Septoria (Stagonospora) nodorum Berk. Spelzenbräune	Getreide	NÖ, OÖ, St, Kt
Septoria tritici Rob. ex Desm. Sept. Blattdürre	Weizen	NÖ, OÖ
Sphaerotheca morsuvae (Schw.) Berk. et Curt. Stachelbeermehltau	Stachelbeere	ges. Bundesgebiet
Sphaerotheca pannosa Echter Rosenmehltau	Rosen	ges. Bundesgebiet
Taphrina deformans (Berk.) Tul. Kräuselkrankheit	Pfirsich	ges. Bundesgebiet
Taphrina pruni Tul. Narren- od. Taschenkrankheit	Zwetschke	ges. Bundesgebiet
Thielaviopsis basicola Wurzelbräune	Violen, Cyclamen	ges. Bundesgebiet
Tilletia controversa Kühn Zwergsteinbrand	Getreide	OÖ, Kt, St
Typhula incarnata Lasch. ex Fr. *Typhula ischikariensis* Typhula-Fäule	Getreide	OÖ, St, Kt, Sb
Uromyces appendiculatus (Pers.) Lk. Bohnenrost	Bohnen	NÖ, St
Uromyces fabae (Pers.) de Bary Ackerbohnenrost	Ackerbohnen	NÖ, OÖ, St

		Anmerkungen
Uromyces dianthi		
Nelkenrost	Nelken	ges. Bundesgebiet
Uromyces geranii		
Pelargonienrost	Pelargonien	W
Ustilago maydis (DC.) Corda		
Maisbeulenbrand	Mais	OÖ, St, Ti
Ustilago nuda (Jens.) Rostr.		
Flugbrand	Gerste	NÖ
Venturia inaequalis (Cooke) Wint.		
Schorf	Apfel	ges. Bundesgebiet
Verticillium albo-atrum Rke. et Bert.	Paprika,	bes. in Gewächshäusern
Welkekrankheit	Luzerne, Raps,	ges. Bundesgebiet
	Zierpflanzen	ges. Bundesgebiet
Virosen		
ArMV (Arabis Mosaic Virus)		
Reisigkrankheit	Weinreben, Zierpflanzen, Rhabarber, Hopfen	im gesamten Anbaugebiet vorkommend
ApClSV (Apple Chlorotic Leafspot Virus)		
Chlorotisches Blattfleckenvirus		im gesamten Anbaugebiet vorkommend
Pseudosharka	Obstgehölze	
ApMV (Apple Mosaic Virus)		im gesamten Anbaugebiet vorkommend
Apfelmosaik, Bandmosaik	Obstgehölze	
BWYV (Beet Western Yellow Vein Virus)		
Vergilbung	Rüben	W, Bg, NÖ, OÖ, St, Kt
BNYVV (Beet Necrotic Yellow Vein Virus)		
Rhizomania	Rüben, Spinat	W, Bg, NÖ, OÖ
BYDV (Barley Yellow Dwarf Virus)		im gesamten Anbaugebiet vorkommend
Gelbverzwergung	Getreide	
BYV (Beet Yellows Virus)		
Vergilbung	Rüben	W, Bg, NÖ, OÖ, St, Kt
CMV (Cucumber Mosaic Virus)		
Gurkenmosaik-Virus	Gemüse- und Zierpflanzen	im gesamten Anbaugebiet vorkommend
GFLV (Grapevine Fanleaf Virus)		im gesamten Anbaugebiet vorkommend
Reisigkrankheit	Weinreben	
GLRV (Grapevine Leafroll associated Closterovirus Typ I und III)		im gesamten Anbaugebiet vorkommend
Blattrollkrankheit	Weinreben	
PDV (Prune Dwarf Virus)		
Weidenblättrigkeit	Prunus-Arten	im gesamten Anbaugebiet vorkommend
chlorot. Kirschenringfleckenvirus		
PNRV (Prunus Necrotic Ringspot Virus)	Prunus-Arten,	im gesamten Anbaugebiet verbreitet
Nekrotisches Ringfleckenvirus	Hopfen	

		Anmerkungen
PPV (Plum Pox Virus) Sharka-Krankheit	Prunus-Arten	im gesamten Anbaugebiet verbreitet
PAMV (Potato Aucuba Mosaic Virus) Aucuba-Mosaik	Kartoffel	
PLRV (Potato Leafroll Virus) Blattrollvirus	Kartoffel	
PVA (Potato Virus A) Kartoffelvirus A, leichtes Mosaik (fallweise schweres Mosaik)	Kartoffel	
PVM (Potato Virus M) Kartoffelvirus M, Rollmosaik	Kartoffel	im gesamten Anbaugebiet verbreitet
PVS (latenter Befall)	Kartoffel	
PVX (Potato Virus X) Kartoffelvirus X, Zwischenmosaik	Kartoffel	
PVY (Potato Virus Y) Kartoffelvirus Y, Strichelkrankheit, schweres Mosaik (fallweise leichtes Mosaik), viröse Ringnekrose der Knolle	Kartoffel	
TMV (Turnip Mosaic Virus) Kohl-Schwarzringflecken	Gemüse- u. Zierpflanzen	durch Vermehrungsmaterial im ges. Anbaugebiet verbreitet
TRV (Tabacco Rattle Virus) Stengelbunt- u. Pfropfenkrankheit	Kartoffel	fakultativ, lokal in NÖ
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) Bronzefleckung	Gemüse- u. Zierpflanzen	durch Vermehrungsmaterial im ges. Anbaugebiet verbreitet
Xanthomonas phaseoli var. sojense (Hetg.) STARR. et BURKH. Pustelkrankheit	Sojabohne	W, Bg, NÖ, OÖ, St, Kt
Xanthomonas tabaci Wildfeuer	Sojabohne	W, Bg, NÖ, OÖ

3.2.2 Problemunkräuter

		Anmerkungen
Amaranthus retroflexus L. Zurückgekr. Fuchsschwanz	Mais	NÖ, St
Galeopsis tetrahit L. Hohlzahn	Getreide	NÖ, OÖ, St
Galium aparine L. Klettenlabkraut	Getreide	ges. Bundesgebiet
Helianthus annuus L. Sonnenblume	Zuckerrübe, Erbse	Bg, NÖ, OÖ
Polygonum convolvulus L. Windenknöterich	Getreide	NÖ, OÖ, St

Rumex sp. Ampferarten	Grünland	NÖ, OÖ, St, Sb, Ti

3.2.3 Schädlinge

		Anmerkungen
Acyrthosiphon pisum Harris Grüne Erbsenblattlaus	Erbsen	Bg, NÖ, St
Adoxophyes reticulana Hb. Fruchtschalenwickler	Kernobst	W, Bg, NÖ, St
Agriotes sp. Drahtwürmer	Feld-, Gemüse- u. Gartenbau	Bg, NÖ, OÖ, St, Ti NÖ, OÖ, Sb
Agromyzidae Minierfliegen	Obstbau, Zierpflanzenbau	ges. Bundesgebiet
Aleurodes proletella L. Weiße Fliege	Kohlgewächse	W, NÖ, OÖ, Sb, Ti
Amphimallon majale Raz. Junikäfer-Arten (Larven)		NÖ
Amphimallon solstitiale L. Junikäfer (Larven)	Grünland, Obstbau	zunehmend stärker im NÖ; OÖ, St, Sb, Ti, K
Anthonomus pyri Koll. Birnenknospenstecher	Birne	NÖ, St
Anthonomus pomorum L. Apfelblütenstecher	Apfel	ges. Bundesgebiet
Anthonomus rubi (Herbst) Erdbeerblütenstecher	Erdbeere	ges. Bundesgebiet
Aphididae Blattläuse	Feld-, Obst- u. Gartenbau, Zierpflanzenbau	ges. Bundesgebiet
Aphis fabae (Scop.) Schwarze Bohnenlaus	Rüben, Ackerbohne	NÖ, OÖ, St
Argyrestia thuiella Pack. Thujaminiermotte	Thuja	W, Bg, NÖ, OÖ
Arion rufus und *A. lusitanicus* Spanische Wegschnecke	Gemüse- u. Gartenbau, Zierpflanzen	W, NÖ, Bg, OÖ
Arvicola terrestris L. Wühlmaus	Feld-, Obst- u. Gartenbau, Grünland	ges. Bundesgebiet, zunehmend
Athalia rosae (L.) Rübsenblattwespe	Chinakohl, Raps	OÖ, St
Atomaria linearis (Steph.) Moosknopfkäfer	Zuckerrübe	OÖ, NÖ
Bemisia tabaci Genn. Baumwollweiße Fliege	Zierpflanzen	ges. Bundesgebiet (Gewächshaus)

		Anmerkungen
Bothynoderes punctiventris Germ. Derbrüßler	Zuckerrübe	NÖ
Bruchus pisorum L. Erbsenkäfer	Erbsen	NÖ
Bruchus rufimanus Boh. Ackerbohnenkäfer	Ackerbohne	OÖ, St
Byctiscus betulae (L.) Rebstecher	Weinreben	Bg, NÖ
Cameraria ohridella Desch. & Dim. Roßkastanien-Miniermotte	Roßkastanien	ges. Bundesgebiet
Calepitrimerus vitis Nal. u. a. Kräuselmilbe	Weinreben	W, Bg, NÖ, St
Cecidophyopsis ribis West. Johannisbeergallmilbe	Johannisbeere	ges. Bundesgebiet
Cephus pygmaeus (L.) Getreidehalmwespe	Getreide	St
Ceutorrhynchus assimilis Payk. Kohlschotenrüßler	Raps	Bg, NÖ, OÖ, St
Ceutorrhynchus napi Gyll. Rapsstengelrüßler	Raps	Bg, NÖ, OÖ, St
Ceutorrhynchus pleurostigma (Marsh.) Kohlgallenrüßler	Raps, Kohlgemüse	NÖ, OÖ, St
Ceutorrhynchus quadridens Panz. Kl. Kohltriebrüßler	Gemüse	Bg, NÖ, OÖ, St
Chaetocnema tibialis (Ill.) Rübenerdfloh	Zuckerrüben, Raps	W, Bg, NÖ, OÖ, St, Sb, Ti
Chlorops pumilionis Bjerk. Weizenhalmfliege	Getreide	OÖ
Cnephasia pasiuana Zell. Getreidewickler	Getreide	NÖ
Cnephasia virgaureana Schattenwickler	Salat	NÖ
Coccidae Schildläuse	Obst- und Ziergehölze, Weinreben	ges. Anbaugebiet
Contarinia nasturtii (Kieffer) Kohldreherzmücke	Kohlgewächse	NÖ, Kt
Cricetus cricetus L. Hamster	Zuckerrübe	NÖ
Cydia nigricana (Step.) Erbsenwickler	Erbsen	Bg, NÖ, St
Dasyneura tetensi Rübs. Johannisbeergallmücke	Johannisbeere	Bg, NÖ, OÖ, St, Sb, Ti

		Anmerkungen
Delia antiqua Meigen Zwiebelfliege	Zwiebel	NÖ, Sb, Ti
Delia radium L. Kohlfliege	Kohlgewächse	W, St, Sb, Ti
Epidiaspis betulae (Brspr.) Rote Austernschildlaus	Obstgehölze	W, St
Eriosoma lanigerum (Hausm.) Blutlaus	Obstgehölze	ges. Bundesgebiet
Eriophyes vitis Pgst. Pockenmilbe	Weinreben	Bg, NÖ
Eupoecilia ambiguella Hübn. Einbindiger Traubenwickler	Weinreben	W, Bg, NÖ, St
Frankliniella occidentalis Kalifornischer Blütenthrips	Zierpflanzen u. Gemüse	ges. Bundesgebiet (Glashaus)
Gastropoda Schnecken	Gemüse-, Feld-, Wein- u. Zierpflanzenbau	zunehmend, W, NÖ, OÖ, St
Grapholitha funebrana Tr. Pflaumenwickler	Obstgehölze	ges. Bundesgebiet
Gryllotalpa gryllotalpa (L.) Maulwurfsgrille	Gemüse- und Zierpflanzenbau	NÖ, OÖ, Sb
Hemitarsonemus latus Banks. Weichhautmilbe	Paprika, Auberginen	OÖ
Hoplocampa testudinea Klg. Apfelsägewespe	Apfel	W, Bg, NÖ, OÖ, St, Ti
Hyponomeuta cognatellus Hübn. Euonymusgespinstmotte	Pfaffenhütchen	NÖ, OÖ
Laspeyresia pomonella (L.) Apfelwickler	Apfel	ges. Bundesgebiet
Laspeyresia pyrivora (L.) Birnenwickler	Birne	ges. Bundesgebiet
Leptinotarsa decemlineata (Say.) Kartoffelkäfer	Kartoffel	zunehmend in NÖ; St, Ti
Leptohylemyia coarctata Fall. Brachfliege	Getreide	
Liriomyza huidobrensis (Blanch.) Minierfliegen	Gemüse u. Zierpflanzen	(Glashaus) ges. Bundesgebiet
Lobesia botrana Schiff. Bekreuzter Traubenwickler	Weinreben	ges. Anbaugebiet
Mamestra brassicae L. Kohleule	Kohlarten	OÖ, St, Ti
Mamestra oleracea Gemüseeule	Kohlarten	

		Anmerkungen
Melolontha melolontha L. Feldmaikäfer	Feld- u. Obstbau, Grünland	NÖ, OÖ, St, Sb, Ti, Vb
Meligethes aeneus Fabr. Rapsglanzkäfer	Raps	Bg, NÖ, OÖ, St
Microtus arvalis (Pall.) Feldmaus	Feld-, Gemüse-, Garten- u. Obstbau, Grünland	zunehmend im ges. Bundesgebiet
Miridae Weichwanzen	Zuckerrüben	NÖ, vereinzelt
Napomyza gymnostoma Loew. Lauchminierfliege	Schnittlauch, Porre	NÖ, Bg
Nematodes (phytopathogen) Nematoden, Älchen	Feld-, Gemüse-, Garten- u. Obstbau	NÖ, OÖ, St, Sb, Ti
Oscinella frit L. Fritfliege	Getreide, Mais	Bg, NÖ, St, Sb
Ostrinia nubilalis (Hübn.) Maiszünsler	Mais	Bg, NÖ, OÖ, St, Kt
Otiorrhynchus sulcatus F. Gefurchter Dickmaulrüßler	Zierpflanzen	(Baumschulen) ges. Bundesgebiet
Otiorrhynchus sp. Dickmaulrüßler u. a. A.	Weinreben, Raps, Rüben	NÖ NÖ, OÖ NÖ
Oulema lichenis (Voet), *O. melanopus* (L.) Getreidehähnchen	Getreide	W, Bg, NÖ, St
Panonychus ulmi Koch Rote Spinne	Obst- und Weinbau	W, Bg, NÖ, OÖ, Sb, Ti, St
Paravespula vulgaris (L.) Wespen	Weinreben	ges. Anbaugebiet
Pegomyia hyascyami (Panz.) Rübenfliege	Rüben	vereinzelt
Pemphigus bursarius (L.) Salatwurzellaus	Salat	OÖ
Pieris rapae L. Kleiner Kohlweißling	Kohlgewächse	ges. Bundesgebiet
Psylla piri L., *P. pirisuga* Foerst. Birnblattsauger	Kernobst	ges. Anbaugebiet
Quadraspidiotus perniciosus (Comst.) San José Schildlaus	Obstbau	im gesamten Bundesgebiet
Rhagoletis cerasi L. Kirschfliege	Kirsche	W, Bg, NÖ, Sb, Ti, Vb

		Anmerkungen
Sitona lineatus (L.) Blattrandkäfer	Erbse, Ackerbohne	NÖ, OÖ, St
Sparganothis pilleriana (Den. et Schiff. Müll.) Springwurmwickler	Weinreben	Bg, NÖ
Suillia univittata v. Roser Knoblauchfliege	Knoblauch	NÖ, OÖ, St
Synanthedon myopaeformis Bkh. Apfelbaumglasflügler	Apfel	Bg, NÖ, St
Tarsonemus fragariae (Zimm.) Erdbeermilbe	Erdbeere	St, Kt, Ti
Tetranychidae Spinnmilben	Feld-, Gemüse-, Wein-, Obst- und Gartenbau, Zierpflanzenbau	ges. Bundesgebiet
Thrips tabaci Lind. Zwiebeltrips	Zwiebel	NÖ
Trialeurodes vaporariorum (West.) Mottenschildlaus, Weiße Fliege	Gemüse- u. Zier- pflanzenbau	ges. Bundesgebiet
Zabrus tenebrioides Goeze Getreidelaufkäfer	Getreide	Bg, NÖ, OÖ
Zeuzera pyrina L. Blausieb	Kernobst	Bg, NÖ, OÖ, St

In der Rubrik „Anmerkungen" wurden die Bundesländer wie folgt abgekürzt: W = Wien, Bg = Burgenland, NÖ = Niederösterreich, OÖ = Oberösterreich, Sb = Salzburg, Kt = Kärnten, Ti = Tirol, Vb = Vorarlberg. Für „gesamt" steht häufig „ges.", fehlt die Zuordnung zu einem Bundesland oder eine nähere Erklärung, dann entstammt die Nennung einer Fachpublikation, der diesbezüglich kein lokaler Bezug zu entnehmen war.

(Manuskript eingelangt am 15. Oktober 1996)

Pflanzenschutzberichte
Band 56, Heft 2, 1996

Weiterführende Untersuchungen zur Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste-Mehltau (*Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *hordei*) in Österreich

Continuated analysis of virulence factors in the host-parasite system spring barley varieties and mildew (*Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *hordei*) in Austria

HARALD SCHALLY, REINHART ZEDERBAUER, BRUNO ZWATZ
Institut für Phytomedizin am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien

Zusammenfassung

Es wird über Methoden und Ergebnisse der Analyse von Virulenzfaktoren am Beispiel Wirt-Parasit-System Sommergerstesorte-Mehltau berichtet. Im Rahmen der Methodik zur Mehltausammlung wurde auf die Fangpflanzenmethode („Einsammlung befallener Blätter") zurückgegriffen. Der Schwerpunkt der Untersuchung bezog sich wegen der Bedeutung des Sommergersteanbaues auf Niederösterreich (Fuchsenbigl, Petzenkirchen und Rastenfeld). Eine Stichprobenentnahme erfolgte auch in Oberösterreich (Reichersberg) und Kärnten (St. Donat). Die für die Virulenzbestimmung erforderliche Analyse erfolgte mit Hilfe der Inokulation von Blattsegmenten eines Testsortiments. Diese wurden bei 18°C und 18stündiger Beleuchtung im Klimaschrank bebrütet. Als Bezugsgröße für die Dateninterpretation wurden Virulenzfrequenzen herangezogen, die den prozentuellen Anteil einer Virulenz innerhalb einer regionalen Population angeben. Sie ist als relative Maßzahl auf der Grundlage einer universell anfälligen Sorte anzusehen. Die Ergebnisse zeigen innerhalb des Untersuchungsraumes eine deutliche regionale Differenzierung; eine statistische Analyse konnte dies beweisen.

Das verwendete Differentialsortiment beinhaltete Linien mit wichtigen Resistenzgenen: Mla1, Mla3, Mla6, Mla7, Mla9, Mla12, Mla13, Ml(La), mlo und U2.

Eine **hohe Virulenzfrequenz (Werte über 50%)** zeigten die Resistenzgene: Mla6, Mla7 und Mla9.

Eine **geringe Virulenzfrequenz (Werte unter 35%)** zeigten die Resistenzgene Mla1, mlo und U2.

Als sehr **uneinheitlich in der Verteilung der Virulenzfrequenzen** erwiesen sich die Gene Mla3, Mla12, Mla13 und Ml(La).

Die in den einzelnen Regionen festgestellten Virulenzfrequenzen wurden in graphischer und tabellarischer Form dargestellt. Daten vorangegangener Untersuchungen (1986–1995) wurden ebenfalls in diese Arbeit einbezogen, um die zeitlichen Änderungen im Virulenzspektrum darstellen zu können.

Die erzielten Analysenergebnisse über die Virulenzfaktoren innerhalb der österreichischen Mehltaupopulation bieten eine wichtige Entscheidungshilfe für die Resistenzzüchtung und liefern darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur Verwirklichung des integrierten Pflanzenschutzes durch bessere Information zur Sortenwahl.

Stichwörter: Mehltau (*Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *hordei*); Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.); Virulenzanalyse; Virulenzfrequenz; Mehltauresistenzgene.

Summary

A report is given about methods and results of analysing virulence of the host-parasite-system spring barley varieties and mildew. The method for collecting spores was "collecting invaded leaves" The priority of research regions were Lower Austria (Fuchsenbigl, Petzenkirchen and Rastenfeld), because of the decisive share of barley cultivation. Invaded leaves were taken in Upper Austria (Reichersberg) and Carinthia (St. Donat), too. The analysis of the virulence factors was realized by inoculation of a test-assortment consisting of barley leaf pieces. These segments were incubated at a temperature of 18°C and continuous lighting. The evaluation of the datas was made by means of virulence-frequence. This relative number shows the percental part of individuals of the regional population, which have got this virulence. It bases on the difference to a universal susceptible barley-variety.

The results of 1996 show a clear regional differentiation; a statistical analysis can prove this.

The testing set contens lines with special resistance genes: Mla1; Mla3; Mla6; Mla7; Mla9; Mla12; Mla13; Ml(La), mlo and U2.

High virulence-frequence (values over 50%) showed the genes: Mla6, Mla7 and Mla9.

Low virulence-frequence (values under 35%) showed the genes: Mla1, mlo and U2.

A very **non-uniform distribution of virulence-frequence** showed the genes: Mla3, Mla12, Mla13 and Ml(La).

The determined datas of the virulence frequences are represented in tables and graphic arts. Datas of former investigations (1986–1995) were included in this publication to show the temporal development of the virulence-spectrum.

