

BFL
BUND
FORSCHUNG
LEBENS
MITTEL

PFLANZENSCHUTZ- BERICHTE

BAND 55/HEFT 1
1995



Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft

Inhalt

Contents

Der Einfluß verschiedener Bodenbearbeitungsmethoden (Dutzi, wendende Bodenbearbeitung) auf die Collembolenfauna von Ackerflächen – Untersuchungsergebnisse des Jahres 1991 und ein Vergleich der Ergebnisse von 1990–1992	The influence of different soil cultivating methods (Dutzi, turning over cultivation) on the springtail fauna of fields – research findings of the year 1991 and a comparison with the results of 1990–1992	BEINHOFER, PETER TIEFENBRUNNER, WOLFGANG	1
Untersuchungen über die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Getreideplattkäfer, <i>Oryzaephilus surinamensis</i> im Getreide	Investigations about the influence of interactions between different populations of stored product pests on the sawtoothed grain beetle, <i>Oryzaephilus surinamensis</i> in cereals	HELAL, R. M. Y. SWATONEK, F. BERGER, H. K.	19
Virulenzanalyse am Beispiel Zwergrost (<i>Puccinia hordei</i> Otth.) der Sommergerste (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	Analysis of virulence factors in the host-parasite system spring barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) and leaf rust (<i>Puccinia hordei</i> Otth.)	SCHALLY, HARALD ZEDERBAUER, REINHART ZWATZ, BRUNO	44
Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste-Mehltau in Österreich unter Nutzung der Kollektionssysteme Sporenfalle und Pflanzendeposition	Analysis of virulence factors in the host-parasite system spring barley varieties and mildew (<i>Erysiphe graminis</i> D.C. f. sp. <i>hordei</i>) in Austria by using the collectionsystems mobile jet spore sampler and deposition of plants	SCHALLY, HARALD ZEDERBAUER, REINHART ZWATZ, BRUNO	52
Erfahrungen mit dem Warndienst für den Falschen Gurkenmehltau (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) in Österreich in den Jahren 1987–1994	Experiences with the forecasting-system for the downy mildew of cucumbers (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) in Austria in the years 1987–1994	BEDLAN, GERHARD	69

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, Dr. Peter Fida und Dr. Gerhard Bedlan, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin, A-1020 Wien, Trunnerstraße 1–5.

Verleger und Abonnembetreuung:

J & V Edition Wien Dachs-Verlag-GmbH., A-1050 Wien, Rainergasse 38.

Erscheinungsweise: 2mal jährlich – Bezugspreis öS 960,- p. a. inkl. MwSt.

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

Der Einfluß verschiedener Bodenbearbeitungsmethoden (DUTZI, wendende Bodenbearbeitung) auf die Collembolenfauna von Ackerflächen – Untersuchungsergebnisse des Jahres 1991 und ein Vergleich der Ergebnisse von 1990–1992

The influence of different soil cultivating methods (DUTZI, turning over cultivation) on the springtail fauna of fields – research findings of the year 1991 and a comparison with the results of 1990–1992

PETER BEINHOFER und WOLFGANG TIEFENBRUNNER

Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin,
Trunnerstraße 1–5, 1020 Wien

Zusammenfassung

In den Jahren 1990 bis 1992 wurden bei Ansfelden (OÖ) und Haringsee (NÖ) Versuchsäcker in alternierenden Streifen einerseits mit einem nichtwendenden Bodenbearbeitungsverfahren (DUTZI), andererseits (zum Vergleich) auf konventionelle Art mit dem Pflug bearbeitet. Die Entwicklung der Bodenfauna im Versuchszeitraum wurde am Beispiel der Collembolen untersucht, wobei im vorliegenden Artikel besonders auf die Ergebnisse des Jahres 1991 eingegangen wird. Auf beiden Versuchsflächen nahm letztlich die durchschnittliche Anzahl der Arten pro Bodenprobe auf den mit dem nichtwendenden Verfahren bearbeiteten Ackerstreifen zu. Die einzelnen Arten reagierten auf die durch die alternative Bearbeitung veränderten Bedingungen sehr unterschiedlich.

Stichwörter: *Collembola* (Springschwänze), Urinsekten, Bodenfauna, Pedofauna, Bodenbearbeitung.

Summary

From the year 1990 to 1992 testing fields near Ansfelden (Upper Austria) and Haringsee (Lower Austria) were cultivated in alternating stripes on the one hand with a non turning over soil cultivating method (DUTZI) and on the other hand (for comparison) in the common way with a plough. The development of the soil fauna within the testing period was examined on the example of the springtails. In doing so the results of the year 1991 will be dealt with in particular. On both testing areas the mean number of species per soil sampling increased on the soil stripes which were treated with the non turning over method. Each species reacted on the changed circumstances due to alternativ cultivation in a very different way.

Key words: *Collembola*, springtails, soil fauna, soil cultivation.

Einleitung

Vom Zuck erforschungsinstitut wurde 1990 in Haringsee und 1991 in Ansfelden eine – ursprünglich für 10 Jahre geplante – vergleichende Analyse über die Auswirkung verschiedener Bodenbearbeitungsmethoden im Zuckerrübenbau begonnen. Verglichen wurde konventionelle Bodenbearbeitung mit dem Pflug und ein nichtwendendes, mehrere Bearbeitungsschritte zusammenfassendes Verfahren (DUTZI Bodenbearbeitungsmaschine der KR-

Serie; daß dieses Gerät mehrere Arbeitsgänge in einem erledigen kann, hat den Vorteil, daß der Acker nicht so oft befahren werden muß und daher der Boden in geringerem Ausmaß verfestigt wird, als bei der herkömmlichen Bearbeitung). Als Teilprojekt wurde von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz die Auswirkung der Bodenbearbeitung auf die Fauna des Bodens am Beispiel der Collembolen untersucht. Teilergebnisse sind bereits in Form von zwei Diplomarbeiten (BEINHOFER 1992, BERTHOLD 1994) und eines Artikels in der Zeitschrift Pflanzenschutzberichte (BEINHOFER 1993 – Teilergebnisse 1990) veröffentlicht worden.

Aus finanziellen Gründen wurde es notwendig, das Projekt vorzeitig zu beenden. Die praktische Arbeit erstreckte sich lediglich auf drei Jahre. In diesem Artikel werden die Teilergebnisse des Jahres 1991 präsentiert. Außerdem wird ein Ergebnisvergleich über die gesamte Projektdauer durchgeführt. Die Teilergebnisse 1992 sind in der Diplomarbeit von S. BERTHOLD 1994 bekanntgegeben worden.

Standorte, Versuchsanlage und Probennahme

Als Versuchsflächen dienten zwei etwa 3 ha große Felder in Ansfelden (nahe Linz) bzw. Haringsee (Marchfeld). Jedes Feld wurde in 16 aufeinanderfolgende, 12 m breite Streifen geteilt, von denen ab 1990 acht konventionell, die restlichen alternativ (DUTZI) bearbeitet wurden. Die Beprobung der Versuchsfläche – d. h. die Entnahme von jeweils 500 cm³ Erde pro Probenort – erfolgte von April bis Oktober je Monat einmal (in Ansfelden mit Ausnahme September, wo keine Proben gezogen wurden) an jeweils 8 alternativ und 8 konventionell bearbeiteten Probeorten. Es lagen daher für 1991 aus Haringsee 112 und aus Ansfelden 96 Bodenproben vor.

Bearbeitung der Bodenproben

Zur Weiterbearbeitung wurden die Bodenproben bei konstanter Temperatur transportiert und die aktiven Bodenlückensystembewohner mit Hilfe einer McFadyenanlage extrahiert. Die Tiere wurden in 75%igem Alkohol konserviert. Vor der Präparation wurden die Bodentiere mittels einer gesättigten Kochsalzlösung von anorganischen Verunreinigungen getrennt.

Präparation und Bestimmung

Als Vorbereitung für die Bestimmung wurden die Tiere in Mark Andre I aufgehellt und in Mark Andre II eingebettet. Die Bestimmung unter dem Phasenkontrastmikroskop erfolgte nach Bestimmungsschlüsseln von GISIN (1960), PALISSA (1964), STACH (1963), RUSEK (1971) und RUSEK (1979). Die Namensgebung erfolgte nach CHRISTIAN (1987).

Auswertungskriterien

Untersucht wurde in erster Linie, ob und wie die Bodenfauna durch die Bodenbearbeitung beeinflusst wird. Neben dem statistischen Faktor „Bearbeitungstyp“ wurde auch noch die Auswirkung des Faktors „Termin der Probenahme“ untersucht, bzw. wurde analysiert wie sich beide Faktoren gemeinsam auf die Pedofauna auswirken.

Folgende Daten wurden zur Auswertung herangezogen: Anzahl der Collembolenarten pro Probe (Artendichte); Gesamtanzahl der Collembolenindividuen pro Probe; von jenen acht Collembolenarten, die in den meisten Proben vorhanden waren: Anzahl der Individuen pro Probe (Abundanz).

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mittels multifaktorieller Varianzanalyse (Manova) und einfacher Varianzanalyse (Anova) bzw. – falls dies aufgrund der Datenstruktur nicht möglich

war – mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-Testverfahren. Die Testvoraussetzung für Anova wurde mit dem Bartlett-Test (Varianzhomogenität) überprüft. Falls die Voraussetzungen für den Test nicht gegeben waren, wurde zunächst der Bartlett-Test auf transformierte Daten ($x' = \ln(x+1)$ und $x' = (x+3/8)^{0.5}$) angewendet. Erst wenn auch in diesem Fall keine Varianzhomogenität festgestellt wurde, kam nicht Anova, sondern das nichtparametrische Verfahren zur Anwendung. Manova wurde in jedem Fall verwendet; es gibt bei diesem Verfahren keine überprüfbareren Voraussetzungen. In den Manovatest gehen mehr Informationen ein als in Anova. Er wurde daher bei der Ergebnisinterpretation bevorzugt behandelt.

Ergebnisse

Allgemeines:

1991 wurden aus den in Ansfelden genommenen Proben insgesamt 1.081 Individuen extrahiert, präpariert und bestimmt. Davon wurden 573 Individuen, die sich 21 Arten zuordnen ließen, den konventionell bearbeiteten Flächen, 508 Individuen aus 19 Arten den alternativ bearbeiteten Böden entnommen. Die Arten, die am häufigsten in Proben aufzufinden waren, sind (in der Reihenfolge der Häufigkeit): *Folsomia quadrioculata* (in 70 von 96 Proben), *Isotomurus palustris* (57 Proben), *Isotoma viridis* (46), *Folsomia candida* (35), *Onychiurus armatus* (32), *Proisotoma minuta* (27), *Allacma fusca* (19) und *Isotoma notabilis* (18).

In Haringsee wurden 1991 insgesamt 1.128 Collembolenindividuen aufgefunden, 639 davon auf konventionell, 489 auf alternativ bearbeiteten Flächen. Die auf den konventionell bearbeiteten Böden aufgefundenen Individuen gehören 24 Arten an, die auf den alternativ bearbeiteten Flächen 27. Die am häufigsten in Proben aufgefundenen Arten sind: *Entomobrya marginata* (53 von 112 Proben), *Isotoma viridis* (51), *Onychiurus armatus* (38), *Lepidocyrtus cyaneus* (34), *Folsomia penicula* (33), *Isotoma notabilis* (33), *Onychiurus arvensis* (28) und *Pseudosinella alba* (21).