The results found by analysing virulence genes are necessary information for a the better effectiveness of breeding for resistance and are a modern and important support for further installation of integrated plant protection. It gives better information in choosing kinds of barley, too.

Key words: mildew (*Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *hordei*), spring barley (*Hordeum vulgare* L.); Analysis of virulence factors; resistance genes for mildew.

1. Einleitung und Problemstellung

Der **„Echte Mehltau" (*Erysiphe graminis* DC.)** ist eine der wesentlichsten ertrags- und qualitätsrelevanten Pilzkrankheiten an Getreide in Österreich. Mit zunehmender Intensivierung der Landwirtschaft wurden die Bedingungen geschaffen, welche dieses Pathogen zu einem erstrangigen, die Toleranzgrenze häufig überschreitenden Pflanzenschutzproblem gemacht haben (MÜLLER, 1993). Da der Mehltau die **Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.)** grundsätzlich während der ganzen Entwicklungszeit befallen kann, sind bereits eine Hemmung der Bestockung bzw. ein Abbau von Bestockungstrieben und eine allgemeine Wachstumsdepression im Jugendstadium möglich. Letztlich kann die Krankheit einen empfindlichen Ertragsausfall (10–20%) sowie eine Qualitätsveränderung (Kümmerkörner, relative Erhöhung des Stickstoffgehaltes im Korn; bei Braugerste unerwünscht) bewirken (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1996; ZWATZ ET AL., 1996).

Die Anbaufläche von Gerste in Österreich (1994) betrug 252.746 ha, davon waren 105.733 ha Wintergerste und 147.013 ha Sommergerste (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1994). Mehr als die Hälfte der Gerstefläche liegt im pannonischen Trockengebiet (Niederösterreich, Burgenland) und damit im Mehltaugebiet (Österreichisches Statistisches Zentralamt, 1995).

Wegen der dominierenden Bedeutung des Mehltaus an Sommergerste (*Erysiphe graminis* DC f.sp. *hordei*) für die Ertragssicherheit werden Abwehrmaßnahmen verschiedenster Art

ergriffen. Neben präventiven Kulturmaßnahmen (Anbauzeitpunkt, Standort, Düngung) spielt vorrangig die Sortenwahl unter Bevorzugung von resistenten Sorten eine entscheidende Rolle (biologische Bekämpfung). Die Minimierung der chemischen Bekämpfung ist aufgrund ökologischer als auch ökonomischer Gründe im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt in der Analyse des Verteilungsmusters von Virulenzeigenschaften und in der Diskussion der evolutionären Entwicklung der Mehltaupopulationen, um eine bevorzugte, aber auch nachhaltige Nutzung von krankheitsresistenten bzw. wenig anfälligen Sommergerstesorten sicherzustellen.

Die Analysen zur Bestimmung der Resistenzfaktoren der Sommergerstesorten und Sommergerstezuchtstämme sowie der Virulenzfrequenz des Getreidemehltaus bringen wesentliche Entscheidungshilfen für Züchter und Landwirte (ZWATZ, 1987).

2. Material und Methoden

Erysiphe graminis bildet zahlreiche Pathotypen aus. Diese Diversität wird im Rahmen der Virulenzanalyse untersucht. Als Gründe für die Variabilität der Pathotypen sind hierbei die Selektion infolge wechselnder Dominanz von Getreidesorten, Immigration von Konidien oder Ascosporen von entfernten Anbaugebieten, Rekombination der Ascosporen einer Anbauregion, aber auch Mutation in generativ übersommernden Kolonien zu nennen (WELZ, 1986; LIMPERT, 1996).

Die theoretische Grundlage für die Bestimmung der Resistenzfaktoren (Resistenzgene) beruht auf der Gen-für-Gen-Hypothese von FLOR (1965), nach der ein Krankheitserreger eine Pflanze nur dann befallen kann, wenn er für jeden ihrer Resistenzfaktoren einen spezifisch wirksamen Virulenzfaktor besitzt (Schlüssel-Schloß-Prinzip [ZWATZ, 1986]).

Die derzeit wichtigsten Resistenzquellen/-faktoren Österreichs werden in folgender Tabelle aufgelistet (Tab. 1):

Resistenzquelle	Resistenzfaktor	Resistenzgen	Trägersorten
Abessinian (EP 72)-Resistenz	Ab	Ml(Ab)	—
Algerian-Resistenz	Al	Mla1	Gitte
Arabische Resistenz	Ar	Mla12	Aramir, Carmen
Laevigatum-Resistenz	La	Ml(La)	Berta, Verunda
Lyallpur-Resistenz	Ly	Mla7	Askania, Ebra, Ortolan
Mlo-Resistenz	Mlo	mlo	Apex, Ditta, Extra, Marina
Monte Christo-Resistenz	MC	Mla9	Amalia, Cytris, Roland
Resistenz von „HT 253"	HT	—	Comtesse
Resistenz von Ricardo	Ri	Mla3	Baronesse, Bessi, Princesse
Rupee-Resistenz	Ru	Mla13	Koral, Libelle, Maresi
Spontaneum-Resistenz	Sp	Mla6	Aleph, Aura, Carina
Weihenstephaner-Resistenz	We (CP)	Mlg	Villa
Unbekannter Resistenzfaktor – schwach wirksam	u1	—	Cheri, Effekta, Tina, Viva
Unbekannter Resistenzfaktor – stark wirksam	u2	—	Elisa, Steffi
Slow mildewing (langsame Krankheitsentwicklung)	s	—	—

Tabelle 1: Mehltauresistenzfaktoren in österreichischen Sommergerstesorten (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1996; Bundessortenamt, 1992; JÖRGENSEN, 1987; WALTHER ET AL., 1995; ZWATZ, 1987).

Um die Anforderungen für eine sichere Probengewinnung, hohe Repräsentativität, minimalen Zeitaufwand und großräumige Untersuchungsregion bestmöglichst zu erfüllen, wurde auf die Fangpflanzenmethode zurückgegriffen.

Bei der **Fangpflanzenmethode** werden mehltaubefallene Blätter aus verschiedenen Untersuchungsregionen entnommen. Die Auswahl der Orte für die Anlage der Entnahmeparzellen erfolgte vor allem nach der Zugehörigkeit zu österreichischen Klimaregionen (Tab. 2): **pannonische Klimaregion (trocken-kontinental)**: Fuchsenbigl, **pannonisch geprägtes Hochlandklima (mittelfeucht-kühl; Inversionen):** Rastenfeld, **baltische Klimaregion (feucht-kühl):** Petzenkirchen und Reichersberg, **baltisch-mediterrane bzw. illyrische Klimaregion (feucht-warm):** St. Donat (Bundesanstalt für Pflanzenbau, 1993; SCHEIDL ET AL., 1987; ZWATZ, 1982).

Standort	langjährige Ø-Jahrestemperatur in °C	langjähriger Ø-Niederschlag in mm	Standort	langjährige Jahrestemperatur in °C	langjähriger Ø-Niederschlag in mm
Fuchsenbigl	9,3	523	Reichersberg	7,8	834
Petzenkirchen[1])	8,6	686	St. Donat[3])	7,8	811
Rastenfeld[2])	6,5	673			

[1]) Daten von Grabenegg [2]) Daten von Zwettl [3]) Daten von Hörzendorf

Tabelle 2: Klimakennzahlen der untersuchten Regionen (Bundessamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, 1996).

Die mit Mehltau befallenen Blattsegmente der Fangpflanzen als auch die im Labor künstlich infizierten Gersteblätter wurden zur möglichst lange andauernden Funktionenerhaltung in **Petrischalen (Ø 10cm)** mit einem **Spezialagar (Oxoid Agar Technical No. 3)** deponiert. Zur Herstellung der Agarplatten wurden 5 g dieses Nähragars mit 1.000 ml Wasser vermischt und 10 min bei 110 °C autoklaviert. Auf den Zusatz von Benzimidazol zum Agar wurde generell verzichtet, um eine mögliche Schädigung des Mehltaus von vornherein ausschließen zu können.

Die Anzucht der für die Virulenzuntersuchung benötigten **Sommergerstepflanzen** erfolgte unter befallsfreien, konstanten Standardbedingungen im Gewächshaus (Tag: 22 °C, Nacht: 18 °C, 60% r.LF) in durchschnittlich sieben Tagen.

Eine **Zwischenvermehrung** der gesammelten Ausgangssporen erwies sich als äußerst vorteilhaft, da dadurch eine ausreichende Menge von reiner, qualitativ hochwertiger Sporenmasse garantiert war.

Die **Inokulation** der Einzelsporennachkommenschaften erfolgte **auf Blattsegmente des Testsortiments.** Zur Analyse der jeweiligen Virulenzeigenschaften wurden elf Sommergerstesorten mit den bedeutendsten Resistenzfaktoren verwendet. Jedes Sortiment (Tab. 3) enthält außerdem mindestens eine universell anfällige Sorte ohne Resistenzgen.

Resistenzquelle	Resistenzfaktor	Resistenzgen	verwendete Trägersorten
Algerian-Resistenz	Al	Mla1	Gitte
Arabische Resistenz	Ar	Mla12	Aramir
Laevigatum-Resistenz	La	Ml(La)	Verunda
Lyallpur-Resistenz	Ly	Mla7	Ortolan
Monte Christo-Resistenz	MC	Mla9	Cytris, Roland
Mlo-Resistenz	Mlo	mlo	Alexis
Resistenz von Ricardo	Ri	Mla3	Baronesse
Rupee-Resistenz	Ru	Mla13	Koral, Maresi
Spontaneum-Resistenz	Sp	Mla6	Aleph, Aura
Unbekannte Herkunft	U2	—	Elisa

Tabelle 3: Testsortiment mit den Resistenzsymbolen und den entsprechenden Resistenzgenen (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1996; WALTHER ET AL., 1995; ZWATZ, 1987).

Die Inokulation eines solchen Differentialsets erfolgte mittels eines Inokulationsturmes. Die angestrebte Sporendichte beträgt etwa 200–300 Konidien pro cm².

Die **Inkubation** des Testsortimentes wurde in einem Klimaschrank (18 °C, 18 h Belichtung pro Tag mit Leuchtstoffröhren (Interlux 40 W True Lite „Duro Test") durchgeführt. Nach 10–14tägiger Inkubation der mit je einer Sporennachkommenschaft inokulierten Testsortimente erfolgte die Bonitur.

Folgende Abbildung **(Abb. 1)** zeigt die unterschiedliche Befallsstärke, aber auch die unterschiedlichen Befallstypen eines Differentialsets nach 12 Tagen Inkubation.

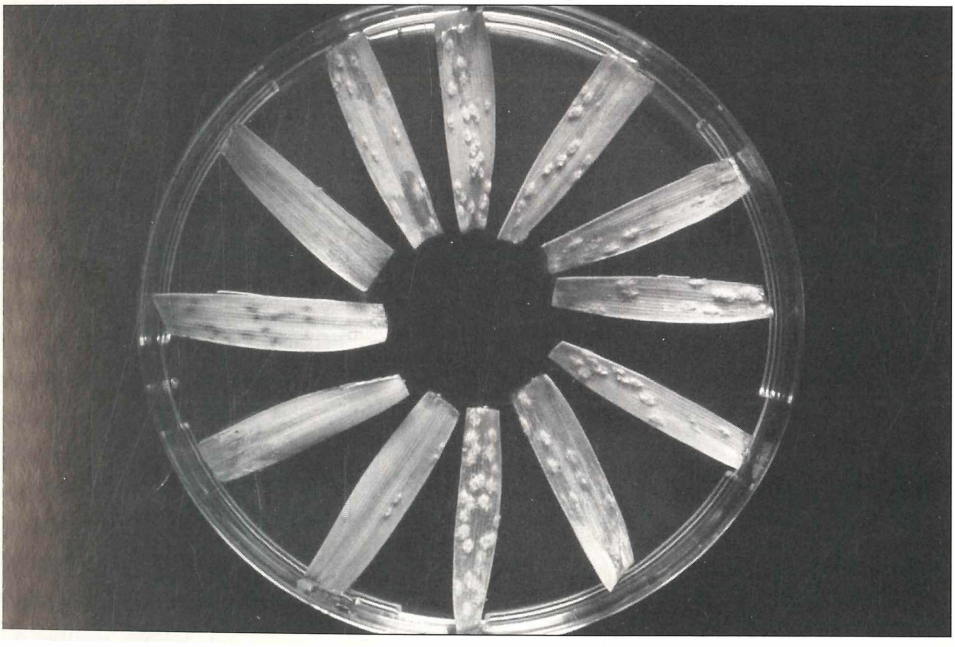


Abbildung 1: Sommergerstesortiment, infiziert mit einem Isolat des Standortes Fuchsenbigl.

Als Entscheidungsgrundlage für die Virulenzanalyse dient die **Bonitur** der phänotypischen Befallsausprägung der Sommergerstesorten auf den Mehltaubefall. Zu diesem Zweck unterscheidet man sowohl Befallstyp als auch Befallsstärke.

Der **Befallstyp** beschreibt die einzelnen Reaktionen der Blätter auf eine Infektion und die Ausprägung der Pustelgröße. Die einzelnen Typen werden mit 0 sowie mit den Römischen Ziffern I–IV gekennzeichnet. Diese Vergleichsbasis setzt sowohl eine einheitliche Kultivierung der Sommergerstepflanzen als auch eine annähernd gleiche Infektionsdichte voraus (JÖRGENSEN, 1993; SCHWARZBACH ET AL., 1981; ZWATZ, 1987). Die **Befallsstärke** drückt die Anzahl der Pusteln pro Blatt aus (ZWATZ, 1987).

Befallstyp 0: Das Gerstenblatt zeigt keinerlei Reaktion auf die Infektion; es ist makroskopisch symptomfrei.

Befallstyp I: Auf dem Gerstenblatt zeigt sich eine lokale Chlorose mit schwacher Myzelbildung; es tritt aber keine Sporulierung des Mehltaus auf.

Befallstyp II: Auf dem chlorotischen bzw. nekrotischen Blattgewebe zeigt sich ein schwaches, sporulierendes Konidienlager.

Befallstyp III: An den Befallsrändern ist nur mehr eine schwache, chlorotische bzw. nekrotische Reaktion zu erkennen; in den Pusteln erfolgt mäßige Sporulation.

Befallstyp IV: Das Gerstenblatt zeigt keinerlei sichtbare Wirtsreaktion; es bilden sich große Pusteln mit starker Sporulierung aus.

Isolate, die auf einer Sorte Kolonien des Infektionstyps 3 und 4 erzeugten, wurden als „virulent" bzw. „kompatibel" mit dieser Sorte definiert. Die Pustelanzahl obiger Infektionstypen wurde erhoben. Die absolute Zahl der Pusteln auf einer Testsorte drückt man relativ zur Zahl der Pusteln der universell anfälligen Vergleichssorte aus (Pustelanzahl = 100%). Dieser relative Wert stellt die **Virulenzfrequenz** der Stichprobe dar. Pro Sommergerstesorte in der Testschale kann also eine Virulenzfrequenz ermittelt werden. Diese Werte werden je Region aufsummiert und gemittelt (WELZ, 1986; ZWATZ, 1987).

Außerdem wurde versucht, die **Videobildanalyse** (Fa. Zeiss, Kontron 400) für die Ermittlung der Virulenzfrequenz zu etablieren. Dieses System beruht auf einer Messung des Flächenanteils sowohl des gesunden, unbefallenen als auch des mehltaubefallenen Blatteils. Der prozentuelle Wert des von Mehltau befallenen Blattstückes stellt somit eine Maßzahl für die Virulenzfrequenz dar.

Eine statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwarepaket „SPSS Version 6.0" Die Daten wurden als einfaktorielle **Varianzanalyse (α = 0.05)** mit dem Faktor Ort ausgewertet. Bei der Beurteilung des P-Wertes bedient man sich folgender Benennung:

$p \leq 0{,}001$ sicher (***)	$p \leq 0{,}01$ signifikant (*)
$p \leq 0{,}05$ hoch signifikant (**)	$p \leq 0{,}05$ nicht signifikant (n. s.)

Als multipler Mittelwertvergleich wurde der **Newman-Keuls-Test** (Risikowahrscheinlichkeit von (α = 0,05) eingesetzt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Virulenzverteilung von Sommergerste-Mehltau im Jahr 1996

Insgesamt wurden im Rahmen der Untersuchungen Virulenzfrequenzen von 152 Isolaten (Einzelsporennachkommenschaften) ermittelt. Die Mehrzahl der Mehltauisolate wurde aus dem Osten Österreichs „gesammelt": **Fuchsenbigl (NÖ):** 31, **Petzenkirchen (NÖ):** 49, **Rastenfeld (NÖ):** 31; an den anderen Standorten wurden weniger Isolate analysiert: **Reichersberg (OÖ):** 26, **St. Donat (K):** 15.

Folgende Tabelle **(Tab. 4)** zeigt die Virulenzfrequenzen des Jahres 1996 an den 5 untersuchten Standorten; nachfolgende Abbildung **(Abb. 2)** versucht eine graphische und statistisch bearbeitete Darstellung der Daten von Tabelle 4.

Resistenzquelle/-gen	Virulenzfrequenz in % des Jahres 1996				
	Fuchsenbigl	Petzenkirchen	Rastenfeld	Reichersberg	St. Donat
Algerian (Mla1)	16.00	11.00	25.00	33.00	5.00
Arabische (Mla12)	63.00	14.00	39.00	22.00	7.00
Laevigatum (Ml[La])	51.00	17.00	21.00	62.00	3.00
Lyallpur (Mla7)	70.00	63.00	64.00	58.00	66.00
Monte Christo (Mla9)	57.00	60.00	74.00	25.00	68.00
Mlo (mlo)	.00	.00	.00	.00	.00
Ricardo (Mla3)	51.00	66.00	42.00	31.00	18.00
Rupee (Mla13)	78.00	20.00	52.00	19.00	6.00
Spontaneum (Mla6)	78.00	85.00	93.00	72.00	61.00
U2	6.00	.00	4.00	.00	.00

Tabelle 4: Tabellarische Darstellung der Virulenzfrequenzen des Jahres 1996.

Folgende Abbildung **(Abb. 2)** zeigt neben den ober den Säulen zugeordneten Mittelwertgruppen auch den Ortseinfluß der Virulenzfrequenzen je Gen. Standorte, die mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich somit nur zufällig (nicht signifikant) bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von (α = 0,05.

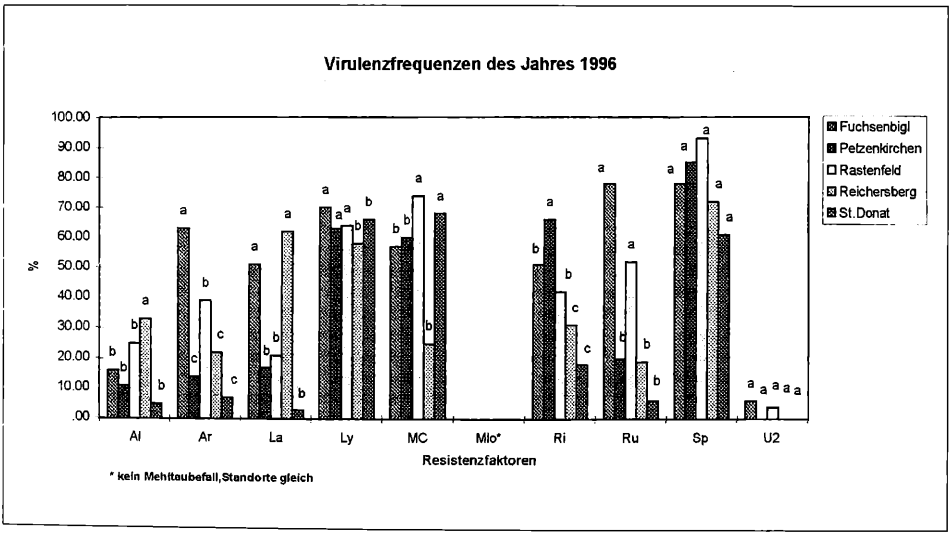


Abbildung 2: Grafische Darstellung der Virulenzfrequenzen des Jahres 1996.

Folgende Tabelle **(Tab. 5)** listet die einzelnen P-Werte der Varianzanalyse auf.

Resistenz-quelle/-gen	Orte	Resistenz-quelle/-gen	Orte	Resistenz-quelle/-gen	Orte
Algerian (Mla1)	0,000***	Monte Christo (Mla9)	0,021*	Spontaneum (Mla6)	0,204 n. s.
Arabische (Mla12)	0,000***	Mlo (mlo)	[1])	U2	0,154 n. s.
Laevigatum (Ml[La])	0,000***	Ricardo (Mla3)	0,000***		
Lyallpur (Mla7)	0,028*	Rupee (Mla13)	0,001***		

[1]) Kein Befall, Standorte gleich

Tabelle 5: Beurteilung des P-Wertes.

3.2 Virulenzfrequenzen im zeitlichen Überblick und Bedeutung der einzelnen Resistenzgene in Österreich

Um die zeitlichen Änderungen in der Virulenzverteilung von Sommergerste-Mehltau darzustellen und zu diskutieren, werden vorausgehende Publikationen miteinbezogen. Hierfür werden alle ermittelten Virulenzfrequenzen zusammengefaßt, um einen Überblick über die Virulenzsituation von Österreich zu erhalten. Da die meisten Untersuchungen das Gebiet Niederösterreichs (Hauptgerstenanbaugebiet) umfassen, ist in folgender Tabelle **(Tab. 6)** diese Region als überrepräsentiert zu betrachten.