Auswirkung der Bodenbearbeitung auf die Collembolenfauna in Ansfelden

(Abb. 1 bis Abb. 10):

Die Versuchsfläche in Ansfelden wurde erstmals im Untersuchungsjahr 1991 einer unterschiedlichen Bodenbearbeitung unterzogen.

Die mittlere Anzahl der in einer Probe aufgefundenen Arten unterscheidet sich zwischen den unterschiedlich bearbeiteten Böden nicht signifikant. Dieses Ergebnis liefert Anova (T-Test). Dieser Test wurde verwendet, weil die Annahme der Varianzhomogenität auf dem Signifikanzniveau (Bartlett-Test) nicht abgelehnt werden konnte (Testvoraussetzung). Manova bestätigt das Resultat. Auch die mittlere Individuenanzahl pro Probe unterscheidet sich nicht signifikant bei den beiden Bearbeitungstypen (Anova mit logarithmustransformierten Daten, Manova).

Für die acht häufigsten Arten wurde untersucht, ob sich die mittlere Individuenanzahl pro Probe für die beiden Bearbeitungstypen signifikant unterscheidet. Das ist jedoch für keine der acht Arten der Fall. Dies zeigt sich sowohl bei der Verwendung von Manova, als auch von Anova bzw. Kruskal-Wallis-Test.

Auswirkung der Bodenbearbeitung auf die Collembolenfauna in Haringsee

(Abb. 11 bis Abb. 20):

Die Versuchsfläche in Haringsee wurde erstmals 1990 einer unterschiedlichen Bodenbearbeitung unterzogen, also ein Jahr früher als die Versuchsfläche in Ansfelden.

Die mittlere Anzahl der in einer Probe aufgefundenen Arten differiert zwischen den unterschiedlich bearbeiteten Böden nicht signifikant (Anova und Manova – Abb. 11). Auch die mittlere Individuenanzahl pro Probe differiert nicht signifikant zwischen den beiden Bearbei-

tungstypen (Abb. 12). Allerdings ist der Unterschied größer als in Ansfelden (Signifikanzzahl: 0.2 – gegenüber 0.9 in Ansfelden – zur Hypothese, daß sich die mittlere Individuenanzahl auf den verschiedenen bearbeiteten Böden nicht unterscheiden), wie auch ein Vergleich der Abb. 2 mit der Abb. 12 erkennen läßt.

Von den acht häufigsten Arten findet sich mittels Manova bei zwei Spezies beim Vergleich der Auswirkungen des Bearbeitungstyps auf die mittlere Individuenanzahl pro Probe ein signifikanter Unterschied. Diese beiden Arten sind: *Onychiurus armatus* (Signifikanzzahl: 0.035 – Abb. 15) und *Pseudosinella alba* (Signifikanzzahl: 0.036 – Abb. 20). Während *Onychiurus armatus* auf den konventionell bearbeiteten Böden häufiger aufzufinden ist, findet man *Pseudosinella alba* häufiger in den Proben der alternativ bearbeiteten Böden. Nicht signifikant, aber doch dem Signifikanzniveau von 0.05 erwähnenswert nahe ist die Auswirkung des Bearbeitungstyps auf die Individuenanzahl von *Entomobrya marginata* (Signifikanzzahl: 0.064 – Abb. 13) und *Lepidocyrtus cyaneus* (Signifikanzzahl: 0.052 – Abb. 16), wobei erstere Art auf konventionellen, zweite auf alternativen Böden häufiger anzutreffen war.

Erwähnenswert ist weiters, daß sowohl in Ansfelden als auch in Haringsee von Mai bis August die mittlere Individuenanzahl aller Collembolenarten (Abb. 2 und Abb. 12) in den Proben der konventionellen Böden größer war, während des restlichen Untersuchungszeitraums in den Proben der alternativen Böden (auch bei den einzelnen Arten findet man diesen Trend mehr oder weniger deutlich). Diese Beobachtung wurde jedoch nicht statistisch untersucht.

Auswirkung des Termins der Probennahme auf die Collembolenfauna in Ansfelden:

Daß der Termin der Probennahme sich sowohl auf die mittlere Anzahl der Arten pro Probe (Anova) als auch auf die mittlere Individuenanzahl aller Arten (Anova mit logarithmischer Transformation) auswirkt, läßt sich auf dem statistisch sehr signifikanten Niveau nachweisen. Für die mittlere Artenanzahl pro Probe wurde mittels Multiplem Mittelwertvergleich (95% LSD) eine nähere Analyse durchgeführt: Signifikant unterscheiden sich die Termine: April–Mai, April–Juni, April–Oktober, Mai–Juni, Mai–August, Juni–Juli, Juni–August, Juni–Oktober und August–Oktober.

Eine signifikante bzw. sehr signifikante Auswirkung des Probennahmetermins auf die Individuenanzahl konnte für 7 Arten mit Kruskal-Wallistest bzw. Anova und für 6 Arten mit Manova gezeigt werden. Lediglich für *Onychiurus armatus* (Abb. 6) konnte keine Signifikanz festgestellt werden. Bei *Proisotoma minuta* differieren die Resultate vom Kruskal-Wallistest und vom Manovaverfahren sehr stark.

Auffällig ist das geringe Individuen- und Artenaufkommen in den Monaten Juli und August (Abb. 1 und 2). Bei den meisten untersuchten Arten zeigt sich dieses „Sommerminimum“

Auswirkung des Termins der Probennahme auf die Collembolenfauna in Haringsee:

Eine sehr signifikante Beeinflussung sowohl der Abundanz (Anova mit logarithmustransformierten Daten) als auch der Artendichte pro Probe (Anova) durch den Termin der Probennahme ließ sich nachweisen. Der Multiple Mittelwertvergleich (95% LSD) für die Artendichte zeigt, daß sich die Artenanzahl pro Probe zwischen den Terminen April–Mai, April–Juni, April–Juli, April–September, Mai–August, Juni–August, Juli–August und August–September signifikant unterscheidet.

Wegen der zu geringen Varianzhomogenität selbst der transformierten Daten kam bei der Auswertung der einzelnen Arten lediglich der Kruskal-Wallis-Test bzw. Manova zur Verwendung. Mit dem nichtparametrischen Verfahren ließ sich eine Auswirkung des Termins der Probennahme auf die Individuendichte für alle Arten – mit Ausnahme von *Pseudosinella alba* und *Folsomia penicula* – auf dem sehr signifikanten Niveau nachweisen. Hingegen hat sich

nach Manova der statistische Faktor „Probennahmetermin“ auf die Abundanz nur bei den Arten *Entomobrya marginata* und *Isotoma viridis* auf dem sehr signifikanten, und bei *Onychiurus armatus* und *Lepidocyrtus cyaneus* auf dem signifikanten Niveau ausgewirkt.

Abundanz und Artendichte zeigen lediglich im August das übliche „Sommerminimum“

Ein Vergleich der wesentlichen Ergebnisse von 1990 bis 1992:

1990 wurde erst die Versuchsfläche bei Haringsee einer unterschiedlichen Bodenbearbeitung unterzogen. Daher wurden natürlich auch nur hier Proben genommen. Diese Proben stammten allerdings nicht nur von den konventionell und alternativ bearbeiteten Versuchsstreifen, sondern auch vom längs des Versuchsfeldes verlaufenden Heckenstreifen, da gerade zu Versuchsbeginn ein Vergleich der Collembolenfauna eines relativ naturbelassenen, der Versuchsfläche unmittelbar benachbarten Bereichs nützlich schien, um den Einfluß langjähriger Bodenbearbeitung auf die Bodenfauna festzuhalten.

Es zeigte sich, daß die mittlere Anzahl der pro Probe aufgefundenen Arten am naturnahen Standort mehr als doppelt so hoch war (> 6) als auf den konventionell bzw. alternativ bearbeiteten Flächen (< 3). Dieser Unterschied ist nach Anova hochsignifikant und wird auch vom Multiplen Mittelwertvergleich (95% LSD und 95% Newman-Keuls) bestätigt. Hingegen findet sich zwischen den beiden Bearbeitungstypen (konventionell und alternativ) kein signifikanter Unterschied. Die unterschiedliche Bodenbearbeitung hatte sich also zu diesem Zeitpunkt noch nicht signifikant auf die Artendichte ausgewirkt.

Die acht häufigsten Arten waren 1990 (in der Reihenfolge ihrer Präsenz in den Proben): *Entomobrya marginata*, *Isotoma notabilis*, *Folsomia penicula*, *Pseudosinella alba*, *Onychiurus armatus*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Mesaphorura krausbaueri*, *Metaphorura affinis*.

Ein Einfluß der Bodenbearbeitung auf die Individuendichte der einzelnen Arten konnte auf dem Signifikanzniveau für folgende Arten festgestellt werden:

Entomobrya marginata: die Bodenbearbeitung hat nach Manova, aber nicht nach Kruskal/Wallis einen signifikanten Einfluß. Da die Voraussetzung der Varianzhomogenität nicht erfüllt war, konnte auch nicht mittels Multiplen Mittelwertvergleich eruiert werden, ob sich nur die naturnahe Probenahmefläche von den bearbeiteten oder aber auch diese sich voneinander unterscheiden.

Folsomia penicula, *Isotoma notabilis*, *Onychiurus armatus*: naturnah unterscheidet sich von konventionell und alternativ; konventionell und alternativ unterscheiden sich nicht voneinander.

Pseudosinella alba, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Mesaphorura krausbaueri*, *Metaphorura affinis*: Manova und Kruskal/Wallis weisen auf einen signifikanten Einfluß der Bodenbearbeitung (bzw. de Unterlopoens einer solchen) auf die Abundanz hin. Da die Voraussetzungen für den Multiplen Mittelwertvergleich nicht gegeben waren, kann nicht gesagt werden, welche der drei Bodenbearbeitungstypen sich voneinander unterscheiden.

Ein eindeutiger Nachweis, daß sich die Bodenbearbeitung (alternativ und konventionell) auf die Abundanz einer der acht häufigsten Arten ausgewirkt hätte, fehlt also. Daher läßt sich für das Jahr 1990 zusammenfassend sagen, daß keine der zur Auswertung herangezogenen Daten einen Hinweis dafür liefert, daß sich die im Untersuchungsjahr beginnende, unterschiedliche Bodenbearbeitung bereits auf die Bodenfauna ausgewirkt hätte.

1991 wurde die Versuchsfläche bei Haringsee im zweiten Jahr, die bei Ansfelden erstmals einer unterschiedlichen Bodenbearbeitung unterworfen. Wie weiter oben bereits dargestellt, findet sich kein Hinweis dafür, daß sich in Ansfelden die Bodenbearbeitung auf die Artendichte oder Abundanz der einzelnen Arten je nach Bearbeitungstyp verschieden ausgewirkt hätte.