Resistenzquelle/-gen	Virulenzfrequenz in % in Österreich						
	1986[1])	1989[2])	1990[2])	1991[3])	1993[4])	1995[5])	1996
Algerian (Mla1)	≤ 15	9	14	≤ 10	22	33	18
Arabische (Mla12)	40–60	47	58	50–70	71	100	29
Laevigatum (Ml[La])	5–30	41	42	40–80	62	67	31
Lyallpur (Mla7)	10–30	62	49	40	70	83	64
Monte Christo (Mla9)	≤ 10	37	34	10–30	50	83	57
Mlo (mlo)	≤ 10	—	—	≤ 15	6	0	0
Ricardo (Mla3)	—	5	12	≤ 10	14	33	42
Rupee (Mla13)	0–20	18	16	5–35	29	67	35
Spontaneum (Mla6)	10–50	72	87	50–90	59	100	78
U2	—	—	—	—	—	0	2

[1]) ZWATZ, 1987 [2]) MÜLLER, 1993 [3]) FELSENSTEIN ET AL., 1991 [4]) SCHALLY ET AL., 1995 [5]) WALTHER ET AL., 1995

Tabelle 6: Regionale Darstellung der Virulenzfrequenzen der Erhebungsjahre 1986, 1989, 1990, 1991, 1993, 1995 und 1996.

Folgende grafische Darstellung **(Abb. 3)** zeigt die zeitliche Änderung der Virulenzfrequenzen – basierend auf den Daten von Tabelle 6 – bezüglich der züchterisch wichtigsten Resistenzgene.

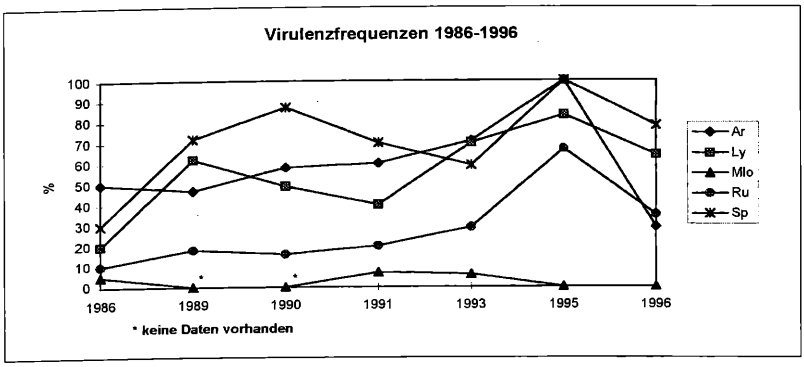


Abbildung 3: Grafische Darstellung züchterisch wichtiger Virulenzfrequenzen der Jahre 1986, 1989, 1990, 1991, 1993, 1995 und 1996.

Tabelle 7 listet alle anerkannten Sommergerstesorten in Österreich, deren Befallsverhalten und die jeweilige Feldanerkennungsfläche für die Saatgutproduktion auf. Aus der Feldanerkennungsfläche kann die relative Verbreitung einer Sorte in Österreich abgeleitet werden. Sehr deutlich zeigt sich die „Dominanz" der Sorten mit Mlo-Resistenz, die sich durch eine geringe Mehltauanfälligkeit auszeichnen.

Sommergerstesorten / Resistenzfaktor	Befalls-verhalten[1])	Feldanerken-nungsfläche in ha	Sommergerstesorten / Resistenzfaktor	Befalls-verhalten[1])	Feldanerken-nungsfläche in ha
Aleph (SP, u1)	7	38	Extra (Mlo)	3	—
Alpina (?)	6,5	2	Grosso (Mlo, Ar, Ab)	3	—
Amalia (MC)	6	21	Hellana (?)	5	43
Apex (Mlo, CP)	2	—	Magda (Mlo, Ar)	3	113
Berta (La, CP, s)	6	2	Maresi (Ru)	5	1.942
Bessi (Ri)	4	—	Marina (Mlo)	2	68
Bonaire (Mlo)	2	—	Meltan (Ri)	2	72
Carina (Sp, CP)	7	164	Otis (Mlo, Ar)	3	170
Carmen (Ar,CP,u1)	6	66	Pannonia (Mlo)	3	—
Cheri (u1)	6	91	Panorama (Mlo)	—	1
Cytris (MC)	7	44	Quartz (Mlo)	2	4
Derkado (Mlo)	2	69	Signal (?)	6	113
Ditta (Mlo)	3	137	Steffi (u2)	5	170
Ebra (Ly,u1)	6	105	Tina (u1)	6	66
Effekta (u1)	6	108	Viva (u1)	5,5	1.071
Elisa (u2)	3	123			

[1]) 1–5 = Resistenzbereich; 6–9 = Anfälligkeitsbereich

Tabelle 7: Anerkannte Sommergerstesorten in Österreich, deren Befallsverhalten und Feldanerkennungsfläche (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1996; KÖGLBERGER, 1996).

4. Diskussion

Als Ursachen für die Diversität einer Mehltaupopulation können Rekombination, Mutation und Migration genannt werden. Diese Prozesse sind jedoch generell sehr schwierig zu quantifizieren. Regionale Unterschiede können unter Umständen in bezug auf die Rekombinationsrate auftreten (Klimaabhängigkeit); offensichtlicher ist aber die Bedeutung der geographischen Lage für die zu erwartenden Migrationsströme (MÜLLER, 1993).

Reduzierend auf die Diversität wirken sich die Effekte von vorwiegend asexueller Reproduktionsweise (Konidienbildung), von genetischer „Drift" sowie von uniformen Selektionsbedingungen aus. Deutliche regionale Unterschiede sind vor allem beim letztgenannten Punkt zu erwarten (MÜLLER, 1993).

Im folgenden wird versucht, die Gründe der oft sehr unterschiedlichen Virulenzfrequenzen in Österreich zu erläutern.

Die **Algerian Resistenz (Resistenzgen Mla1)** weist noch eine relativ gute Resistenzwirkung auf. Die Virulenzfrequenzen zeigten 1996 eine sehr deutlich signifikante (***) regionale Differenzierung, wobei die erhobenen Werte nie die 33%-Marke übersprangen. Die niedrigsten Werte wurden aber in Kärnten (5%) gefunden. Als Gründe für die oft beobachteten niedrigeren Virulenzfrequenzen in Kärnten können genannt werden: (1) eine durch die Alpenkette behinderte Migration (MÜLLER, 1993), (2) die geringe Anbaufläche von Gerste in diesem Gebiet und somit geringere Selektionsbedingungen.

Im zeitlichen Überblick zeigt sich, daß die Virulenzfrequenzen seit 1986 auf einem relativ niedrigen Niveau schwanken; nur im Jahre 1995 wurde die 30%-Marke übersprungen.

Eine Erklärung für die gute Resistenzwirkung könnte darin liegen, daß Sorten mit der Algerischen Resistenz so gut wie keine landwirtschaftliche Bedeutung mehr besitzen; in Österreich ist derzeit keine Gerstesorte mit dieser Resistenz anerkannt.

Die Virulenzfrequenz von Sorten mit **Arabischer Resistenz (Mla12)** zeigten 1996 eine ausgeprägte regionale Differenzierung innerhalb Österreichs. Vor allem der Standort Fuchsenbigl weist Werte von 63% gegenüber Mla12 auf. Die anderen Standorte zeigen Virulenzfrequenzen von teilweise weit unter 50%.

1991 wurde die Vermutung geäußert, daß nach einem starken Anstieg der Virulenzfrequenzen in den 80er Jahren und einer leichten Abnahme der Mla12-Virulenz anfangs der 90er Jahre eine erneute erfolgreiche Nutzung der Arabischen Resistenz durchaus möglich sein könnte (FELSENSTEIN ET AL., 1991; JÖRGENSEN, 1993). JÖRGENSEN (1993) zeigte anhand dieser Resistenz, daß die Virulenzfrequenz Va12 relativ eng der Resistenzfrequenz der Wirtspflanzen folgt, und somit die Chance einer abermaligen Nutzung besteht. Die Werte von 1996 können eine regionale Abnahme der Virulenz bestätigen; auch zeigt sich eine verstärkte züchterische Nutzung in einer Vielzahl von anerkannten Sommergerstesorten (z. B.: Carmen, Magda), die dieses Resistenzgen vor allem in Kombinationen beinhalten.

Die **Laevigatum-Resistenz (Resistenzgen Ml[La])** weist nur mehr eine regional begrenzte Wirksamkeit auf. Vor allem die Standorte Petzenkirchen und St. Donat zeigten noch Virulenzfrequenzen von unter 20%. An den Standorten Fuchsenbigl und Reichersberg pendelten die Virulenzen gegen Ml(La) in einem Bereich zwischen 50 und 70%; eine befriedigende Resistenzwirkung ist nicht mehr zu erwarten. Das Ml(La)-Gen hatte in früheren Jahren eine relativ gute Wirksamkeit (1986: 5–30%), da diese Resistenz nur in geringem Maße in Gerstesorten vorhanden war. Durch einen stärkeren Einsatz von solchen Sorten in den folgenden Jahren kam es zu einer Selektion solcher Pathotypen und somit zu einem Zusammenbruch der Resistenz (WOLFE, 1993).

Seit 1986 ist ein stetiger Anstieg dieser Virulenzfrequenz österreichweit zu beobachten; erst 1996 konnte eine deutliche Abnahme festgestellt werden. Eine Erklärungsmöglichkeit könnte in der jetzt nur mehr geringen Bedeutung von Sommergerstesorten mit diesem Resistenzgen liegen.

Die **Lyallpur-Resistenz (Gen Mla7)** zeigt seit Jahren eine hohe Frequenz der Virulenz, sodaß keine befriedigende Schutzwirkung gegenüber Mehltau zu erwarten ist. Die Virulenzfrequenzen schwankten im Jahre 1996 zwischen 58% und 70%; eine regionale Differenzierung ist lediglich signifikant (*) ausgeprägt.

In Österreich, aber auch in den angrenzenden Nachbarregionen ist eine stetige Zunahme von Va7 festzustellen (MÜLLER, 1993; SYKORA ET AL., 1996).

Sorten mit **Mlo-Resistenz (mlo)** erwiesen sich 1996 als mehltauresistent; es konnte kein Isolat gefunden werden, das diese Resistenz hätte überwinden können.

Bei Untersuchungen im Jahre 1993 lagen die Virulenzfrequenzen zwischen 4% und 10%. Die höchsten Werte wurden dabei im Osten Niederösterreichs festgestellt. Die Frequenz eines gelegentlichen Mehltauauftretens ist sehr stark von der Menge des Inokulums, vom genetischen Hintergrund der Mlo-Resistenz, von der Umwelt, vom Grad der Aggressivität des Mehltauisolates und in wenigen Fällen von spezifischen Mlo-Allelen (JÖRGENSEN, 1993) abhängig.

Daten aus Deutschland von FELSENSTEIN und FISCHBECK (1992), die Virulenzfrequenzen bis über 40% nennen, geben erste Hinweise darauf, daß ein fortgesetzter und intensiver Einsatz von Mlo-Sorten auch bei dieser Resistenz zu einer praxisrelevanten Virulenzselektion führen kann und ein Zusammenbruch der Resistenz in Betracht gezogen werden muß. Bedenklich ist, daß der Anteil von Mlo-Sommergerstesorten für einige europäische Länder (GB, B, NL, DK, D, A) im Schnitt auf knapp 30% geschätzt wird – bei weiter ansteigender Tendenz (FELSENSTEIN ET AL., 1993). Trotzdem kann man sagen, daß die Mlo-Resistenzquelle trotz intensivem Einsatz bis heute hält und noch keine gravierende Mlo-Virulenzselektion stattgefunden hat (MÜLLER, 1993; SCHULZ ET AL., 1993). Entsprechend der Sortenstrategie im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes wäre auf jeden Fall wünschenswert, auf die einseitige Nutzung der Mlo-Resistenz zu verzichten; hingegen wäre eine Förderung der genetischen Vielfalt sowohl im Gersteanbau als auch in der Züchtung anzustreben (JÖRGENSEN, 1993).

Die **Monte Christo-Resistenz (Mla9)** weist innerhalb Österreichs nur mehr eine geringe Schutzwirkung auf. Die Virulenzfrequenzen bewegten sich 1996 – mit Ausnahme des Standortes Reichersberg (25%) – durchwegs im oberen prozentuellen Bereich zwischen 50 und 70%.

Heute spielen Sommergerstesorten mit dem Monte Christo-Resistenzgen in der Landwirtschaft nur mehr eine geringe Rolle (Amalia, Cytris).

Die Wirksamkeit der Resistenz von **Ricardo (Gen Mla3)** scheint seit dem Untersuchungsjahr 1989 stetig nachzulassen (1989: 5%; 1996: 42%). Die Virulenzfrequenzen zeigten wiederum eine sehr deutlich signifikante regionale Differenzierung, wobei die höchsten Werwie auch im Jahre 1993 – im Osten Österreichs festgestellt wurden.

Die Wirksamkeit der **Rupee-Resistenz (Mla13)** scheint immer stärker nachzulassen.

Seit Ende der 80er Jahre ist der Anteil an Mla13-virulenten Pathotypen in einigen Gerstemehltaupopulationen – vor allem in den nördlichen Getreideanbaugebieten Österreichs – auf ein bedenkliches Niveau angestiegen (SCHALLY ET AL., 1995). 1996 konnte dies abermals bestätigt werden. Die Standorte Fuchsenbigl und Rastenfeld zeigten Virulenzfrequenzen von jeweils über 50%, während die Werte der anderen Standorte die 20%-Marke nicht überschritten. Auch weist der gesamtösterreichische Trend eine stetig steigende Zunahme der Virulenzfrequenz (1986: 0–20%; 1996: 35%) auf.

Als Gründe für die hohen Werte im nördlichen Niederösterreich können genannt werden: (1) der ausgeweitete Anbau von Sorten mit dieser Resistenz (vor allem Maresi), (2) eine Immigration von Va13-Pathotypen aus dem tschechischen Raum. Schon im Jahre 1980

konnten die ersten virulenzgetesteten Isolate, welche Va13 trugen, in der Tschechoslowakei nachgewiesen werden (BRÜCKNER, 1987; DREISEITL, A., 1991). Die Bedeutung des tschechischen Raums als „Va13-Quelle" war deshalb so groß, weil dort die entsprechende Resistenz nicht mehr wirksam war, andererseits aber weiter stark eingesetzt wurde (BRÜCKNER, 1987; MÜLLER, 1993).

Während die Häufigkeit von Mla13-Virulenz in Oberösterreich (1996: 19%) wahrscheinlich durch die westlich benachbarten Populationen Bayerns über die Winddrift und einem entsprechenden Virulenzimport mitgeprägt wird, ist sie in den Regionen Niederösterreichs (1996: 78% bzw. 52%) durch östlich benachbarte Populationen beeinflußt (FELSENSTEIN ET AL., 1991, LIMPERT ET AL., 1987).

Die **Spontaneum-Resistenz (Resistenzgen Mla6)** ist sowohl in zahlreichen Sommergersteals auch in einigen Wintergerstesorten enthalten. Aus diesem Grund ist in Gebieten mit häufigem Wintergersteanbau auch mit einer hohen Virulenz gegenüber Sommergerste mit dem Mla6-Resistenzgen zu rechnen.

Dies könnte eine Erklärungsmöglichkeit für die einheitliche Virulenzfrequenz in Österreich darstellen. Eine Auswirkung des Untersuchungsstandortes auf die Virulenzverteilung konnte nämlich nicht festgestellt werden.

Ansonsten schwankten die Werte in den vergangenen Jahren auf relativ hohem Niveau (über 50%), woraus eine große Verbreitung von Sp-Sorten (z. B.: Aleph, Carina) in Österreich abzuleiten ist. Eine generelle Zunahme von Va6 wurde in den 90er Jahren europaweit festgestellt (MÜLLER, 1993).

Für das Resistenzgen **U2** wurde lediglich in den nordöstlichen Regionen Österreichs eine geringe Virulenz festgestellt. Ein Grund könnte im stärkeren Einsatz von U2-Sorten in diesen wichtigen Gersteanbaugebieten liegen, was wiederum zu einer Virulenzselektion führte.

Als großes **Problem der diesjährigen Virulenzanalyse** stellte sich die für eine optimale Mehltauentwicklung ungünstige Witterung heraus. Die Probennahme gestaltete sich somit als ausgesprochen schwierig, da die Fitness der Konidien durch das vorherrschende feuchte Wetter beeinträchtigt war. Die phänotypische Expression des Mehltaus stellt das kombinierte Resultat der Interaktion zwischen einem Wirt, einem Pathogen sowie den Umweltbedingungen dar; alle 3 Faktoren können daher das beobachtete Resultat beeinflussen (MÜLLER, 1993). Schwankende Umweltbedingungen als mögliche Fehlerquellen wurden bei den Laborarbeiten weitgehend vermieden, indem alle Tests unter konstanten Standardbedingungen durchgeführt wurden. Der Umwelteinfluß bei der Probennahme ist natürlich nicht quantifizierbar.

Außerdem wurde versucht, die **Videobildanalyse** für die Ermittlung der Virulenzfrequenz zu etablieren. Dieses System beruht auf einer Berechnung der Blattfläche von unbefallenen wie auch mehltaubefallenen Blatteilen. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß die Beurteilung unabhängig von subjektiven Entscheidungen ist. Als größter Nachteil ist der hohe Zeitaufwand zu nennen. Für die Auswertung eines Blattsegmentes müssen 5–10 Minuten eingerechnet werden. Als weitere Probleme dieser Methode sind zu nennen: Reflexionen des Abdeckglases, zu geringe Kontraste zwischen unbefallenem und mehltaubefallenem Blattstück und Abgrenzungsschwierigkeiten von feinen Mehltaupusteln.

Eine Verbesserung der zuletzt genannten Probleme könnte durch eine genauere Einstellung des Systems erreicht werden; der Zeitfaktor scheint jedoch diese Auswertungsmethode für eine umfangreiche Virulenzanalyse bei Mehltau auszuschließen.

Bei stärker kontrastierten Pathogenen (z. B.: Zwergrost) können der Erfahrung entsprechend bessere Ergebnisse erzielt werden.

Literatur

BRÜCKNER, F.: Experiences with Breeding of Spring Barley for Resistance to Powdery Mildew (*Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *hordei*) in Czechoslowakei. 1987 In: WOLFE, M. S., LIMPERT, E. (Herausgeber): *Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. Martinus Nijhoff Publishers* 39–41, 1987

BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT: *Wintergetreide-Sortenversuche 1995.* Heft 438, 21–24, 1996.

BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENBAU: *Jahrbuch 1992.* 167, 1993.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT: Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1994. *36. Grüner Bericht.* 177, 1994.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT: *Richtlinien für die Pflanzenschutzarbeit (Integrierter Pflanzenschutz)* 1996. 13, 22, 1996.

BUNDESSORTENAMT: Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen, Hackfrüchte 1992. 84, 1992.

DREISEITL, A.: Analysis of Powdery Mildew (*Erysiphe graminis* f.sp. hordei) populations. *Genet a Slecht.,* 27, 39–46, 1991.

FELSENSTEIN, F., FISCHBECK, G.: Ergebnisbericht zu den Virulenzeigenschaften des Weizen- und Gerstenmehltaus innerhalb Österreichs im Jahr 1991. – *Ergebnisbericht, 1–8,* 1991.

FELSENSTEIN, F., FISCHBECK, G.: Ergebnisbericht (92–I) zu den Virulenzeigenschaften des Weizen- und Gerstenmehltaus im Jahr 1992. *Ergebnisbericht, 4–9,* 1992.

FELSENSTEIN, F., FISCHBECK, G.: Sommergerste: mlo-Mehltauresistenz gefährdet? – *Pflanzenschutz-Praxis,* Heft 2, 31, 1993.

FLOR, H. H.: The Complementary Genetic Systems in Flax and Flax Rust. *Genet. 8,* 29–54, 1956.

JÖRGENSEN, J. H.: Designations of Barley Powdery Mildew Resistance and Virulence in Europe. In: WOLFE, M. S., LIMPERT, E. (Herausgeber): Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. *Martinus Nijhoff Publishers 1–3,* 1987

JÖRGENSEN, J. H.: Durability of Resistance in the Pathosystem: Barley-Powdery Mildew. In: JACOBS, T., PARLEVLIET, J. E. (editors): Durability of Disease Resistance. *Kluwer Academic Publishers,* 159–175, 1993.

KÖGLBERGER, H.: *Mündliche Information,* 1996.

LIMPERT, E., FISCHBECK, G.: Distribution of Virulence and Fungizide Resistance in the European Barley Mildew Population. In: WOLFE, M. S., LIMPERT, E. (Herausgeber): Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. *Martinus Nijhoff Publishers,* 13, 1987

LIMPERT, E.: Conclusions and Hypotheses from Investigating Cereal Mildew Pathogens at a Grand Scale. In: LIMPERT, E., FINCKH, M. R., WOLFE, M. S. (editors): COST 817 Population Studies of Airborne Pathogens on Cereals as a Means of Inproving Strategies for Disease Control. Integrated Control of Cereal Mildews and Rusts: Towards Coordination of Research across Europe. *European Commission,* 33–37, 1996.

MÜLLER, K.: Virulenzstruktur und -dynamik großräumiger Populationen des Gerstenmehltaus (*Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *hordei* Marchal) in Europa. – *Dissertation Technische Hochschule Zürich,* 1–95, 1993.

ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT: *Statistisches Jahrbuch für die Republik Österreich, 1995.* XLVI. Jahrgang, 234, 1995.

SCHALLY, H., ZEDERBAUER, R., ZWATZ, B.: Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste-Mehltau in Österreich unter Nutzung der Kollektionssysteme Sporenfalle und Pflanzendeposition. *Pflanzenschutzberichte, Band 55,* 52–68, 1995.