Bei der Versuchsfläche von Haringsee hat sich die Art der Bodenbearbeitung hingegen signifikant auf die Abundanz zweier Arten ausgewirkt, nämlich auf *Onychiurus armatus* und *Pseudosinella alba*. Die Collembolenarten *Isotoma viridis* und *Onychiurus arvensis* zählten 1991 (aber nicht 1990) zu den 8 Arten mit der höchsten Präsenz, *Mesaphorura krausbaueri* und *Metaphorura affinis* nicht mehr.

1992 ist in Ansfelden die mittlere Anzahl der Arten pro Probe auf den alternativ bearbeiteten Versuchstreifen mit durchschnittlich 4,5 sehr signifikant höher als bei den konventionell bearbeiteten (< 3.1). Zwischen alternativ und konventionell bearbeiteten Böden zeigt die Abundanz der Arten *Folsomia penicula* (auf alternativ bearbeiteten Böden höher), *Isotoma notabilis* und *Onychiurus armatus* (höherer Mittelwert auf alternativ bearbeiteten Böden) einen statistisch signifikanten Unterschied.

1992 gehören folgende zu den acht präsentesten Arten, die 1991 nicht dazugehört haben: *Entomobrya lanuginosa*, *Lepidocyrtus cyaneus*, *Isotoma pseudomaritima*. Die Arten: *Isotomurus palustris*, *Proisotoma minuta*, *Allacma fusca* finden sich nur 1991 bei den acht präsentesten Arten.

In Haringsee finden sich 1992 ebenfalls im Mittel auf den alternativ bearbeiteten Flächen pro Probe signifikant mehr Arten (> 3.6) als auf den konventionellen (< 2.4). Die mittlere Individuenanzahl pro Probe zeigt für die Arten: *Heteromurus nitidus* (mehr Individuen auf alternativ bearbeiteten Flächen), *Lepidocyrtus cyaneus* (mehr Individuen auf alternativ bearbeiteten Flächen) und *Onychiurus armatus* signifikante Unterschiede für die Bearbeitungstypen.

1992 gehören folgende acht Arten zu den präsentesten, die 1991 nicht dazugehört haben: *Entomobrya lanuginosa*, *Ceratophysella succinea*, *Heteromurus nitidus*. Die Arten: *Entomobrya marginata*, *Onychiurus arvensis*, *Pseudosinella alba* finden sich nur 1991 bei den acht präsentesten Arten.

Ein Vergleich der acht präsentesten Arten zwischen den Jahren 1990 und 1992 liefert folgendes: 1992 unter den präsentesten Arten, aber nicht 1990: *Entomobrya lanuginosa*, *Ceratophysella succinea*, *Heteromurus nitidus*, *Isotoma viridis*. 1990 unter den präsentesten Arten, aber nicht 1992: *Entomobrya marginata*, *Pseudosinella alba*, *Mesaphorura krausbaueri*, *Metaphorura affinis*.

Diskussion

Ziel des ursprünglich für einen Zeitraum von 10 Jahren geplanten Projekts war die Untersuchung der Auswirkung langjähriger Bodenbearbeitung mit dem DUTZI-Gerät auf die Bodenfauna am Beispiel einer omnipräsenten, ökologisch vielfältigen (und daher z. T. auch als Bioindikatoren eingesetzten) Gruppe von Bodentieren, den Collembolen. Diese sind nicht nur in praktisch allen Böden (aber auch in vielen anderen Lebensräumen) in einer großen Vielzahl ökologischer Nischen und Ernährungstypen vorhanden, sie weisen auch eine hohe Diversität und Artenvielfalt auf. Immerhin finden sich in Österreich etwa 450 Collembolenarten (CHRISTIAN 1987), wobei diese Zahl nur als vorläufig anzusehen ist. Immerhin konnten ja auch im Rahmen dieses Projektes zwei Erstnachweise von Collembolen auf österreichischem Gebiet geführt werden (BEINHOFER 1993, siehe auch TIEFENBRUNNER 1991 und TIEFENBRUNNER 1992).

Wie sich eindeutig zeigen ließ, hat die Bodenbearbeitung eine Auswirkung auf die Bodenfauna. Besonders deutlich erwies sich dies im letzten Untersuchungsjahr (1992), in dem auf beiden Untersuchungsflächen mehr Arten pro Probe auf den alternativ bearbeiteten Flächen aufzufinden waren. Die Artenvielfalt nimmt also mit einem Verzicht auf die wendende Bodenbearbeitung zu. Dies könnte von unmittelbarer Bedeutung für die Landwirtschaft sein, da sich herausgestellt hat, daß eine Vielzahl von Collembolenarten als Nahrungsgrundlage u. a.

bodenbürtige, Nutzpflanzen schädigende Pilze verwenden (CURL ET AL. 1988, KURTZ ET AL. 1994, LARTEY ET AL. 1994, NAKAMURA ET AL. 1992, UJBER 1982 u. v. a. m.). Freilich wäre es interessant festzustellen, ob sich die Zunahme der Artenvielfalt im Boden generell bei Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung einstellt, oder ob dieser Effekt lediglich bei Verwendung des DUTZI-Verfahrens eintritt.

Interessant ist, daß die Bodenfauna in Ansfelden wesentlich rascher auf die neue Situation reagiert hat als in Haringsee. Während sich in Haringsee die Änderung der Bodenbearbeitung im zweiten Jahr erst auf einige Arten ausgewirkt, die Anzahl der Arten pro Probe aber erst im dritten Jahr zugenommen hat, konnte in Ansfelden bereits im zweiten Untersuchungsjahr eine Zunahme der Artenvielfalt festgestellt werden. Die Ursachen für dieses unterschiedliche Verhalten kann z. Z. nicht plausibel erklärt werden.