SCHEIDL, L., LECHLEITNER, H.: Österreich in Stichworten – Land – Volk – Wirtschaft. – 4. neubearbeitete Auflage, 23–25, 1987

SCHULZ, U., LEIN, K. A.: Nutzung und Bedeutung von Resistenzgenen gegen Echten Mehltau (*Erysiphe graminis*) im deutschen Gerstensortiment von 1980 bis 1992. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 46,* 183–224, 1993.

SCHWARZBACH, E., FISCHBECK, G.: Die Mehltauresistenzfaktoren von Sommer- und Wintergerstensorten in der Bundesrepublik Deutschland. – *Pflanzenzüchtung 87,* 309–318, 1981.

SYKORA, M., KRIPPEL, E., PLESNIK, S., LIMPERT, E.: Borley Mildew in Slovakia: Evolution of Pathogen Virulence from 1989–1994. In: LIMPERT, E., FINCKH, M. R., WOLFE, M. S. (editors): COST 817 Population Studies of Airborne Pathogens on Cereals as a Means of Improving Strategies for Disease Control. Integrated Control of Cereal Mildews and Rusts: Towards Coordination of Research across Europe. *European Commission,* 21–27, 1996.

WALTHER, U., FLATH, K.: Ergebnisse der im Jahr 1995 durchgeführten Bonituren von Sommergersten-Fangsortimenten für Echten Mehltau und Zwergrost, angebaut in Deutschland, Großbritannien, Dänemark, den Niederlanden, Frankreich, Österreich und Polen. *Ergebnisbericht,* 1995.

WELZ, G.: Struktur und Dynamik der Virulenz in Populationen von *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *hordei* Marchal. – *Dissertation Universität Gießen*, 31, 90–91, 95–111, 1986.

WOLFE, M. S.: Can the Strategic Use of Disease Resistant Hosts protect their Inherent Durability? In: JACOBS, T., PARLEVLIET, J. E. (editors): Durability of Disease Resistance. *Kluwer Academic Publishers,* 1993.

ZWATZ, B.: Studie über den Schwarzrost des Weizens (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.) in Österreich mit besonderer Untersuchung der Slow-rusting-Resistenz von Winterweizensorten. – *Die Bodenkultur,* 251–257, 269–271, 1982.

ZWATZ, B.: Results of Powdery Mildew of Spring Barley in Austria: Resistent Genes and Virulence Genes. – *CEC-Contributions,* 39–42, 1986.

ZWATZ, B.: Analyse der Resistenzfaktoren und Virulenzfaktoren im Wirt-Parasit-System Sommergerste-Sorten und Mehltau (*Erysiphe graminis* D. C. f.sp. *hordei*) in Österreich. *Die Bodenkultur,* 341–349, 1987

ZWATZ, B., CATE, P., BERGER, H. K.: Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Getreide- und Maisbau. *Verlag Jugend & Volk Ges.m.b.H.,* 1996.

(Manuskript eingelangt am 11. November 1996)

Pflanzenschutzberichte
Band 56, Heft 2, 1996

Zur Hemmung des Myzelwachstums dreier *Fusarium*-Arten durch den entomopathogenen Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.

The growth inhibition of three species of *Fusarium* by means of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.

BARBARA LANGBAUER, SUSANNE RICHTER, WOLFGANG TIEFENBRUNNER*)
Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien

Zusammenfassung

Die wachstumshemmende Wirkung der von *Beauveria bassiana* (2 verschiedene Isolate) an das Nährmedium abgegebenen Substanzen wird an Hand des Wachstums dreier Pilzarten der Gtg. *Fusarium* (*Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum* und *Fusarium sacchari var. subglutinans*) untersucht. Schnellwüchsige Pilzarten (*F. graminearum, F. sacchari var. subglutinans*) werden stärker gehemmt als die langsamwüchsige Art *F. oxysporum*. Zudem zeigen die beiden Isolate geringe, teilweise signifikante Unterschiede in ihrer Auswirkung auf die Entwicklung der drei Pilzarten. Eine höhere Konzentration des uns bislang unbekannten Wirkstoffs im Nährboden bewirkt bei *Fusarium sp.* eine verstärkte Hemmung des Wachstums. Lediglich *F. subglutinans* weist abweichende Ergebnisse in der Kontrolle auf. Die praktische Verwendbarkeit der vorgestellten Methode wird diskutiert.

Stichwörter: *Beauveria bassiana, Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum, Fusarium sacchari var. subglutinans, Fusarium sacchari, Antibiotika, Cameraria ohridella*

Summary

During cultivation *Beauveria bassiana* produces substances which are deposited in the nutrient medium. Until now the chemical nature of the substances is only partly known. In the present study the growth-inhibiting effect of these substances on fungus (*Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum* and *Fusarium sacchari var. subglutinans*) development is tested. In our experiment we chose two different isolates of *Beauveria bassiana,* cultivated them and used the medium as detergens for the nutrient substratum of *Fusarium sp.* Both isolates showed significant divergences in their effect on fungi growth. Growth inhibition of *Fusarium sp.* increases with the amount of *Beauveria bassiana* – detergens mixed to the nutrient medium: it is larger in fast growing species (*Fusarium graminearum, Fusarium subglutinans*) than in the slower growing *Fusarium oxysporum.* Until now the chemical nature of the growth-inhibiting substances is unknown. Finally the practical usability of the presented method is discussed.

Key words: *Beauveria bassiana, Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum, Fusarium sacchari var. subglutinans, Fusarium giberella, antibiotica, Cameraria ohridella*

Einleitung

Gibt man etwas Wiesenerde auf eine Petrischale mit Kartoffel-Glucoseagar, so wird das Nährmedium innerhalb kurzer Zeit von einer großen Zahl unterschiedlicher Pilzarten besiedelt. Gelegentlich findet man auch ein gelblichweißes Myzel, das charakteristischerweise von

*) Autoren in alphabetischer Reihenfolge

einem ausgeprägten Hemmhof umgeben ist: rund um diesen Pilz, es kann sich um den entomopathogenen Pilz *Beauveria bassiana* handeln, vermögen viele Pilz- und Bakterienspezies nicht zu wachsen. Die an sich sehr auffällige Eigenschaft, das Wachstum anderer Pilze zu unterdrücken, drängte sich unserer Aufmerksamkeit erst durch einen Fehler – eine Verunreinigung durch einen Pilz der Gattung *Fusarium* beim Überimpfen von *Beauveria bassiana* (Abb. 1) – auf.

Die wachstumshemmende Wirkung von *Beauveria bassiana* kann bei der Isolierung des Pilzes aus dem Boden sehr hilfreich sein. Wenn es gelingt, einem Nährmedium die hemmende(n) Substanz(en) beizufügen, ohne daß auch Pilzsporen und -hyphen dieses erreichen, hat man ein hochselektives Medium, mit dem sich die eher langsamwüchsige *B. bassiana* leichter aus dem Boden isolieren lassen sollte. Bis dato wird zur Isolation des Pilzes aus Erde häufig die „insect bait"-Methode verwendet, d. h. man verwendet meist *Galleria-* oder *Ephestia*larven als „Nährmedium" für den Pilz, die man in Kontakt mit der den Pilz möglicherweise enthaltenden Erde bringt. Diese Methode hat aber vermutlich den Nachteil, daß sich verschiedene Isolate von *Beauveria bassiana* hinsichtlich ihrer Pathogenität und Infektiosität bestimmten Insektenarten gegenüber wesentlich unterscheiden und man daher kaum alle *B. bassiana*-Stämme mit einer Insektenart isolieren kann. Die unterschiedliche Pathogenität der verschiedenen Isolate bedingt auch, daß eine möglichst große Anzahl *B. bassiana*-Isolate für die Schädlingsbekämpfung erforderlich ist. So verlief etwa der Versuch, zwei vom Maikäfer *(Melolontha melolontha)* isolierte Stämme dieses Pilzes zur Infektion des Gartenlaubkäfers *(Phyllopertha horticola)* zu verwenden, negativ. Andererseits erhielten wir dieses Jahr gerade von dieser Art ein Isolat von *B. bassiana,* die daher für den Gartenlaubkäfer durchaus pathogen ist. Offenbar muß man eine Vielzahl von Isolaten testen, will man herausfinden, welches zur biologischen Kontrolle einer Insektenart möglicherweise geeignet ist.

In der vorliegenden Arbeit wird die Wirkung der von *B. bassiana* an das Nährmedium abgegebenen, wachstumshemmenden Substanz(en) am Beispiel des Wachstums dreier Pilzarten der Gtg. *Fusarium* (*Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum* und *Fusarium sacchari var. subglutinans*) untersucht (Pilze der Gattung *Fusarium* gehören zu den wichtigsten Krankheitserregern im Feld- und Gemüsebau). Wie ein Vorversuch bereits gezeigt hatte, ist es möglich, die hemmende(n) Substanz(en) in ein Nährmedium überzuführen, ohne auch lebende Pilzsporen oder -hyphen zu transferieren, indem man den Pilz und das Medium, auf dem er anwächst, auf mehr als 90°C erhitzt.

Methode

Versuchsanordnung: Für die Versuche wurden zwei verschiedene Stämme von *Beauveria bassiana* verwendet, nämlich der Stamm „Kramsach 94" (benannt nach dem Ursprungsort des Pilzisolats und dem Jahr seiner Erstisolierung) und „Bozen 95" Bozen 95 wurde von R. ZELGER, Kramsach 94 von P. CATE und E. KURTZ erstisoliert, wobei die Pilze ursprünglich auf Maikäfern *(Melolontha sp.)* parasitierten und vom Luftmyzel des verpilzten Käfers gewonnen wurden. Die beiden Isolate unterscheiden sich einerseits durch die Eigenschaft, das Nährmedium zu färben („Bozen 95" färbt es tiefrot, „Kramsach 94" leicht rosa), andererseits in der Pathogenität gegenüber der Kastanienminiermotte *Cameraria ohridella* („Kramsach 94" ist für dieses Tier pathogen, „Bozen 95" nicht), sowie in der Wachstumsgeschwindigkeit („Bozen 95" wächst auf PDA bzw. Sabouraud-Agar beträchtlich schneller). Die taxonomische Zuordnung erfolgte durch H. RIEDL (vom Naturhistorischen Museum in Wien) nach G. S. DEHOOG, 1972. R. ZELGER verwendet für denselben Pilz den Namen *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. Die Taxonomie der Gattung *Beauveria* ist noch in Diskussion.

Um zu untersuchen, ob die von *Beauveria bassiana* abgegebenen Substanzen geeignet sind, auch ohne lebenden Pilz in einem Nährboden einen hemmenden Einfluß auf verschiedene

Fusariumarten auszuüben, wurden vorbereitend 90 Petrischalen mit Sabouraud-Agar (20 ml pro Schale) hergestellt. Auf 30 davon wurde der Stamm „Bozen 95", auf 30 der Stamm „Kramsach 94" überimpft; die restlichen 30 blieben leer (Kontrolle). Die Schalen wurden bei 22°C (Raumtemperatur) gelagert. 32 Tage danach wurden die PDA (Kartoffel-Glucose-Agar)-Nährböden für den eigentlichen Versuch hergestellt. Dabei wurde unter möglichst sterilen Bedingungen mit Hilfe eines Heizmagnetrührers PD-Agar auf 90°C erhitzt und in der Folge eine bestimmte Anzahl der vorbereiteten Sabouraudnährböden, gegebenenfalls samt Pilz, aus den Petrischalen gelöst und in den erhitzten Agar eingebracht. Durch das Hinzufügen der Sabouraudnährböden kühlte der PD-Agar ab. Der Agar wurde daher solange weiter erhitzt, bis wieder die 90°C erreicht waren. Folgende Nährbödenvarianten wurden hergestellt:

Kontrollgruppe:

½ Sabouraudnährboden ohne Pilz pro 200 ml PD-Agar
1 Sabouraudnährboden ohne Pilz pro 200 ml PD-Agar
2 Sabouraudnährböden ohne Pilz pro 200 ml PD-Agar
4 Sabouraudnährböden ohne Pilz pro 200 ml PD-Agar

Erste Versuchsgruppe:

½ Sabouraudnährboden mit „Kramsach 94" pro 200 ml PD-Agar
1 Sabouraudnährboden mit „Kramsach 94" pro 200 ml PD-Agar
2 Sabouraudnährböden mit „Kramsach 94" pro 200 ml PD-Agar
4 Sabouraudnährböden mit „Kramsach 94" pro 200 ml PD-Agar

Zweite Versuchsgruppe:

½ Sabouraudnährboden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar
1 Sabouraudnährboden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar
2 Sabouraudnährböden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar
4 Sabouraudnährböden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar

Pro Variante wurden 600 ml Agar für 30 Petrischalen hergestellt: je 10 Petrischalen wurden mit *Fusarium graminearum* Schwabe, 10 mit *Fusarium oxysporum* Schlecht und weitere 10 mit *Fusarium sacchari* (Butl.) W. Gams var. *subglutinans* (Wollenw. & Reinking) Nirenberg beimpft. Die Schalen wurden bei 22°C inkubiert.

Die Auswertung erfolgte nach sieben Tagen. Dabei wurden die Randkonturen der bis zu diesem Zeitpunkt mit *Fusarium* bewachsenen Agarflächen auf durchsichtiger Folie graphisch festgehalten. Später wurde mit Hilfe dieser Konturbilder die genaue Fläche der Pilzkulturen (in mm^2) ermittelt.

Zur mikroskopischen Dokumentation wurden die mit *Fusarium* bewachsenen Nährböden in Karnovsky-Gemisch (2,5% Formaldehyd + 2,5% Glutaraldehyd, pH 7,2) über Nacht bei 4°C vorfixiert. Danach wurden die Objekte nach wiederholtem Waschen in Pufferlösung (0,1M Cacodylatpuffer) in 1% Osmiumtetroxyd nachfixiert und nach einer abermaligen Spülung in Puffer in eine 1% Taninlösung übergeführt. Anschließend kamen die Präparate in eine 0,5% wässrige Uranylacetatlösung (1h). Die Entwässerung der Objekte erfolgte in einer aufsteigenden Ethanolreihe, zur Kritischpunkt-Trocknung wurde die CP-Anlage der Fa. Balzers (CPD 030) benutzt. Nach dem Aufbringen der Objekte auf Präparatehalter wurden die Pilzpräparate mit Gold besputtert und anschließend mit dem Rasterelektronenmikroskop (PHILIPS XL-20) bei 20–25kv untersucht.

Versuchsauswertung: Es wurden zwei Fragestellungen analysiert, nämlich:

1. Beeinflußt *Beauveria bassiana* das Pilzwachstum von *Fusarium sp.*? Gibt es Unterschiede in der Wirkung verschiedener Isolate auf *Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum* und *Fusarium sacchari var. subglutinans?*

2. Welchen Einfluß hat die Konzentration der hemmenden Substanz(en) auf das Wachstum der drei Fusariumarten?

Zur Untersuchung der Frage 1 wurde der Kruskal-Wallis-Test verwendet bzw. alternativ die einfache Varianzanalyse, je nachdem ob die Hypothese der Varianzhomogenität der Stichproben – die mittels Bartlett-Test analysiert wurde – abgelehnt werden mußte oder nicht. Zur weitergehenden Analyse wurde der Multiple Mittelwertvergleich (95% LSD) verwendet. Als Testdaten wurden die mm^2 der von einem der *Fusariumpilze* bewachsenen Fläche benützt. Pro Test wurden die Daten einer *Fusariumart* und einer Konzentrationsstufe verglichen, z. B.: von *Fusarium graminearum* bewachsene Fläche auf PDA-Nährböden mit den Zusätzen: 1 Sabouraudnährboden ohne Pilz pro 200 ml PD-Agar; 1 Sabouraudnährboden mit „Kramsach 94" pro 200 ml PD-Agar; 1 Sabouraudnährboden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar. Pro Test wurden daher 30 Daten verglichen, je 10 pro Variante.

Zur Untersuchung der Frage 2 wurde eine einfache lineare bzw. zusätzlich eine (linearisierte) Regression der Art: $y = ax^b$ durchgeführt. Pro Regression wurden die Daten einer *Fusariumart* und einer Gruppe (Kontroll-, erste bzw. zweite Versuchsgruppe), aber unterschiedlicher Sabouraudnährbodenkonzentration herangezogen. Insgesamt standen pro Regression also 40 „Datenpunkte" zur Verfügung. Bestimmt wurden: Anstieg, y-Achsenabschnitt, Pearsonscher Korrelationskoeffizient, Bestimmtheitsmaß.

Prinzipiell wäre es möglich, daß sich die unterschiedlichen Isolate von *B. bassiana* gegenseitig hemmen. In diesem Fall wäre natürlich die vorgestellte Methode zur Herstellung eines Mediums zur selektiven Isolation des Pilzes ungeeignet. Deshalb mußte die Frage, ob eine gegenseitige Hemmung stattfindet, ebenfalls untersucht werden. Das dazu verwendete Verfahren zur Herstellung der Nährböden für die drei Versuchsgruppen ist das gleiche wie das oben beschriebene. Diesmal wurden die PDA-Nährböden allerdings nicht mit Pilzen der Gattung *Fusarium,* sondern mit den zwei *Beauveria*-Isolaten beimpft. Zudem wurden nur PDA-Nährböden einer Konzentrationsstufe (2 Sabouraudnährböden entweder ohne Pilz oder mit „Kramsach 94" oder „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar) benützt.

Ergebnisse

Wachstumshemmende Wirkung auf *Fusarium graminearum:* *F. graminearum* liegt – was die ungehemmte Wachstumsgeschwindigkeit betrifft – zwischen den anderen beiden getesteten Arten: Unter den gegebenen Bedingungen schwankte die Größe der bewachsenen Agarfläche der Kontrolle zwischen etwa 2.800 und 3.500 mm^2 Die Pilzmyzelien der Kontrollen gliedern sich in eine dichte, zentrale Zone und eine mehr oder weniger auslaufende Randzone. Die Such- oder Infektionshyphen der Randzone (Abb. 9a, b) sind dünn, unverzweigt und wachsen im Gegensatz zu den Pilzhyphen von *F. sacchari var. subglutinans* (Abb. 9b) in horizontaler Richtung auf dem Nährboden entlang, bis sie ins Substrat eindringen. Es kommen sowohl Einzelhyphen (Abb. 9c) als auch Hyphenstränge (Abb. 9d) vor. Es ist anzunehmen, daß letztere durch Wachstum mehrerer Einzelhyphen entlang weniger sogenannter „Leithyphen" entstehen. Hyphenstränge (Abb. 9f) finden sich auch im zentralen Pilzmyzel (Abb. 9e), das bei allen drei Pilzarten aus einem lockeren, nach medial dichter werdenden, dreidimensionalen Netz aus einfachen unverzweigten Pilzhyphen besteht.

Wie Abb. 2 zeigt, wird das Wachstum dieser Art in allen Konzentrationsstufen (0,5–4 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar) durch *B. bassiana* gehemmt, und zwar um so stärker, je größer die Anzahl der zugegebenen (von *B. bassiana* bewachsenen) Nährböden ist. In der höchsten Konzentration beträgt die Fläche des bewachsenen Agars im Mittel weniger als 400 mm^2 Die Hemmung scheint jeweils etwa gleich hoch – egal, ob das Isolat „Kramsach 94" oder „Bozen 95" Verwendung fand (ein qualitativ übereinstimmendes Bild zu Abb. 2 erhält man übrigens auch, wenn man als Mittelwertmaß den Median statt des arithmetischen Mittels verwendet). Die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen

bestätigen die statistische Auswertung. Die Such- oder Infektionshyphen zeigen bei beiden Isolaten gleiche Verhaltensweisen (Abb. 10a, b). Sie nehmen den Nährboden nur bedingt als Substrat an und wachsen im Gegensatz zur Kontrolle (Abb 9a, c) vom Nährboden weg in Richtung Pilzmyzel.

Im Detail konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

Bei einer Konzentration von 0,5 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar unterscheiden sich laut Multiplem Mittelwertvergleich alle drei Varianten (Kontrolle, „Bozen 95", „Kramsach 94") signifikant voneinander. Auch der Kruskal-Wallis-Test zeigt, daß sich die Mediane von wenigstens zwei der drei Varianten auf dem hochsignifikanten Niveau unterscheiden. Da der Bartlett-Test die Hypothese der Varianzhomogenität ablehnt, wurde ANOVA zur Auswertung nicht verwendet.

Auch bei einer Konzentration von 1 Sabouraudnährboden pro 200 ml PD-Agar läßt sich die Wachstumshemmung deutlich nachweisen. Da abermals die Varianzhomogenität der Stichproben nicht gegeben ist (Bartlett-Test), erfolgte die Auswertung mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Verfahrens. Die Annahme der Mediangleichheit kann auf einem Signifikanzniveau von $5{,}5\ 10^{-5}$ abgelehnt werden. Der Multiple Mittelwertvergleich bestätigt den signifikanten Unterschied zwischen „Bozen 95" und Kontrolle sowie zwischen „Kramsach 94" und Kontrolle. Hingegen unterscheiden sich die beiden Isolate in ihrer wachstumshemmenden Wirkung voneinander nicht signifikant.

Bei den Daten der Konzentrationsstufe: 2 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar liegt ebenfalls keine Varianzhomogenität vor (Bartlett-Test). Der daher verwendete Kruskal-Wallis-Test lehnt die Hypothese der Varianzhomogenität auf einem Signifikanzniveau von $9{,}7\ 10^{-6}$ ab. Der Multiple Mittelwertvergleich zeigt einen signifikanten Mittelwertunterschied zwischen Kontrolle und „Bozen 95" sowie zwischen Kontrolle und „Kramsach 94". Die beiden Stämme unterscheiden sich nicht signifikant in ihrer wachstumshemmenden Wirkung (siehe Abb. 10a, b).