Abschließend sei zugegeben, daß ein Zeitraum von drei Jahren zur Klärung der Frage, ob und wie sich die Bodenfauna auf eine Änderung der Bodenbearbeitung einstellt, äußerst knapp bemessen ist. Die Analyse vieler Detailfragen, die bei einer längeren Untersuchung möglich wäre, mußte ausbleiben. Natürlich kann auch über die langfristige Entwicklung der Bodenfauna unter den neuen Bedingungen nichts ausgesagt werden. Gerade dies wäre aber sehr wesentlich, da die Zunahme der Artenvielfalt keineswegs dauerhaft sein muß (es könnten z. B. Arten, die an Sukzessionsbedingungen angepaßt sind, diese Zunahme bewirkt haben). Es sei der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß sich die Einsicht in die Notwendigkeit – und Finanzierungswürdigkeit – langjähriger Untersuchungen und langfristiger Projekte durchsetzt.

Arten pro Probe

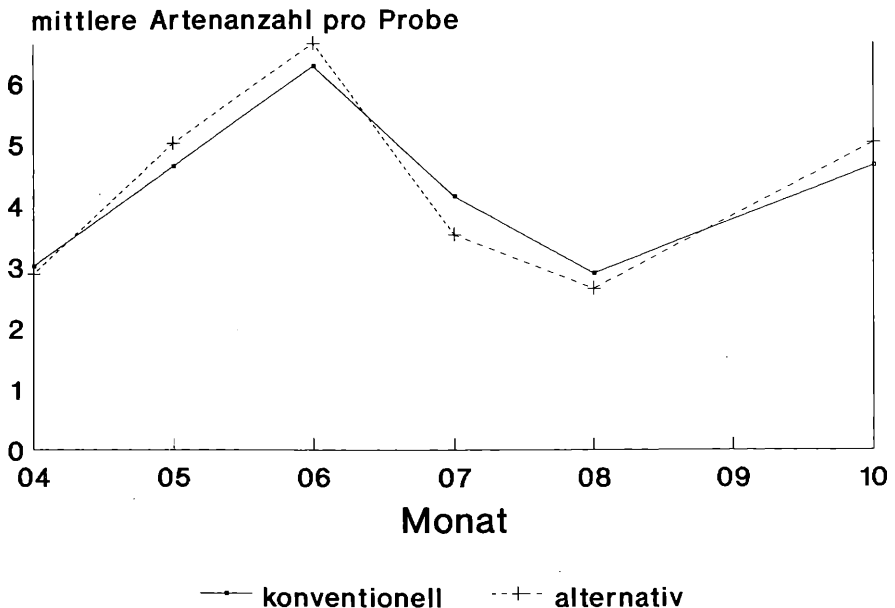


Abb. 1: Ansfelden: Mittlere Artenanzahl pro Probe und Termin in den Monaten April bis Oktober. Verglichen werden konventionelle und alternative Bodenbearbeitung.

Alle Arten

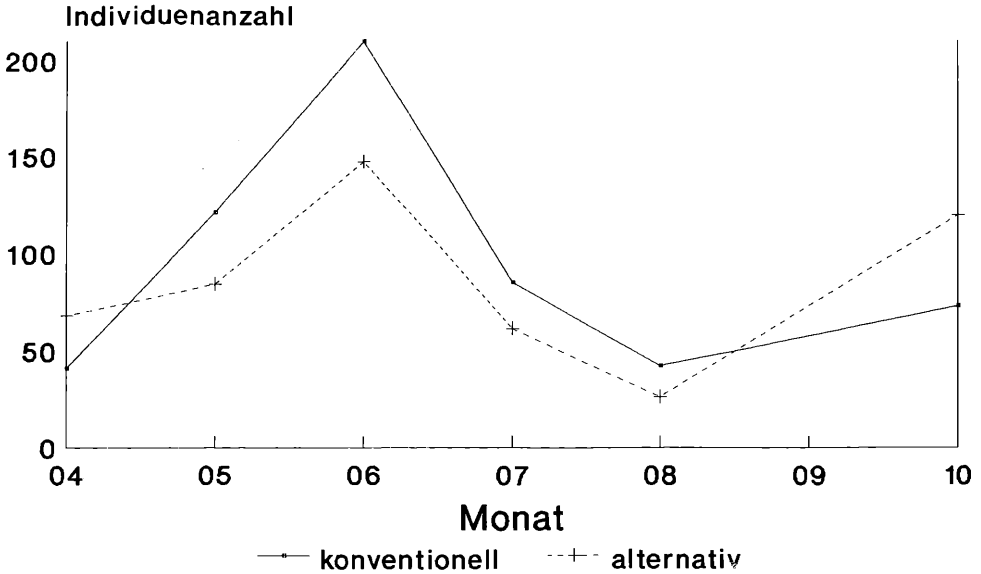


Abb. 2: Gesamtindividuenanzahl aller während eines Termins (Termin: April bis Oktober) in Ansfelden aufgefundenen Collembolenarten. Verglichen werden konventionelle und alternative Bodenbearbeitung.