Für die Konzentrationsstufe 4 ergibt sich qualitativ das gleiche Ergebnis wie für die vorhergehende Stufe: Varianzhomogenität liegt nicht vor, die bewachsene Agarfläche unterscheidet sich bei beiden Isolaten signifikant von der Kontrolle, während sich die beiden Isolate in ihrer Wirkung auf *F. graminearum* nicht signifikant unterscheiden (Bartlett $P = 9{,}3\ 10^{-11}$, Kruskal-Wallis-Signifikanzniveau $= 5{,}1\ 10^{-6}$).

Wachstumshemmende Wirkung auf *Fusarium subglutinans:* Abb. 3 zeigt, daß die Ergebnisse diese Art betreffend nicht so leicht zu interpretieren sind, wie dies bei *F. graminearum* der Fall war. *F. sacchari var. subglutinans* ist die schnellwüchsigste der drei Arten: die Größe der bewachsenen Agarfläche in der Kontrolle erreicht einen Spitzenwert von ca. 4.400 mm^2. Allerdings fällt die Kontrolle: 2 Sabouraudnährböden ohne Pilz pro 200 ml PD-Agar mit nur etwa 2.400 mm^2 völlig aus dem Rahmen. Die Kontrolle 4 Sabouraudnährböden zeigte im mikroskopischen Bild ebenfalls abweichendes Wachstum der Hyphen. Die Myzelränder sind im Gegensatz zu den beiden anderen *Fusarium*arten (Abb. 9a) nicht auslaufend, sondern scharf abgegrenzt (Abb. 9b). Die Such- oder Infektionshyphen vermeiden weitgehend den Kontakt zum Nährboden und ziehen in Richtung zentraler Myzelzone. Es ist nicht auszuschließen, daß derartige Abweichungen auf einen Fehler in der Versuchsdurchführung zurückzuführen sind (den Autoren ist bislang nicht bekannt, worin dieser Fehler liegen könnte). Weiters fällt auf, daß sich bei *F. sacchari var. subglutinans* die beiden *B. bassiana*-Isolate in ihrer wachstumshemmenden Wirkung in allen Konzentrationsstufen offenbar mehr oder weniger stark unterscheiden. Idente mikroskopische Strukturen finden sich auch bei *F. subglutinans* auf 2 Sabouraudnährböden mit „Bozen 95" (Abb. 10c) und *F. sacchari var. subglutinans* auf 4 Sabouraudnährböden mit „Kramsach 94" (Abb.10d). Das Pilzmyzel von *F. sacchari var. subglutinans* auf 4 Sabouraudnährböden mit „Bozen 95" zeigt eine deutliche Gliederung der zentralen Zone in eine innere Zone (iZ), bestehend aus einem lockeren, dreidimensionalen Netz

und eine äußere Zone (äZ) aus kurzen, vom Nährboden weg wachsenden Suchhyphen (Abb. 10d). Die Randzone ist abgegrenzt (Abb. 10f), nur wenige Such- oder Infektionshyphen bewachsen den Nährboden. Merkwürdig ist auch, daß beim Isolat „Kramsach 94" bei einer Konzentration von 0,5 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar eine stärkere Hemmung vorliegt als bei 1 Sabouraudnährboden pro 200 ml PD-Agar.

Im Detail ergibt sich folgendes:

Konzentrationsstufe 0,5 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar: Die Hypothese der Varianzhomogenität wird vom Bartlett-Test auf dem signifikanten Niveau abgelehnt (P = 0,02). Der Kruskal-Wallis-Test zeigt auf dem hochsignifikanten Niveau, daß sich der Median wenigstens einer der drei Gruppen deutlich von den anderen unterscheidet. Laut Multiplem Mittelwertvergleich lassen sich nur „Bozen 95" und „Kramsach 94" nicht unterscheiden.

Bei einer Konzentration von 1 Sabouraudnährboden pro 200 ml PD-Agar kann die Hypothese der Varianzhomogenität der Stichproben nicht abgelehnt werden (Bartlett-P = 0,3). ANOVA zeigt auf dem hochsignifikanten Niveau, daß die Hypothese der Mittelwertsgleichheit der Stichproben abgelehnt werden muß. Wie der Multiple Mittelwertvergleich zeigt, unterscheiden sich alle drei Versuchs-Varianten (Kontrolle, „Kramsach 94" und „Bozen 95") signifikant voneinander.

Etwas kurios sind die Resultate der Konzentrationsstufe 2 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar: Varianzhomogenität der Stichproben liegt vor (Bartlett-P = 0,15), die Varianzanalyse lehnt die Hypothese der Mittelwertshomogenität ab, aber erstaunlicherweise zeigt der Multiple Mittelwertvergleich, daß sich „Kramsach 94" und Kontrolle nicht unterscheiden lassen, wohl aber „Bozen 95" und „Kramsach 94", wie auch „Bozen 95" und Kontrolle.

Bei der Konzentrationsstufe 4 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar erhält man nahezu wieder die üblichen Resultate: keine Varianzhomogenität (Bartlett-P = 0,015), keine Medianübereinstimmung (Kruskal-Wallis-Signifikanzniveau: $3\ 10^{-5}$); aber in dieser Konzentrationsstufe unterscheiden sich laut Multiplem Mittelwertvergleich alle drei Versuchsvarianten signifikant voneinander.

Wachstumshemmende Wirkung auf *Fusarium oxysporum* (Abb. 4): Diese Art ist die zwar langsamwüchsigste der drei Arten, die Struktur des Pilzmyzels in der zentralen Zone und in der Randzone ist jedoch in der Kontrolle mit der von *F. graminearum* durchaus vergleichbar (Abb. 9a, c–f). Die Fläche des sieben Tage nach dem Überimpfen bewachsenen Agars beträgt nur zwischen etwa 2.300 und 2.500 mm^2 Es ist auch diejenige Spezies, bei der die geringste Hemmungswirksamkeit konstatiert werden konnte. Dennoch ist die Auswirkung stets signifikant und steigt mit der Konzentration der beigegebenen Sabouraudagarmenge mit *Beauveria bassiana.* Die Suchhyphen auf dem Nährboden mit „Kramsach 94" (Abb. 10g) als auch mit „Bozen 95" (Abb. 10h) nehmen im Gegensatz zu *F. graminearum* und *F. sacchari var. subglutinans* leichter Kontakt zum Substrat und zeigen, abgesehen von geringfügigen Abweichungen (weniger Suchhyphen), ähnliches Wachstumsverhalten wie die Kontrolle (9a, c).

Im Detail ergibt sich:

Bei einer Konzentration von 0,5 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar liegt Varianzhomogenität der Stichproben vor (Bartlett-P = 0,12). Die Varianzanalyse zeigt auf dem signifikanten – nicht aber auf dem sehr signifikanten – Niveau einen Unterschied der Mittelwerte der Stichproben. Nach Multiplem Mittelwertvergleich unterscheiden sich alle Varianten signifikant voneinander, außer „Bozen 95" und „Kramsach 94"

Bei einer Konzentration von 1 Sabouraudnährboden pro 200 ml PD-Agar liegt keine Varianzhomogenität der Stichproben vor (Bartlett-P = $1{,}6\ 10^{-1}$). Die Hypothese der Medianübereinstimmung wird vom Kruskal-Wallis-Test auf dem hochsignifikanten Niveau abgelehnt. Wie der Multiple Mittelwertvergleich zeigt, unterscheiden sich alle Varianten bis auf den Vergleich: „Bozen 95" und „Kramsach 94"

Bei der Konzentration: 2 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar ist das ANOVA-Kriterium der Varianzhomogenität erfüllt (Bartlett-P = 0,4). Wenigstens drei der zwei Mittelwerte unterscheiden sich voneinander (ANOVA-Signifikanzniveau: 0,0000). „Bozen 95" und „Kramsach 94" unterscheiden sich laut Multiplem Mittelwertvergleich nicht signifikant voneinander, die beiden anderen Kombinationen schon.

Das Ergebnis zur Konzentrationsstufe: 4 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar gleicht qualitativ völlig dem der vorherigen Stufe; allerdings liegt keine Varianzhomogenität der Stichproben vor (Bartlett-P = $5\ 10^{-3}$).

Einfluß der Konzentration hemmender Substanzen von *Beauveria bassiana* auf *Fusarium graminearum* (Abb. 5): wie zu erwarten, nimmt mit zunehmender Anzahl der Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar die Hemmung nur dann zu (das Wachstum ab), wenn auf diesen Nährböden ein Isolat von *Beauveria bassiana* angesetzt worden war.

Im Detail ergibt sich für die der Kontrolle zugeordnete Regressionsgerade ein y-Achsenabschnitt a von etwa 3.180 mm², ein sehr geringer Anstieg b von –32 mm², ein erwartungsgemäß niedriger Korrelationskoeffizient von –0,068 und ein Bestimmtheitsmaß von 0,46%, d. h. das Modell trägt nur sehr wenig zur Erklärung der Variabilität des Regressanden (des Ausmaßes der bewachsenen Agarfläche) bei. Das linearisierte Modell: $y = ax^b$ hat sogar nur ein Bestimmtheitsmaß von 0,11%. Insgesamt läßt sich daher sagen, daß die Quantität der Zugabe der reinen Sabouraudnährböden keinen nachweisbaren Einfluß auf das Wachstum von *F. graminearum* hat.

Völlig anders ist die Situation bei der ersten Versuchsgruppe („Kramsach 94"): beim linearen Modell ergibt sich ein y-Achsenabschnitt von etwa 1.220 mm², ein hoher negativer Anstieg (–233 mm²), ein Korrelationskoeffizient von –0,88 und ein Bestimmtheitsmaß von 76,58%. D. h. das Modell erklärt immerhin mehr als 76% der Variabilität des Regressanden. Das linearisierte Modell $y = ax^b$ weist ein adäquates Bestimmtheitsmaß auf, nämlich 75,71%. Es läßt sich also nicht sagen, welches Modell geeigneter ist.

Bei der Versuchsgruppe „Bozen 95" unterscheiden sich die beiden Modelle in ihrer Eignung hingegen deutlich (Abb. 6). Das lineare Modell ergibt einen y-Achsenabschnitt von 1.520 mm², einen starken negativen Anstieg von –383 mm², einen Korrelationskoeffizienten von –0,74 und ein Bestimmtheitsmaß von 55,70%. Im Vergleich dazu weist das linearisierte Modell $y = ax^b$ ein bedeutend höheres Bestimmtheitsmaß auf, 87,14%, woraus man schließen kann, daß dieses Modell zur Erklärung der Variabilität des *Fusarium graminearum*-Wachstums deutlich besser geeignet ist. Man kann daraus weiter extrapolieren, daß eine Steigerung der Anzahl der Sabouraudnährböden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar über 4 keine bedeutend höhere Wachstumsverzögerung mehr bewirkt, während auf der anderen Seite ein geringfügiges Absenken der Sabouraudnährbödenkonzentration unter 0,5 pro 200 ml PD-Agar ein sehr deutliches Ansteigen des Wachstums zur Folge haben muß.

Einfluß der Konzentration hemmender Substanzen von *Beauveria bassiana* auf *Fusarium subglutinans* (Abb. 7): Der Einfluß der Konzentration hemmender Substanzen ist bei *Fusarium subglutinans* bei höheren Konzentrationen (2 und 4 Nährböden pro 200 ml PD-Agar) beim Stamm „Bozen 94" besonders deutlich zu sehen. Weniger klar verhält sich *Fusarium subglutinans* gegenüber dem Stamm „Kramsach 95" und insbesondere – wie bereits erwähnt – gegenüber der Kontrolle bei der Konzentrationsstufe 2 Sabouraudnährböden pro 200 ml PD-Agar.

Für die der Kontrolle zugeordnete Regressionsgerade ergibt sich ein y-Achsenabschnitt von 4.000 mm², und ein deutlicher Anstieg von –175 mm². Der Korrelationskoeffizient beträgt –0,24 und das Bestimmtheitsmaß liegt bei 5,93%. Das Modell ist also wenig geeignet, die Variabilität des Regressanden zu erklären. Etwas geeigneter ist das linearisierte Modell $y = ax^b$: sein Bestimmtheitsmaß beträgt 14,29%. Durch diesen relativ hohen Wert wird

gezeigt, daß die Kontrolle doch einen gewissen Einfluß auf das Wachstum von *Fusarium sacchari var. subglutinans* hatte.

Bei der Versuchsgruppe „Kramsach 94" wies die zugehörige lineare Regression folgende Eigenschaften auf: y-Achsenabschnitt etwa 3.433 mm^2, Anstieg: –600 mm^2, Korrelationskoeffizient: –0,68 und Bestimmtheitsmaß: 46,19%. Über 50% der Variabilität des Regressanden bleiben also durch das Modell unerklärt. Das Modell $y = ax^b$ ist mit einem Bestimmtheitsmaß von 36,37% noch weniger geeignet.

Einen deutlich größeren Erklärungswert weisen die beiden verwendeten Regressionsmodelle bei der Versuchsgruppe „Bozen 95" auf. Die lineare Regression ergibt einen y-Achsenabschnitt von etwa 3.070 mm^2, einen Anstieg von –836 mm^2, einen Korrelationskoeffizienten von –0,78 und ein Bestimmtheitsmaß von 61,39%. Das Modell $y = ax^b$ ist geringfügig besser zur Erklärung der Variabilität des Regressanden geeignet: das Bestimmtheitsmaß beträgt 65,76%.

Einfluß der Konzentration hemmender Substanzen von *Beauveria bassiana* auf *Fusarium oxysporum* (Abb. 8): Das Wachstum von *Fusarium oxysporum* ist offenbar auch bei relativ hohen Wirkstoffkonzentrationen nur in geringem Außmaß beeinflußbar. Entsprechend gering sind die Absolutbeträge der Anstiege der Regressionsgeraden und daher auch die Bestimmtheitsmaße.

Die lineare Regression der Kontrolle weist einen y-Achsenabschnitt von 2.427 mm^2, einen Anstieg von 0,98 mm^2, einen Korrelationskoeffizienten von 3,5 10^{-3} und ein Bestimmtheitsmaß von 0% auf. Beim Modell $y = ax^b$ ist das Bestimmtheitsmaß 0,06%. Man kann daher sagen, daß der Faktor: Konzentration reiner Sabouraudnährböden im PD-Agar das Wachstum von *Fusarium oxysporum* in keiner Weise beeinflußt hat.

Das lineare Modell weist bei der Versuchsgruppe „Kramsach 94" einen y-Achsenabschnitt von etwa 1.886 mm^2 und einen Anstieg von –124 mm^2 auf. Der Korrelationkoeffizient beträgt –0.34 und das Bestimmtheitsmaß beträgt 11,9%. Beim Modell $y = ax^b$ sind es 17,11%. Beide Modelle tragen nur wenig zur Erklärung der Variabilität des Regressanden bei.

Bei der Versuchsgruppe „Bozen 95" beträgt bei der linearen Regression der y-Achsenabschnitt der Geraden 2.066 mm^2, der Anstieg –177 mm^2, der Korrelationskoeffizient –0,76 und das Bestimmtheitsmaß 57,81%. Weniger geeignet zur Erklärung der Variabilität der von *Fusarium oxysporum* bewachsenen Agarfläche ist das Modell $y = ax^b$ Aber mit 52,46% kann immer noch mehr als die Hälfte dieser Variabilität durch das Modell erklärt werden.

Zuletzt sei noch erwähnt, daß die Prüfung des Anstiegsparameters – also die Prüfung der Frage, ob die Zugabe des Wirkstoffes überhaupt einen Einfluß auf das Wachstum von *Fusarium* hat – in jedem Fall und unabhängig davon, welche *Fusarium*art und welches *Beauveria*-Isolat verwendet wurde, ein signifikantes Resultat zugunsten der Hypothese, daß dies der Fall ist, erbracht hat (selbstverständlich jeweils mit Ausnahme der zugehörigen Kontrolle).

Untersuchung der gegenseitigen Hemmwirkung der beiden *Beauveria*-Isolate: In dieser Versuchsreihe wurden 20 PDA-Nährböden hergestellt mit je 2 Sabouraudnährböden ohne Pilz pro 200 ml PD-Agar, 20 mit 2 Sabouraudnährböden mit „Kramsach 94" pro 200 ml PD-Agar und 20 mit 2 Sabouraudnährböden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar. 30 Nährböden (10 von jeder Gruppe) wurden mit „Kramsach 94" und 30 (ebenfalls je 10 von jeder Gruppe) mit „Bozen 95" beimpft und bei einer Temperatur von 22°C gelagert. Das schnellwüchsigere Isolat „Bozen 95" wurde nach 11 Tagen, das Isolat „Kramsach 94" nach 22 Tagen ausgewertet. Das Resultat dieser Auswertung ist, daß die Wachstumsgeschwindigkeit beider Isolate von der Art der Nährböden und damit den vorhandenen, andere Pilze hemmenden Substanzen, nicht abhängt. Jedenfalls ergeben sich mit ANOVA (die Stichproben wiesen Varianzhomogenität auf) und Multiplem Mittelwertvergleich keine signifikanten Unter-

schiede: die *Beauveria*-Isolate werden weder durch die von ihnen selbst abgegebenen noch von den Substanzen des jeweils anderen Isolats im Wachstum gehemmt.

Diskussion

Vorab einige Bemerkungen zur Systematik bzw. zur Verwendung des Namens *Beauveria bassiana.* Die Determination des Pilzes bereitet Schwierigkeiten, weil er auf verschiedenen Nährmedien geringfügige Unterschiede in der Eidonomie aufweist. Dazu kommt, daß sich laut CMI Descriptions die beiden Arten *Beauveria bassiana* und *Beauveria brongniartii* lediglich in der Form der Konidien (rund bei *bassiana* und ellipsoidal bei *brongniartii*) bzw. durch die bei *B. brongniartii* „less clustered conidogenous cells" unterscheiden. Letztlich sei daran erinnert, daß Taxonomie nicht nur Naturwissenschaft, sondern auch Kunst ist – man erinnere sich an T. REAGANS (scherzhaft gemeinte) Artdefinition: *„Die Art ist* eine Gemeinschaft oder eine Anzahl von verwandten Gemeinschaften, die nach dem Urteil eines kompetenten Systematikers ausreichend scharf abgrenzbar sind, um sie mit einem gemeinsamen Artnamen zu belegen" (zitiert nach KURTEN, 1968). Problematisch, wenn es für eine Gruppe mehr als einen kompetenten Systematiker gibt! An der Situation wird sich bis auf weiteres kaum etwas ändern, auch nicht durch molekularbiologische Methoden, zumindest nicht, wenn nicht grundlegende Vorsichtsmaßnahmen akzeptiert werden (D. FAITH, 1990). Jedenfalls sind verschiedene Spezialisten am gleichen *Beauveria*-Isolat mit der gleichen Bestimmungsliteratur zu unterschiedlichen Resultaten gekommen. Wir folgen hier H. RIEDL.

Eine mittlerweile überaus umfassende Literatur beschäftigt sich mit dem Thema: biologische Kontrolle von Schadinsekten mittels *Beauveria bassiana* bzw. *Beauveria brongniartii.* Im deutschsprachigen Raum war es zunächst insbesondere B. SCHAERFFENBERG, 1941 und 1952, der auf die biologische Bekämpfbarkeit des Maikäfers mittels *Beauveria brongniartii* (von SCHAERFFENBERG als *Beauveria densa* bezeichet) hinwies. Später haben sich insbesondere S. KELLER (KELLER, 1986, KELLER, 1991 a, b, KELLER ET AL., 1992) und R. ZELGER (ZELGER, 1991 a und b), mittlerweile auch H. STRASSER (STRASSER, 1995) und F. SCHINNER (SCHINNER, 1996) mit dieser Problematik auseinandergesetzt.

Im Gegensatz zu der großen Aufmerksamkeit, die die Entomopathogenität von *Beauveria bassiana* und *Beauveria brongniartii* international ausgelöst hat, hat das zweite auffällige Merkmal dieses Pilzes, nämlich andere Pilze in ihrem Wachstum zu unterdrücken, zumindest in den letzten fünf Jahren offenbar kaum Anstoß zu wissenschaftlichen Arbeiten gegeben. Dies ist insofern merkwürdig, als diese Eigenschaft in vielerlei Hinsicht durchaus bedeutend sein kann – letztlich auch für die Untersuchung der Entomopathogenität und für die praktische Verwendbarkeit des Pilzes.

Es wurde bereits einleitend angedeutet, daß sich mit der Eigenschaft von *Beauveria bassiana,* andere Pilze und auch Bakterien im Wachstum zu hemmen, ein hochselektiver Nährboden erzeugen läßt, der zwar – wie weiterführende Untersuchungen gezeigt haben – nicht alle, aber doch sehr viele Pilze am Wachstum hindert. Dies ist insbesondere für die Direktisolierung des Pilzes aus Erde von Bedeutung. Voraussetzung für die praktische Verwendbarkeit ist allerdings die Entwicklung einer Methode, bei der die Ausbeute an wachstumshemmenden Substanzen wesentlich größer ist als bei dem hier vorgestellten Verfahren. Eine solche Methode liegt bereits vor und wird derzeit auf ihre Praxistauglichkeit überprüft. Da sich nach der vorliegenden Untersuchung unterschiedliche *Beauveria*-Stämme in ihrer wachstumshemmenden Wirkung geringfügig unterscheiden, ist es wichtig, verschiedene Isolate eingehender auf diese Eigenschaft hin zu untersuchen, um durch geeignete Wahl des Isolates die Wirkstoffausbeute zu maximieren.

Eine weitere mögliche Anwendung liegt in der biologischen Kontrolle bodenbürtiger Schadpilze. Erste Versuche in diese Richtung wurden bereits begonnen.

Vom medizinischen Standpunkt ist es interessant, die Antibiotikaproduktion durch *Beauveria bassiana* zu untersuchen, da diese Eigenschaft natürlich auch die praktische Verwendbarkeit des Pilzes einschränken kann. Neben der von DEHOOG, 1972, erwähnten Tatsache, daß sowohl *Beauveria bassiana* (von einem Thoraxabszeß) als auch *Beauveria brongniartii* vom Menschen abisoliert wurden, kommt mit der Antibiotikaproduktion des Pilzes noch ein zweiter Grund hinzu, warum man mit diesem Pilz nicht völlig sorglos in die praktische Anwendung gehen kann.

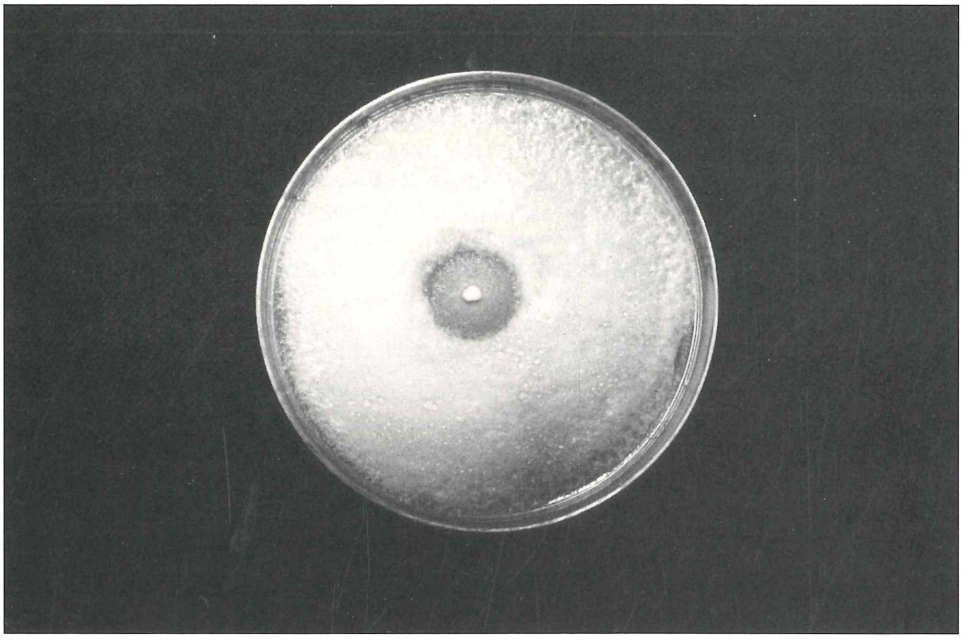


Abb. 1: Um das zentral auf dem Sabouraud-Agarnährboden wachsende Myzel von *Beauveria bassiana* hat sich ein Hemmhof gebildet: der Pilz der Gattung *Fusarium* ist dort nicht in der Lage zu wachsen und entwickelt sich daher nur an der Peripherie.

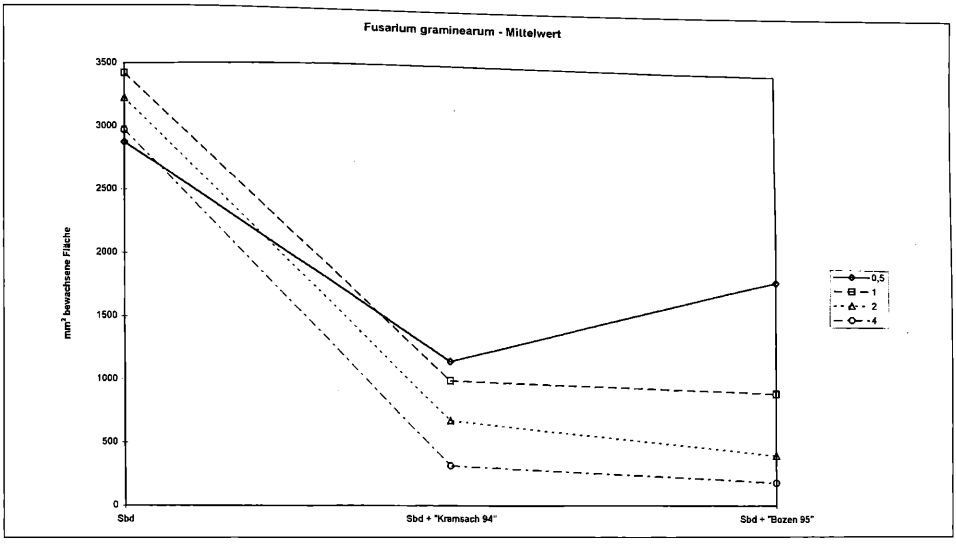


Abb. 2: Vergleich der mit *Fusarium graminearum* bewachsenen Nährbodenflächen: Kontrolle (kein *Beauveria*-Isolat) = Sbd, erste Versuchsgruppe (Isolat „Kramsach 94") = Sbd + „Kramsach 94", zweite Versuchsgruppe (Isolat „Bozen 95") = Sbd + „Bozen 95". Die Legende rechts neben der Abbildung bezeichnet die vier verschiedenen Konzentrationsstufen (Anzahl der Sabouraudnährböden – ggf. mit den von *B. bassiana* abgegebenen Substanzen – pro 200 ml PD-Agar).

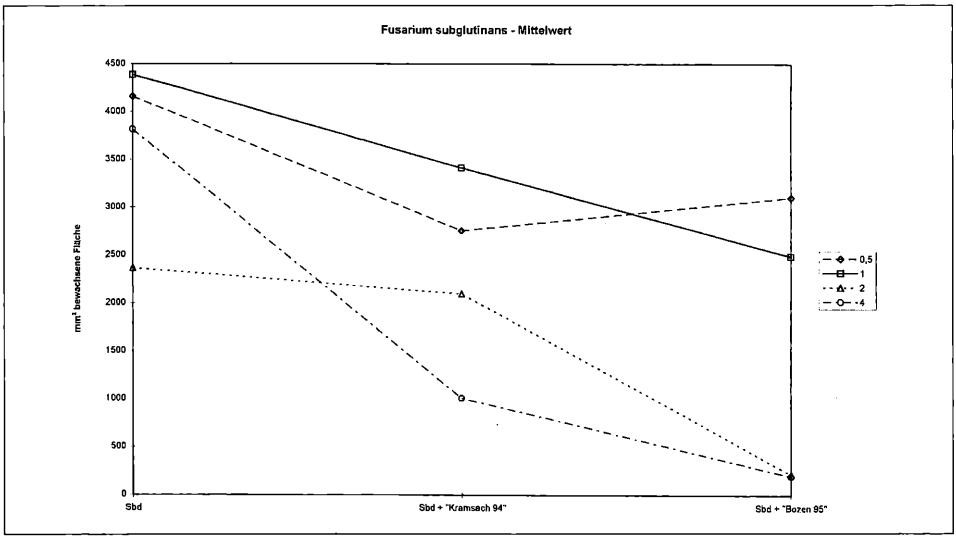


Abb. 3: Vergleich der mit *Fusarium sacchari var. subglutinans* bewachsenen Nährbodenflächen: Kontrolle (kein *Beauveria*-Isolat) = Sbd, erste Versuchsgruppe (Isolat „Kramsach 94") = Sbd + „Kramsach 94", zweite Versuchsgruppe (Isolat „Bozen 95") = Sbd + „Bozen 95". Die Legende rechts neben der Abbildung bezeichnet die vier verschiedenen Konzentrationsstufen (Anzahl der Sabouraudnährböden – ggf. mit den von *B. bassiana* abgegebenen Substanzen – pro 200 ml PD-Agar).

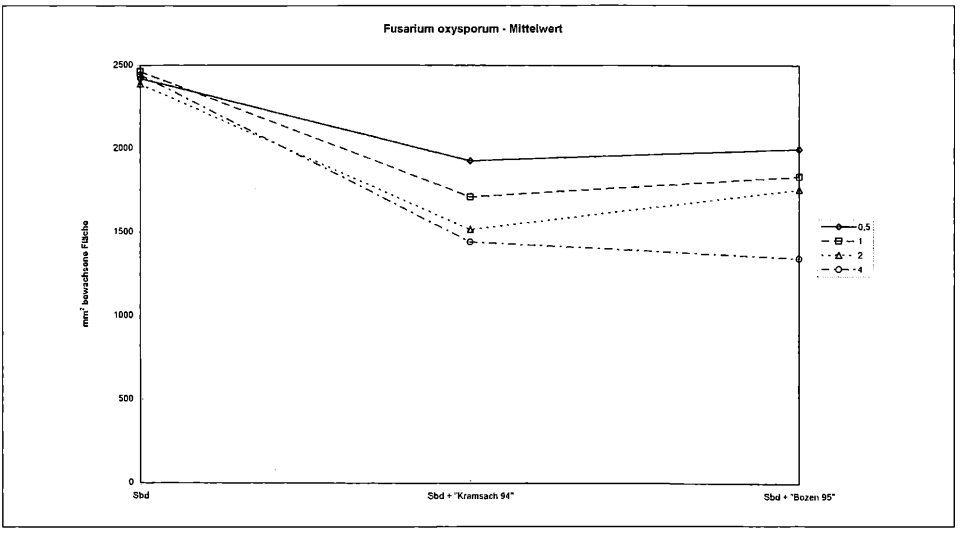


Abb. 4: Vergleich der mit *Fusarium oxysporum* bewachsenen Nährbodenflächen: Kontrolle (kein *Beauveria*-Isolat) = Sbd, erste Versuchsgruppe (Isolat „Kramsach 94“) = Sbd + „Kramsach 94“, zweite Versuchsgruppe (Isolat „Bozen 95“) = Sbd + „Bozen 95“. Die Legende rechts neben der Abbildung bezeichnet die vier verschiedenen Konzentrationsstufen (Anzahl der Sabouraudnährböden – ggf. mit den von *B. bassiana* abgegebene Substanzen – pro 200 ml PD-Agar).

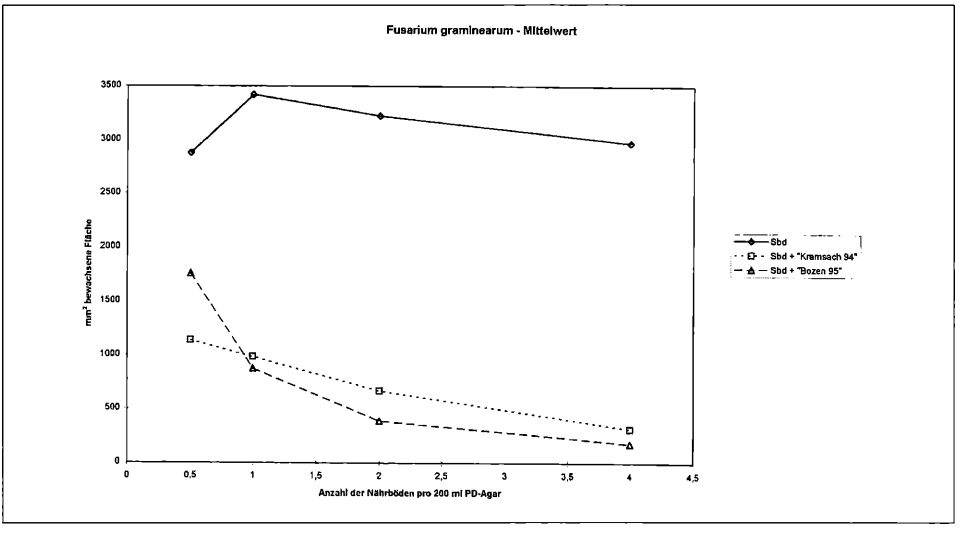


Abb. 5: *Fusarium graminearum:* mittleres Gesamtwachstum während eines 7-Tage-Zeitraums in Abhängigkeit von der Konzentration (Anzahl der dem PDA beigegebenen Sabouraudnährböden – ggf. mit den von *B. bassiana* abgegebenen Substanzen). Die Legende rechts neben der Abbildung bezeichnet die Versuchsgruppen: Sbd = nur Sabouraud (Kontrolle); Sbd + „Kramsach 94“ = Sabouraudnährboden mit Hemmsubstanzen des Isolats „Kramsach 94“; Sbd + „Bozen 95“ = Sabouraudnährboden mit Hemmsubstanzen des Isolats „Bozen 95“.

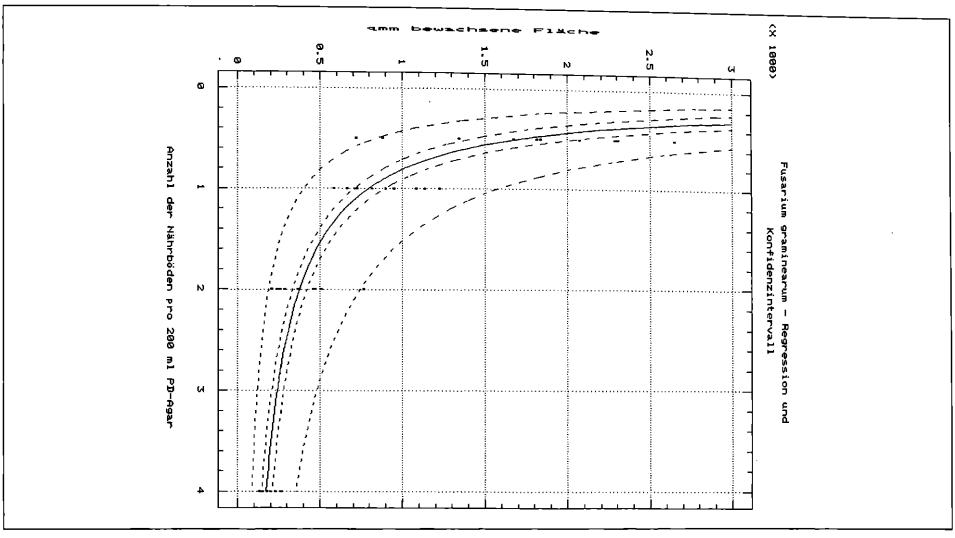


Abb. 6: *Fusarium graminearum:* Regression und 95%-Konfidenzintervall nach dem Modell $y = ax^b$. x ist die Anzahl der Sabouraudnährböden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar, y sind die mm^2 bewachsene Nährbodenfläche. Die Extrapolation ergibt, daß eine Steigerung der Anzahl der Sabouraudnährböden mit „Bozen 95" pro 200 ml PD-Agar über 4 keine bedeutend höhere Wachstumsverzögerung mehr bewirkt, während auf der anderen Seite ein geringfügiges Absenken der Sabouraudnährbödenkonzentration unter 0,5 pro 200 ml PD-Agar ein sehr deutliches Ansteigen des Wachstums zur Folge haben muß.

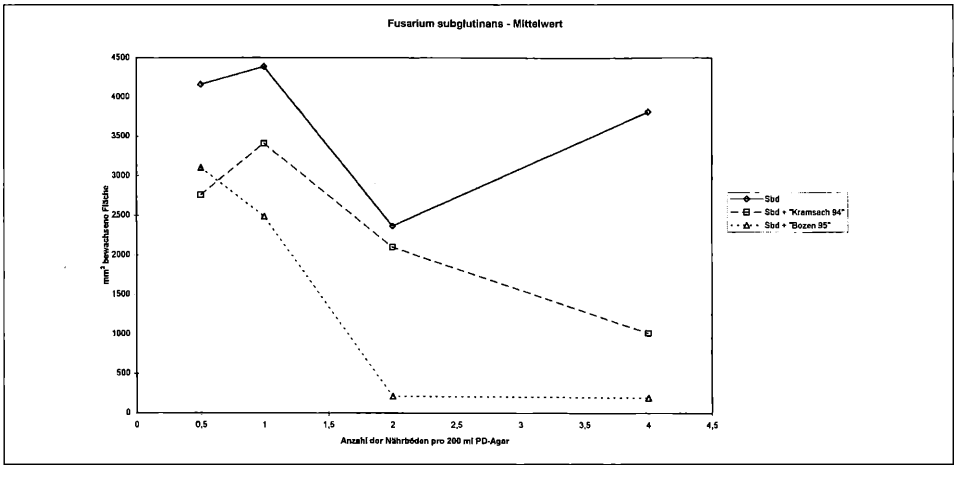


Abb. 7: *Fusarium sacchari var. subglutinans:* mittleres Gesamtwachstum während eines 7-Tage-Zeitraums in Abhängigkeit von der Konzentration (Anzahl der dem PDA beigegebenen Sabouraudnährböden – ggf. mit den von *B. bassiana* abgegebenen Substanzen). Die Legende rechts neben der Abbildung bezeichnet die Versuchsgruppen: Sbd = nur Sabouraud (Kontrolle); Sbd + „Kramsach 94" = Sabouraudnährboden mit Hemmsubstanzen des Isolats „Kramsach 94"; Sbd + „Bozen 95" = Sabouraudnährboden mit Hemmsubstanzen des Isolats „Bozen 95".

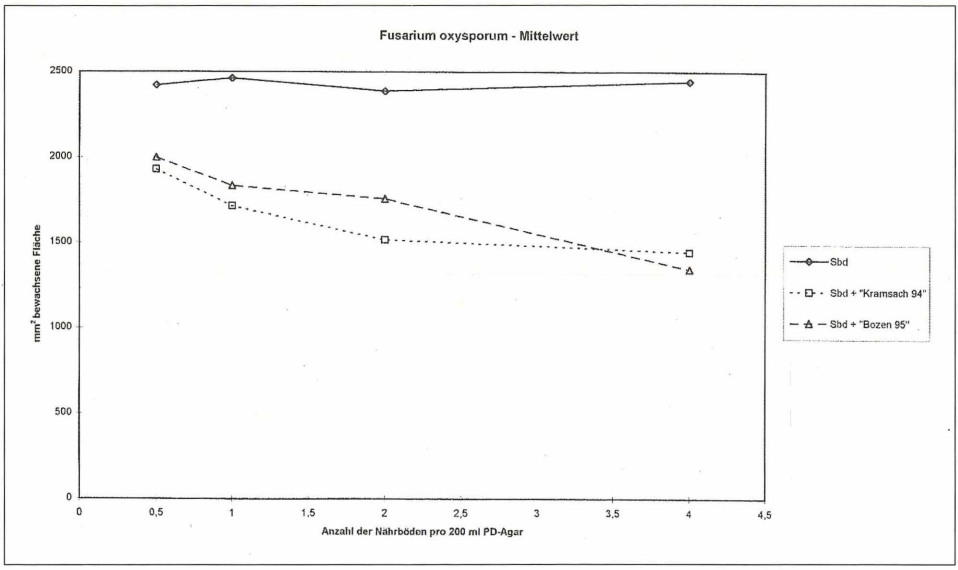


Abb. 8: *Fusarium oxysporum:* mittleres Gesamtwachstum während eines 7-Tage-Zeitraums in Abhängigkeit von der Konzentration (Anzahl der dem PDA beigegebenen Sabouraudnährböden – ggf. mit den von *B. bassiana* abgegebenen Substanzen). Die Legende rechts neben der Abbildung bezeichnet die Versuchsgruppen: Sbd = nur Sabouraud (Kontrolle); Sbd + „Kramsach 94" = Sabouraudnährboden mit Hemmsubstanzen des Isolats „Kramsach 94"; Sbd + „Bozen 95" = Sabouraudnährboden mit Hemmsubstanzen des Isolats „Bozen 95".

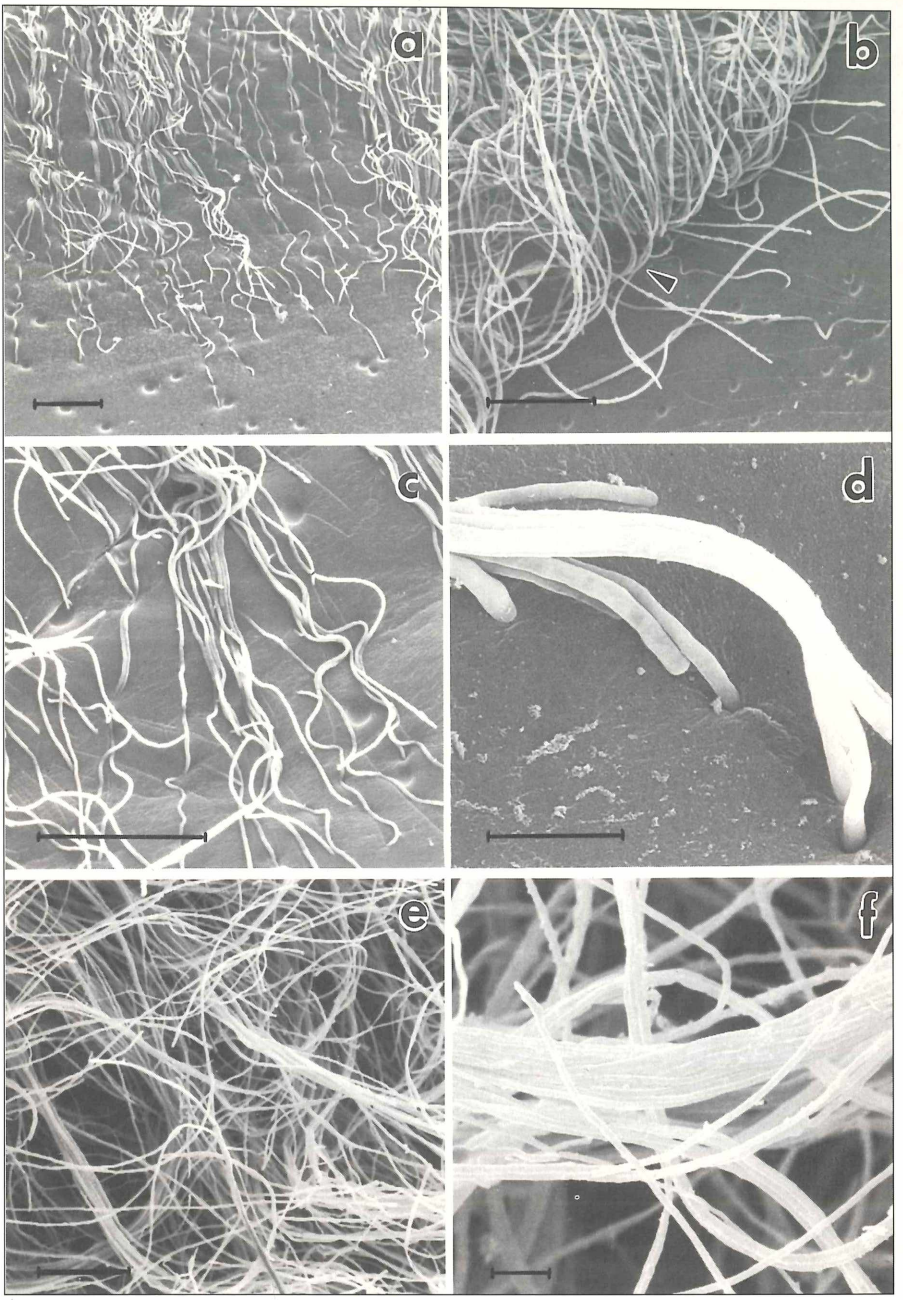


Abb. 9: Kontrolle: a) Randzone von *F. graminearum* (2 Sabouraudnährboden), Maßstab: 200µm, b) Randzone von *F. sacchari var. subglutinans* (4 Sabouraudnährboden), Maßstab: 200µm, c–f): *F. graminearum* (4 Sabouraudnährboden): c) einzelne Such- oder Infektionshyphen der Randzone, Maßstab: 200µm, d) „Hyphenstrang" der Randzone, bestehend aus Einzelhyphen, Maßstab: 20µm, e) Filamentöses, zentrales Pilzmyzel, Maßstab: 200µm, f) „Hyphenstrang" der zentralen Zone, Maßstab: 20µm.