Isotoma notabilis

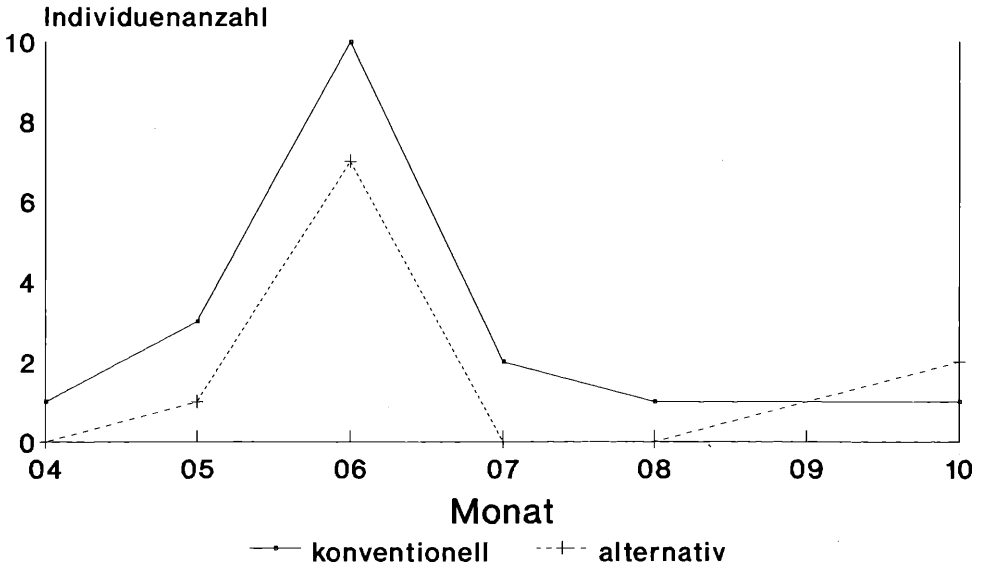
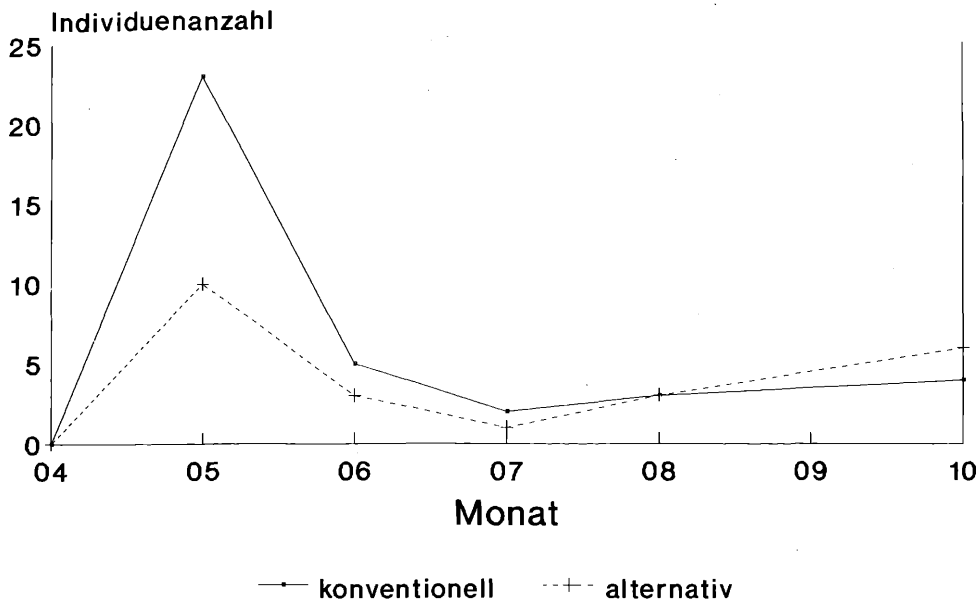
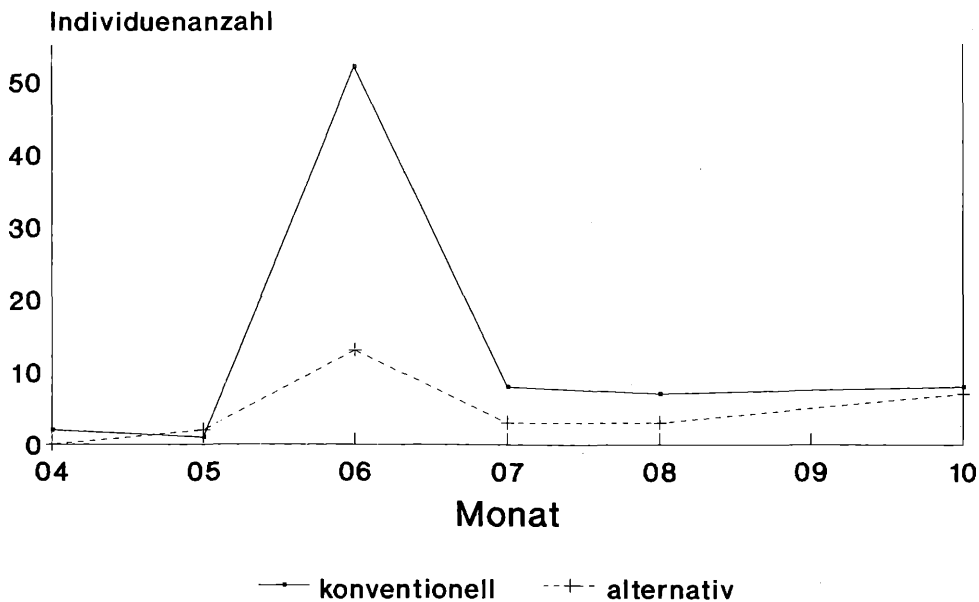


Abb. 3 bis Abb. 10: Gesamtanzahl der in den Monaten April bis Oktober in Ansfelden während eines Termins aufgefundenen Individuen der angegebenen Art. Verglichen werden konventionelle und alternative Bodenbearbeitung.