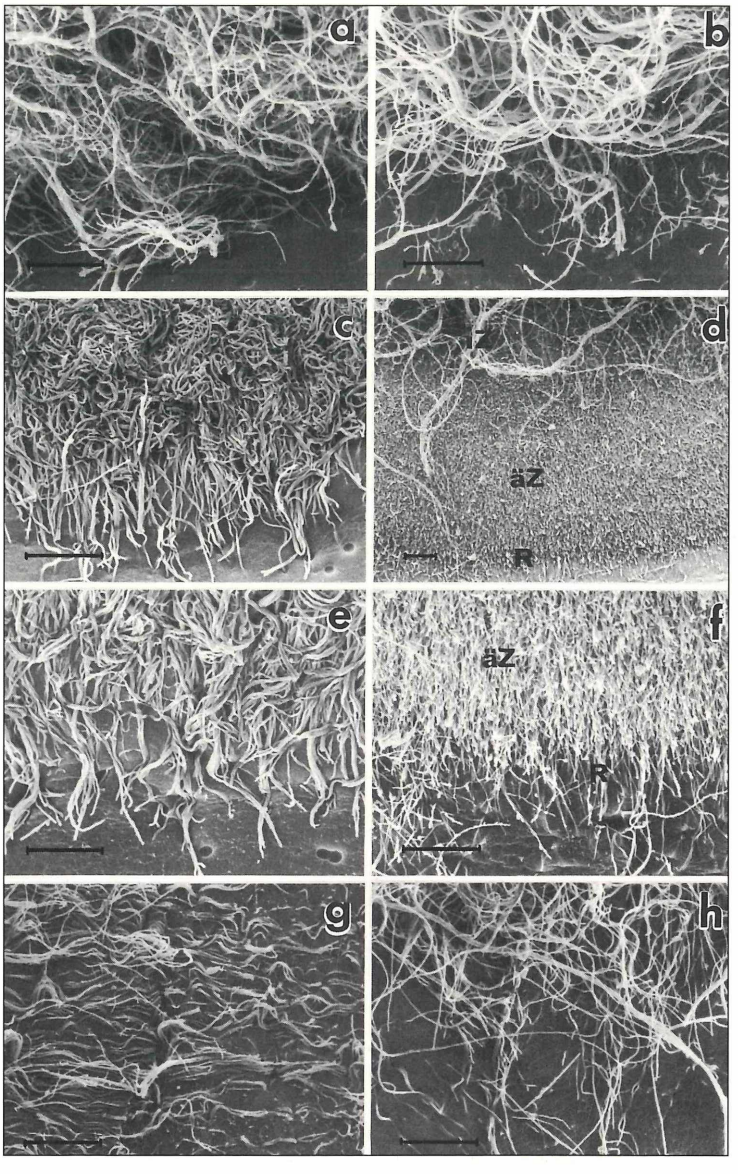


Abb. 10: Isolatversuche: a) Randzone von *F. graminearum* (2 Sabouraudnährboden mit „Kramsach 94"), b) Randzone von *F. graminearum* (2 Sabouraudnährboden mit „Bozen 95"), c) Randzone von *F. sacchari var. subglutinans* (2 Sabouraudnährboden mit „Bozen 95"), d. Pilzmyzel von *F. sacchari var. subglutinans* (4 Sabouraudnährboden mit „Bozen 95"). Beachte die Gliederung des Pilzmyzels in eine innere Zentralzone (iZ), eine äußere Zentralzone (äZ) und eine Randzone (R), e) Randzone von *F. sacchari var. subglutinans* (4 Sabouraudnährboden mit „Kramsach 94"), f) Randzone von *F. sacchari var. subglutinans* (4 Sabouraudnährboden mit „Bozen 95"), die Einzelhyphen wachsen überwiegend in Richtung der Bildebene, g) Randzone von *F. oxysporum* (4 Sabouraudnährboden mit „Kramsach 94"), h) Randzone von *F. oxysporum* (4 Sabouraudnährboden mit „Bozen"). Maßstab: 200µm.

Danksagung

Wir danken Herrn Univ.-Doz. Dr. H. RIEDL für die Determination des entomopathogenen Pilzes, Herrn Dr. Roland ZELGER, Herrn Dr. Peter CATE und Herrn Dipl.-Ing. EDMUND KURTZ für die Überlassung der *Beauveria*-Isolate und Frau MARIA PLASSNEGGER für die Flächenbestimmung der Pilzmyzelien.

Literatur

BURGESS, H. D.: Microbial control of Pests and plant diseases 1970–1980, *Academic Press,* 949 pp., 1981.

CMI (Commonwealth Mycological Institute, Ferry Lane, Kew, Surrey, England): Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 603, *Beauveria brongniarii, Commonwealth Agricultural Bureaux,* 1979.

DEHOOG, G. S.: The genera Beauveria, Isaria, Tritrachium and Acrodontium gen. nov., *Studies in Mycology,* No. 1,41 pp., 1972.

FAITH, D. P.: Chance marsupial relationships, *Nature,* Vol. 345, 393–394, 1990.

KELLER, S., KELLER, E., AUDEN, J. A. L.: Ein Großversuch zur Bekämpfung des Maikäfers *(Melolontha melolontha L.)* mit dem Pilz *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch, *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft,* 59, 47–56, 1986.

KELLER, S.: Pilzkrankheiten bei Schädlingen und ihre praktische Bedeutung, *Landwirtschaft Schweiz,* 4(5), 219–230, 1991.

KELLER, S.: The *Beauveria-Melolontha* project: experiences with regard to locust and grasshopper control. In: Lomer, C. J., Prior, C. (eds.), *Biological Control of Locusts and Grasshoppers,* Proceedings of a Workshop held at the International Institute of Tropical Agriculture, Cotonou, Republic of Benin, 29 April – 1 May 1991, 5 pp., 1992.

KELLER, S., SCHWEIZER, C., KELLER, E., BRENNER, H.: Ergebnisse der Untersuchungen zur Maikäferbekämpfung mit dem Pilz *Beauveria brongniartii, Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.* 8 (1–3), 99–103, 1992.

KURTEN, B.: Die Welt der Dinosaurier, *Kindler Verlag GmbH,* 256 pp., 1968 (1974).

MÜLLER-KÖGLER, E.: Pilzkrankheiten bei Insekten, *Paul Parey,* 444, 1965.

SCHAERFFENBERG, B.: Die biologische Bekämpfung des Maikäfers und seiner Larve mit *Beauveria densa, Anz. Schädlk.,* 17. Jg., 1941.

SCHAERFFENBERG, B.: Die Möglichkeiten einer Maikäferbekämpfung mit Hilfe von Mykosen. I. *Beauveria densa* Link, ein Hauptparasit von *Melolontha sp., Anz. Schädlk., 25,* 166–170, 1952.

SCHINNER, F.: Bekämpfung von Engerlingen des Maikäfers und des Gartenlaubkäfers mit *Beauveria brongniartii* – 2. Teilprojekt, *Projektsdokumentation des Forschungsprojekts Nr. L 0983/95 des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,* 17 pp., 1996.

STRASSER, H.: Biologische Maikäferbekämpfung auch bald in Österreich?, *Der Pflanzenarzt,* 6, 14–17, 1995.

TANADA, Y., KAYA, H. K.: Insect pathology, *Academic Press Inc.,* 666 pp., 1993.

ZELGER, R.: Biologische Bekämpfung des Maikäfers – eine brauchbare Alternative? (2.Teil), Besseres Obst 1, 11–13, 1991.

ZELGER, R.: Biologischer Pflanzenschutz – am Beispiel der Maikäfer-Bekämpfung, *Obstbau – Weinbau,* 6, 189–191, 1991.

(Manuskript eingelangt am 15. November 1996)

Pflanzenschutzberichte
Band 56, Heft 2, 1996

Biologische Bekämpfung von *Cladosporium fulvum* Cke. an Tomaten im Gewächshaus

Biological control of *Cladosporium fulvum* Cke. on tomatoes in the greenhouse

GERHARD BEDLAN
Institut für Phytomedizin am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Spargelfeldstraße 191, 1226 Wien

Zusammenfassung

Die Bedeutung der Samtfleckenkrankheit an Tomaten hat in den letzten Jahren wiederum zugenommen. Durch technische Maßnahmen, wie z. B. Lüftungen in den Gewächshäusern und Tröpfchenbewässerung, konnte das Ausmaß der Schäden durch *Cladosporium fulvum* in Grenzen gehalten werden. Zusätzlich wurden vermehrt gegen die Samtfleckenkrankheit resistente Sorten kultiviert. Aus vermarktungstechnischen Gründen wurde in den letzten Jahren jedoch der Anbau von long-shelf-life-Typen forciert, die gegen *Cladosporium fulvum* aber sensitiv sind. Durch den massiven Blattbefall und den damit verbundenen Assimilationsverlusten kommt es zu Ertragseinbußen. In Österreich sind derzeit keine Präparate zur Behandlung der Samtfleckenkrankheit an Tomaten zugelassen. Im Sinne von integrierten und biologischen Bekämpfungsmaßnahmen wurden Versuche mit dem Antagonisten *Trichoderma harzianum* durchgeführt.

Stichwörter: *Cladosporium fulvum* Cke.; *Trichoderma harzianum;* Tomate; Gewächshaus; biologische Bekämpfung.

Summary

The importance of leaf mould of tomato has increased during the last years. Ventilation and drop irrigation in the greenhouses have improved the damages caused by *Cladosporium fulvum,* also the cultivation of resistant varieties. In the last time reasons of the market forced so called long-shelf-life-types, which are sensitive to *Cladosporium fulvum.* Harvest losses are caused by heavy leaf infestations. At this time in Austria no fungicide is registered against leaf mould on tomatoes. In the sense of an integrated and biological pest management trials were carried out with the antagonistic fungi *Trichoderma harzianum.*

Key words: *Cladosporium fulvum* Cke.; *Trichoderma harzianum;* tomato; greenhouse; biological control.

Einleitung

Im Rahmen von integrierten und biologischen Bekämpfungsmaßnahmen wurden mit einem Isolat von *Trichoderma harzianum* Versuche zur Behandlung von ausgewählten Gemüsekrankheiten durchgeführt. Die biologische Wirkung dieses Isolates wurde gegen *Cladosporium fulvum* an Tomaten im Gewächshaus getestet. In vielen Hinweisen und Versuchen, so auch vom Hersteller des Präparates, wird der abwechselnde Einsatz von *Trichoderma harzianum* und einem chemischen Präparat für eine bessere Wirkung empfohlen. In den vorliegenden Versuchen wurde jedoch getestet, ob eine alleinige Anwendung von *Trichoderma harzianum* gegen *Cladosporium fulvum* für den Einsatz in Praxisbetrieben genügend Wirksamkeit erbringt.

Material und Methode

Bei diesem Isolat von *Trichoderma harzianum* handelt es sich um den Stamm T-39, der in Israel von natürlich infizierten Gurkenblättern gewonnen wurde (ELAD ET AL., 1993). Die antagonistische Wirkung von Arten der Gattung *Trichoderma* resultiert auf Nahrungskonkurrenz, Antibiosis oder Parasitismus. Diese Wirkungsweisen können gemeinsam oder einzeln auftreten (CHET, 1987). *Trichoderma harzianum* T-39 tritt auf dem Blatt als Nährstoffkonkurrent und/oder Parasit der Pathogene auf. Das Isolat liegt als feines Spritzpulver mit einer C.F.U von 1,5–5,0 x 10^9/g vor und kann damit von Gärtnern und Landwirten einfach gehandhabt werden. Es ist gegen die meisten Pflanzenschutzmittel, die im Gemüsebau eingesetzt werden, unempfindlich. Eine Ausnahme stellen Botrytizide dar.

Pathogen, Biologie und Symptome

Cladosporium fulvum kann im Gewächshaus während der gesamten Kulturdauer auftreten; der Befall ist jedoch sehr sortenspezifisch. Die Samtfleckenkrankheit hat sich in den letzten Jahren zu der bedeutendsten Krankheit bei der Tomatenkultur im Gewächshaus entwickelt. Im Freiland kommt diese Krankheit praktisch nicht vor. Nach zunehmendem Anbau von Sorten, die gegen die Samtfleckenkrankheit resistent sind, kamen in letzter Zeit aus vermarktungstechnischen Gründen long-shelf-life-Typen zum Anbau, die gegen *Cladosporium fulvum* aber sensitiv sind. Durch den massiven Blattbefall und den damit verbundenen Assimilationsverlusten kommt es zu Ertragseinbußen.

Cladosporium fulvum Cke.

Das Myzel ist septiert und verzweigt und verfärbt sich – wenn es älter wird – dunkel. Auf den Blattflecken entwickeln sich die Konidienträger, indem sie die Kutikula durchbrechen. Sie sind nur wenig verzweigt, septiert und bilden an ihren Spitzen die Konidien. Sie legen schließlich ein Septum an und wachsen weiter, wenn jede Konidie ausgeformt ist. Dadurch sehen sie bei jeder Sporenansatzstelle unregelmäßig „geknotet" aus. Die Konidien sind ein- bis vierzellig, mehr oder weniger rechteckig, dunkel, olivbraun gefärbt. Die Konidien sind 10–47 x 4–10 µ groß (BEDLAN, 1988).

Biologie

Der samtartige Sporenbelag auf den Blattunterseiten besteht aus Hyphen, Konidien und Konidienträgern des Pilzes. Die Konidien sind in der Lage, bis zu 9 Monate bei trockener Atmosphäre zu überleben. Damit kann der Pilz im Gewächshaus bis zur nächsten Tomatenkultur überdauern. Sporen können im Gewächshaus am Glas, an Konstruktionsteilen und sonstigen Geräten haften oder sie werden durch den Luftzug in die Gewächshäuser getragen.

Eine Infektion kann im Gewächshaus aufgrund der Temperaturen und der Luftfeuchtigkeit die dort stets herrschen, immer erfolgen. Erst Temperaturen über 30 °C würden eine Infektion unterbinden, andererseits wird aber die Keimung der Pollenschläuche der Tomaten gehemmt und somit die Befruchtung in Frage gestellt. Für erfolgreiche Infektionen genügt z. B. eine Temperatur um 15 °C und eine rel. Luftfeuchtigkeit von über 90%, bei 20 °C eine rel. LF von 75% und bei Temperaturen über 20 °C wird die Entwicklung von *Cladosporium fulvum* gehemmt (CRÜGER, 1991).

Cladosporium fulvum zerfällt in verschiedene physiologische Rassen (derzeit sind 13 solcher Rassen bekannt).

Symptome

Auf den Blattoberseiten verursacht der Pilz unscharf begrenzte gelbliche Flecken. Diese Flecken weisen auf den Blattunterseiten einen braunen samtartigen Pilzbelag auf.

Selten werden auch Früchte befallen, auf denen dann schwarze Flecken zu sehen sind.

Wird ein Befall übersehen und werden keine Gegenmaßnahmen ergriffen, können die Blätter sehr rasch vertrocknen, womit der Fruchtansatz und letztlich eine gute Ernte gefährdet sind.

Versuchsdurchführung

Zur biologischen Bewertung von *Trichoderma harzianum* gegen *Cladosporium fulvum* wurden vier Versuche in jeweils verschiedenen Gewächshäusern durchgeführt.

Versuch 1

Varianten: *Trichoderma harzianum* (4 kg/ha), Triforine als Vergleichspräparat (205,2 g/ha a. i.), unbehandelte Kontrolle.

Behandlungstermine: 19. Juli, 28. Juli, 9. August und 23. August.
Pro Parzelle wurden 15 Pflanzen behandelt, in zwei Wiederholungen.
Auswertungstermine: 9. August, 23. August und 31. August.
S. Diagramm 1

Versuch 2

Varianten: *Trichoderma harzianum* (2 kg/ha), *Trichoderma harzianum* (4 kg/ha), Triforine als Vergleichspräparat (205,2 g/ha a. i.), unbehandelte Kontrolle.

Behandlungstermine: 21. Juni, 5. Juli, 14. Juli, 24. Juli und 3. August.
Pro Parzelle wurden 10 Pflanzen behandelt, in zwei Wiederholungen.
Auswertungstermine: 5. Juli, 14. Juli, 24. Juli, 3. August und 18. August.
S. Diagramm 2

Versuch 3 und 4

Varianten: *Trichoderma harzianum* (2 kg/ha) + 1% Öl, Triforine als Vergleichspräparat (205,2 g/ha a. i.), unbehandelte Kontrolle.

Behandlungstermine: 20. Juni, 3. Juli, 16. Juli, 25. Juli, 9. August, 20. August und 4. September.
Pro Parzelle wurden 10 Pflanzen behandelt, in zwei Wiederholungen.
Auswertungstermine: 3. Juli, 16. Juli, 25. Juli, 9. August, 20. August, 4. September und 18. September.
S. Diagramme 3 und 4

Ergebnisse

An Tomaten können ca. 25% an befallener Blattfläche toleriert werden. Ein solcher Befall führt noch zu keinen Ernteverlusten. Der Befallsverlauf in Diagramm 1 zeigt, daß bei Behandlung mit *Trichoderma harzianum* (4 kg/ha) der Befall bei den 3 Boniturterminen zwischen 40 und 42,5% liegt, bei Triforine liegt er zwischen 30 und 40%. Unbehandelte Pflanzen zeigen hingegen einen Befall zu den Boniturterminen von 70 bis 80%. Die biologische Wirksamkeit von *Trichoderma harzianum* liegt in diesem Versuch also zwischen 57 und 47% (bei der letzten Auswertung).

Im 2. Versuch (Diagramm 2) ist die biologische Wirksamkeit von *Trichoderma harzianum* (2 kg/ha) besser als jene von *Trichoderma harzianum* mit 4 kg/ha. Die Variante mit 2 kg/ha zeigt bei den einzelnen Terminen 57, 25, 67, 47 und 34% biologische Wirksamkeit, die Variante mit 4 kg/ha 0, 0 (Befall schlechter als in der unbehandelten Kontrolle!), 0, 5 und 11% biologische Wirksamkeit im Gegensatz zu Triforine mit 100, 100, 100, 90 und 56% biologischer Wirksamkeit, während der Befall in der unbehandelten Kontrolle stetig von 7% auf 90% Befall steigt.

Im 3. Versuch (Diagramm 3) liegt die biologische Wirksamkeit von *Trichoderma harzianum* (2 kg/ha + Öl) zu den einzelnen Boniturterminen bei 53, 57, 25, 42 und 50% (Bewertung bis 20. August), die von Triforine bei 74, 63, 58, 81 und 79% (Bewertung bis 20. August), während der Befall in der unbehandelten Kontrolle von 6% auf 43% steigt (Bewertung bis 20. August).

Im 4. Versuch (Diagramm 4) liegt die biologische Wirksamkeit von *Trichoderma harzianum* (2 kg/ha + Öl) zu den einzelnen Boniturterminen bei 44, 50, 49, 37 und 24% (Bewertung bis 20. August), die von Triforine bei 69, 70, 76, 81 und 75% (Bewertung bis 20. August), während der Befall in der unbehandelten Kontrolle von 5% auf 57% steigt (Bewertung bis 20. August).

Die Bewertung der biologischen Wirksamkeit in den Versuchen 3 und 4 erfolgte deshalb nur bis zum Boniturtermin 20. August, da üblicherweise die Tomaten bereits anfangs September aus den Gewächshäusern geräumt werden und erfahrungsgemäß keine Behandlungen mehr durchgeführt werden müßten.

Die letzte Behandlung am 4. September erfolgte daher außerplanmäßig. Die Auswertungen am 4. und 18. September zeigten, daß zu diesen Zeitpunkten bereits ein sehr hoher Infektionsdruck herrschte, wobei die Parzellen, die mit *Trichoderma harzianum* behandelt wurden, einen Befall von über 50 bzw. 80% aufweisen und nur Triforine eine ausreichende Wirkung zeigte.

Eine Verkürzung der Behandlungsintervalle mit *Trichoderma harzianum* könnte eine noch bessere Wirkung erbringen. Es ist auch an eine abwechselnde Behandlung der Pflanzen mit Triforine und *Trichoderma harzianum* gedacht.

Trichoderma harzianum könnte bei biologischer Produktionweise eingesetzt werden, aber auch bei integrierter Produktion eine Alternative zum chemischen Pflanzenschutz darstellen.

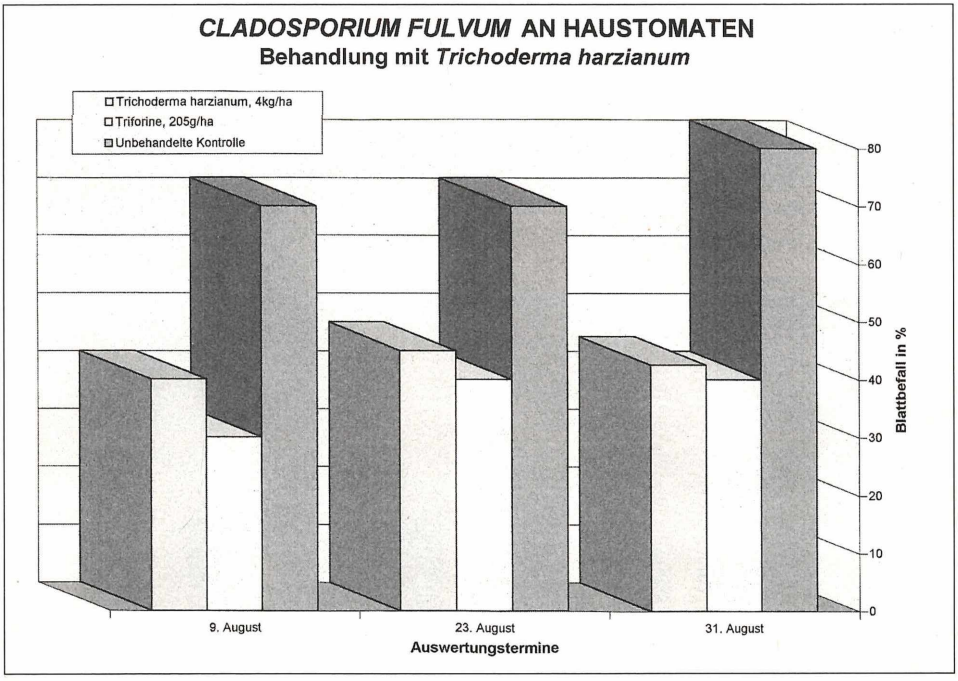


Diagramm 1

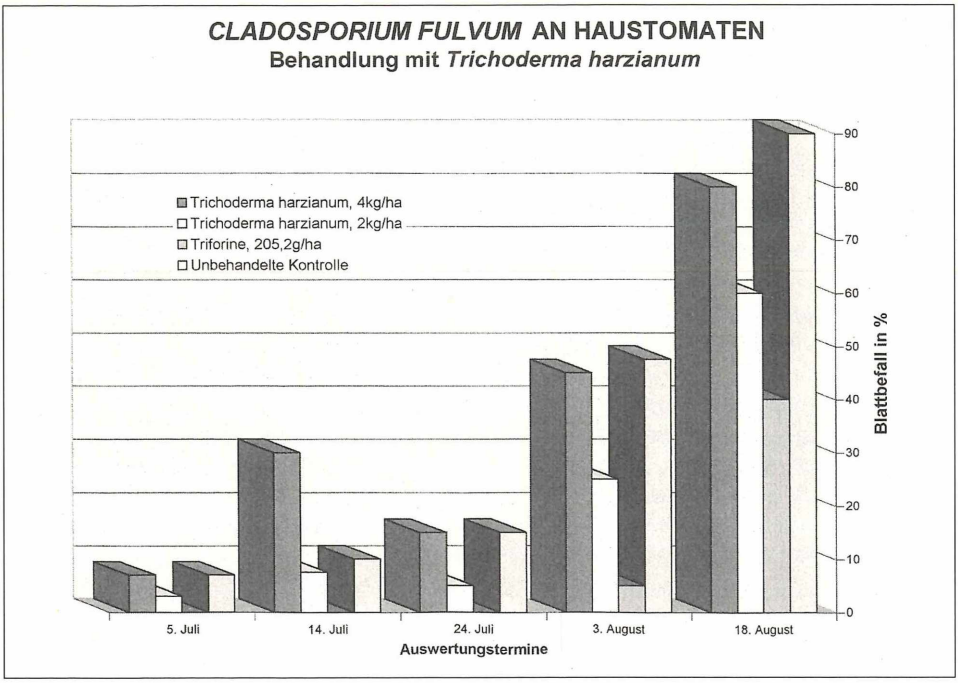


Diagramm 2

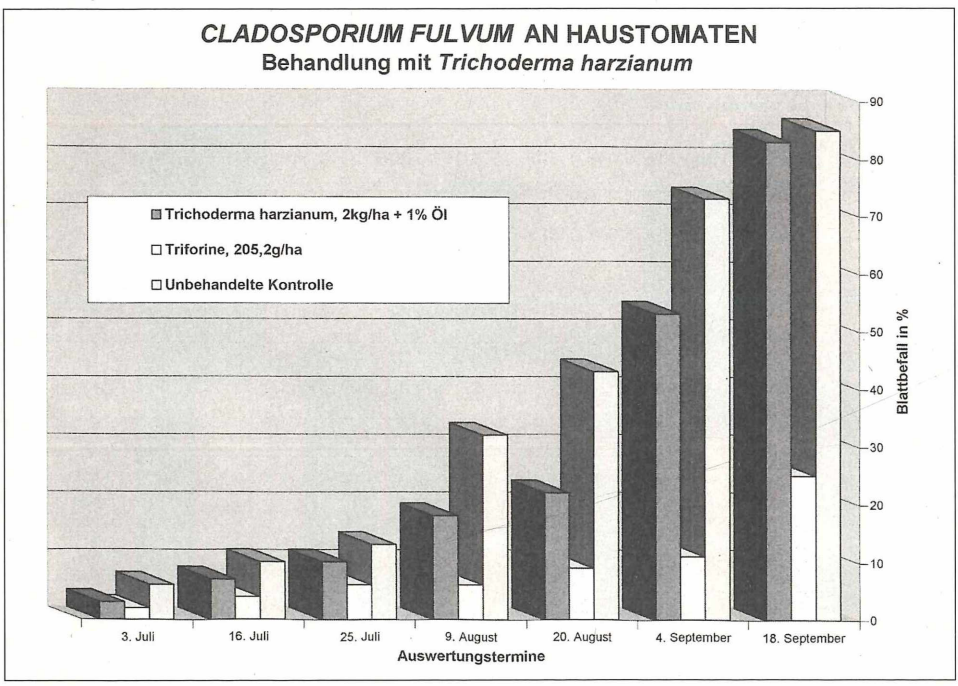


Diagramm 3

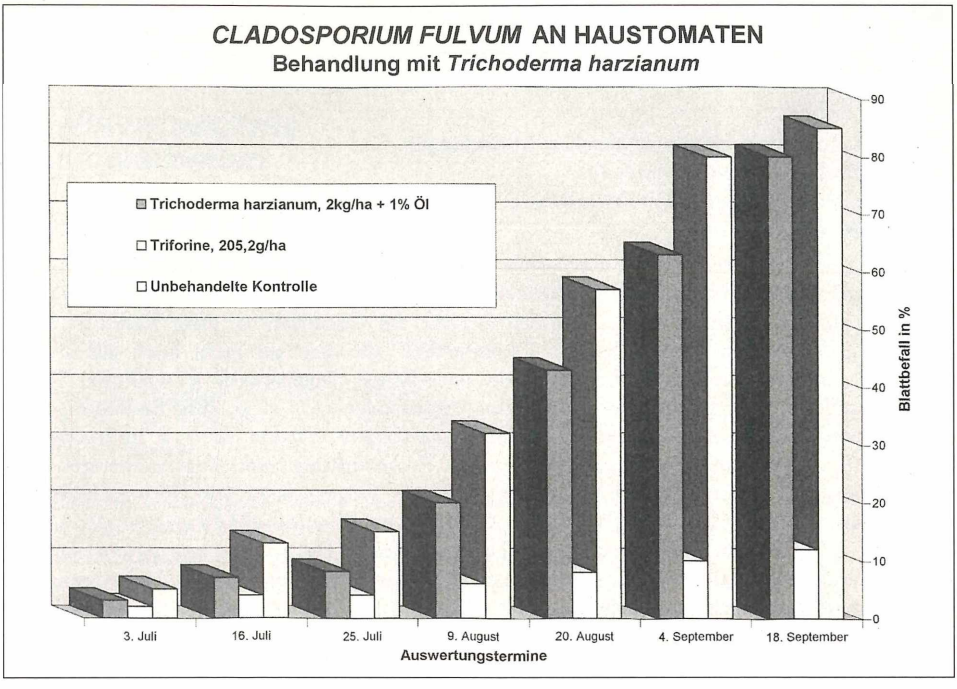


Diagramm 4

Literatur

BEDLAN, G.: Phytopathogene Pilze unserer Kulturpflanzen. *Verlag Jugend & Volk Wien,* 96 S., 1988.

BEDLAN, G.: Biologische Bekämpfung ausgewählter Gemüsekrankheiten mittels *Trichoderma harzianum. Mitt. a. d. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem,* Heft 321, S. 456, 1996.

CHET, I.: Trichoderma: application, mode of action and potential as a biocontrol agent of soilborne plant pathogenic fungi, p. 137–160, in: *„Innovative Approaches to Plant Disease Control", I. Chet, ed., J. Wiley & Sons,* New York, 1987.

CRÜGER, G.: Pflanzenschutz im Gemüsebau. *Verlag E. Ulmer Stuttgart,* 3. A., 344 S., 1991.

ELAD, Y. ET AL.: Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber grey mould *(Botrytis cinerea)* under commercial greenhouse conditions. *Plant Pathol.* 42: 324–332, 1993.

(Manuskript eingelangt am 21. November 1996)

Buchbesprechungen / Book reviews

Raubmilben, nützliche Regulatoren im Naturhaushalt

Wolfgang KARG

208 Seiten, Taschenbuch mit zahlreichen Abbildungen
Die neue Brehm Bücherei, Band 624
Verlag Westarp Wissenschaften, Magdeburg, 1994
ISBN 3 89432 438 4

Räuberisch lebende Milben sind eine große Tiergruppe mit zahlreichen Arten, die infolge ihrer Kleinheit (die meisten Arten werden kaum größer als einen Millimeter) von den meisten Menschen überhaupt nicht wahrgenommen werden. Im Gegensatz zu ihrer Kleinheit steht ihre Bedeutung in den verschiedensten Ökosystemen, die man gar nicht hoch genug einschätzen kann, sind die Raubmilben doch die natürlichen Gegenspieler so wichtiger Tiere, wie Spinnmilben, Gallmilben, Springschwänze, Nematoden u. v. a. m. Ihre Bedeutung läßt sich erst dann richtig ermessen, wenn sie einmal ausgeschaltet werden, wie z. B. im intensiven Obstbau in vergangenen Zeiten, wo es dann als Folgewirkung zum Massenauftreten von Spinnmilben und anderen Schädlingen kam. Auch als Gegenspieler von Springschwänzen und Nematoden, einer besonders wichtigen Gruppe von Pflanzenschädlingen in der Landwirtschaft, sind sie von großer Bedeutung. Das vorliegende Buch gibt einen guten Einblick über die Formenvielfalt räuberischer Milben in ihrer manchmal fast bizarren Ausprägung. Es folgen Kapitel zur Lebensweise, die immer in Beziehung zu ihrer Körpergestalt zu sehen ist. Besonderes Augenmerk wird auch der Bedeutung als natürliche Regulatoren gewidmet. Schließlich folgt ein Bestimmungsschlüssel für die wichtigsten Familien der Raubmilben und deren prominenteste Vetreter.

Das Buch bietet gute Hilfe für Wissenschaftler aus der landwirtschaftlichen Forschung, insbesondere in den Gebieten Phytopathologie, Entomologie, Acarologie und Ökologie. Darüber hinaus ist es auch sehr für interessierte Laien und für Schüler zu empfehlen, die in dieses hochinteressante Fachgebiet Einblick nehmen wollen.

A. Kahrer

Heilpflanzen im eigenen Garten

von Ingo HOFFMANN und Bernhard ZEPERNICK

Erschienen in der Reihe DLV-Gartengestaltung, 1. Auflage, 136 Seiten, 127 Farbabbildungen, 24,0 x 16,7 cm, broschiert
DM 24,80; sfr 24,60; öS 184,–
Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin GmbH.
ISBN 3-331-00702-1

Dieses Buch will Hobbygärtner dazu anregen, Heilpflanzen im eigenen Garten zu kultivieren, und damit Freude an einer etwas ungewöhnlichen Gartengestaltung wecken. Beispiele zeigen, wie ein Arzneipflanzengarten entweder nach historischen Vorbildern oder in unterschiedlichen Biotopen angelegt werden kann. Allen, die sich für Heilkräuter interessieren und die sie in ihrem Garten heranziehen möchten, aber auch denen, die in Schulen oder Heimgärten Anlagen für Heilkräuter erstellen wollen, soll dieses Buch eine Orientierungshilfe sein. Anregungen und Vorschläge für die Gestaltung größerer oder kleinerer Flächen sowie Tips zur Kultur der unterschiedlichsten Heilpflanzen sollen Planung und Arbeit erleichtern. Auf die Anforderungen, die diese Pflanzen an ihre Umwelt stellen, wie Frostempfindlichkeit, Vorliebe für Sonnen- oder Schattenlage, wird ebenso eingegangen wie auf Hinweise, in welchem Umfang sie als Heil- oder Gewürzpflanze bzw. als Wildgemüse genutzt werden können.

Wer seine Pflanzen selbst heranziehen möchte, erfährt auch etwas über bewährte Vermehrungsmethoden.

G. Bedlan

Pflanzenschutzberichte
Band 56, 1996

Inhaltsverzeichnis Originalarbeiten

Inhalt	Contents		Heft / Seite
Biologische Bekämpfung von *Cladosporium fulvum* Cke. an Tomaten im Gewächshaus	Biological control of *Cladosporium fulvum* Cke. on tomatoes in the greenhouse	BEDLAN, GERHARD	2/136
Phänologie des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis* Hbn. *Lep. Pyralidae*) in der Slowakei, I. Lichtfallen	Phenology of the european corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn. *Lep. Pyralidae*) in Slovakia, I. light traps	CAGAN, LUDOVIT BARABAS, LADISLAV	1/33
Phänologie des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis* Hbn. *Lep. Pyralidae*) in der Slowakei, II. Schlüpfen der Falter in Käfigen und im Freiland, Eiablage, Schaden an Blättern und Stengeln	Phenology of the european corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn. *Lep. Pyralidae*) in Slovakia, II. moth emergence in cages and in action sites, oviposition, damage of leaves and stalks	CAGAN, LUDOVIT BARABAS, LADISLAV	1/45
Der Fang des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis* Hbn. *Lep. Pyralidae*) mit Pheromonfallen in der Slowakei und Österreich	Pheromone trapping of European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. in Slovakia and Austria	CAGÁN, L. BERGER, H. TANCIK, J. SIVICEK, P.	1/61
Einfluß der gemeinsamen Haltung verschiedener Vorratsinsektenpopulationen mit der Getreidemotte, *Sitotroga cerealella* und dem Amerikanischen Reismehlkäfer, *Tribolium confusum*, in Getreide	The effects of the presence different populations of stored product insects upon the Angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* and the confused flour beetle, *Tribolium confusum* in cereals	HELAL, R. M. Y. BERGER, H. K.	1/24
Zur Hemmung des Myzelwachstums dreier *Fusarium*-Arten durch den entomophagen Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.	The growth inhibition of three species of *Fusarium* by means of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.	LANGBAUER, BARBARA RICHTER, SUSANNE TIEFENBRUNNER, W.	2/119
Fraßaktivität von Collembolen (*Isotoma thermophila, Heteromurus nitidus, Folsomia candida*) an drei verschiedenen, bodenbürtigen, phytopathogenen Schadpilzen der Gattung *Fusarium* (*Fusarium subglutinans, Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum*)	Feeding activity of springtails (*Isotoma thermophila, Heteromurus nitidus, Folsomia candida*) on three different soilborn phytopathogenic *Fusarium* species (*F. subglutinans, F. graminearum, F. oxysporum*)	MEHL, FRIEDRICH	1/1
Die Blattbräune der Roßkastanie – *Guignardia aesculi* Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten	The leaf blotch disease of horse-chestnut – *Guignardia aesculi* Biology and possibilities of control	PLENK, ASTRID	1/67

Inhalt	Contents	Heft / Seite
Weiterführende Untersuchungen zur Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste-Mehltau (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei*) in Österreich	Continuated analysis of virulence factors in the host-parasite system spring barley varieties and mildew (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei*) in Austria	SCHALLY, HARALD ZEDERBAUER, REINHART ZWATZ, BRUNO 2/105
Bericht über den Witterungsverlauf und bemerkenswertes Schadauftreten an Kulturpflanzen in Österreich im Jahr 1995	Report on meteorological conditions and remarkable occurences of pests and diseases of cultivated plants in Austria in the year 1995	STANGELBERGER, JOSEF 2/82
Untersuchungen über die epidemiologische und klinische Manifestation von *Phoma lingam* an Raps (Phoma-Wurzelhals- und Stengelfäule des Rapses) und über die Ertragskorrelation an Raps zur Bestimmung eines Schwellenwertes zur Etablierung eines Warndienstsystems	Investigations of epidemiological and clinical manifestations of *Phoma lingam* and on corresponding yield of rape to determine a threshold for establishing a warning service system	ZWATZ, BRUNO ZEDERBAUER, REINHART 2/73

Buchbesprechungen/Book reviews

HOFFMANN, I., ZEPERNICK, B.: Heilpflanzen im eigenen Garten (Ref. G. Bedlan) 2/142

KARG, W.: Raubmilben, nützliche Regulatoren im Naturhaushalt (Ref. A. Kahrer) 2/142

Richtlinien für die Mitarbeit

1. Die Zeitschrift „Pflanzenschutzberichte" veröffentlicht Originalarbeiten aus dem Gebiet des Pflanzenschutzes und anderen Bereichen, die thematisch den Pflanzenschutz berühren. Arbeiten, die in anderen Zeitschriften veröffentlicht wurden – auch nur auszugsweise – und die eine Wiederholung bekannter Tatsachen bringen, können nicht aufgenommen werden.
2. Die Veröffentlichungssprache ist deutsch, in Ausnahmefällen englisch. Eine Übersetzung des Titels der Arbeit in englischer Sprache ist beizufügen. Die Manuskripte sind zweifach einzureichen. Sie sollen einseitig, doppelzeilig auf DIN A4 geschrieben sein (28 Zeilen pro Seite). Wissenschaftliche Namen von Gattungen und Arten und andere kursiv zu schreibende Wörter sollen unterwellt werden, zu sperrende Wörter sind gerade zu unterstreichen. Die Tabellen sollen auf das Notwendigste beschränkt sein. Dasselbe Tatsachenmaterial soll entweder in Form von Tabellen oder in graphischer Form gebracht werden. Die Manuskripte sollen fehlerfrei und ohne handgeschriebene Verbesserungen sein.
3. Jedem Beitrag ist eine Zusammenfassung mit Stichwörtern und ein summary mit key words voranzustellen. Die Beiträge sollen gegliedert sein in: Einleitung, Material und Methoden, Ergebnisse, Diskussion und Literaturzitate. Bei englischsprachigen Beiträgen ist der Titel der Arbeit sowie eine Zusammenfassung und Stichwörter in deutscher Sprache beizufügen. Der Umfang der Originalarbeiten soll möglichst nicht 20–25 maschingeschriebene Seiten übersteigen. Bevorzugt werden Beiträge die auf Diskette oder CD gespeichert sind. Der Text sollte in Word 6.0 verfaßt sein und/oder in MS-Word für McIntosh abgespeichert sein. Excel-Grafiken sollten als tif-Datei abgespeichert sein.
4. Bilder können nur aufgenommen werden, wenn sie reproduktionsfähig sind. Bildlegenden sind extra auf einem Blatt beizulegen. Bei mikroskopischen Aufnahmen ist der Vergrößerungsmaßstab anzugeben. Die Bilder sind zu kennzeichnen.
5. Literaturzitate sind im Text mit dem in Großbuchstaben geschriebenen Namen des Autors und in Klammer beigefügter Jahreszahl des Erscheinens der zitierten Arbeit anzugeben, z. B. MAYER (1963) oder (MAYER, 1963). Unter dem Abschnitt „Literaturzitate" ist anzuführen: Zuname, abgekürzter Vorname, Titel der Arbeit, Name der Publikation, Nummer des Bandes oder Jahrganges, Anfangs- und Schlußseite, Erscheinungsjahr, z. B. GÄUMANN, E.: Die Rostpilze Mitteleuropas. – Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Band XII; 1959.
   BRUCK, K. P., SCHLÖSSER, E.: Getreidefußkrankheitserreger. V. Antagonismus zwischen den Erregern. – Z. PflKrankh. PflSchutz 89, 337–343, 1982.
6. Der Autor erhält einmalig Korrekturabzüge, von denen einer korrigiert zurückgegeben werden muß. In den Korrekturbögen dürfen nur mehr Satzfehler berücksichtigt werden.
7. Jeder Autor erhält von seiner Originalarbeit unberechnet 30 Sonderdrucke. Darüber hinaus benötigte Sonderdrucke müssen bei Erledigung der Korrektur auf eigene Kosten bestellt werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Pflanzenschutzberichte

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: 56_1996_2

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: Pflanzenschutzberichte Band 56/Heft 2 73-144