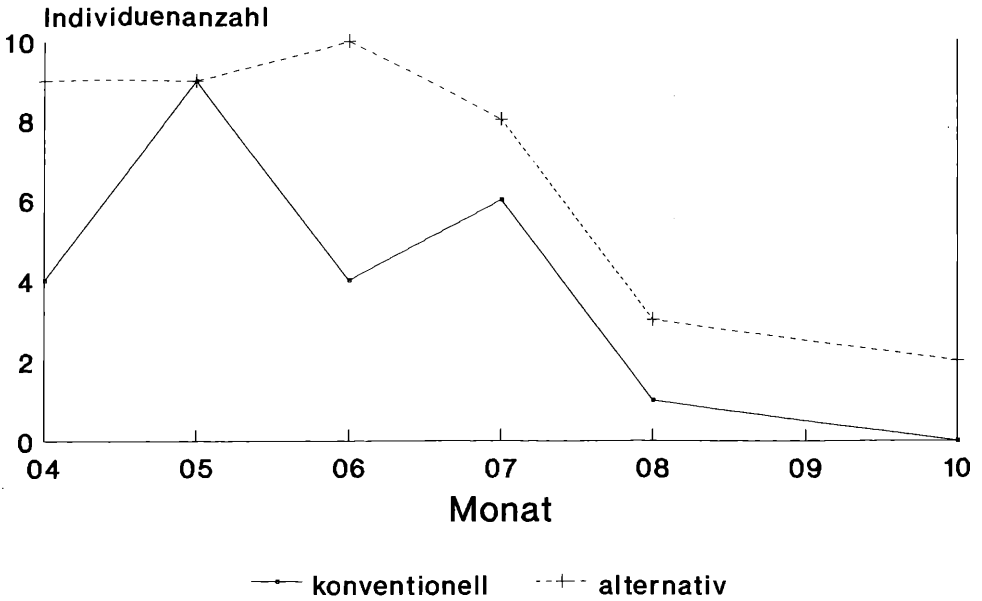
Allacma fusca



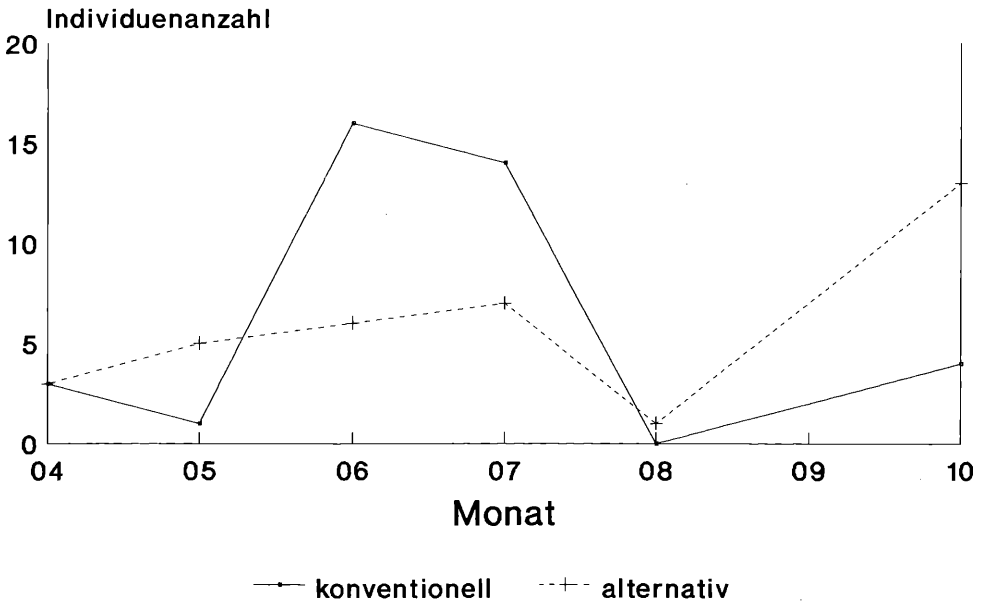
Proisotoma minuta



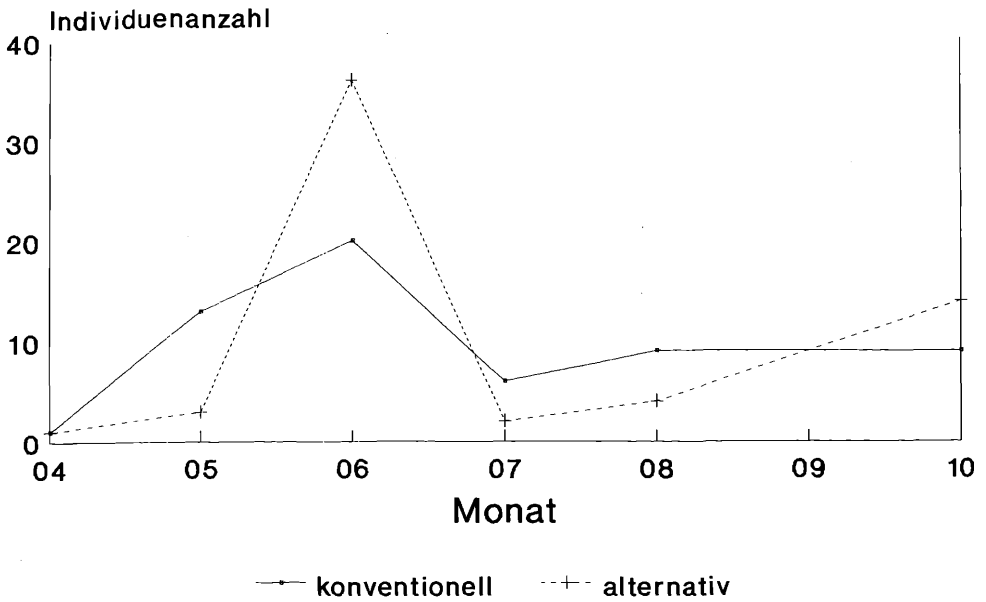
Onychiurus armatus



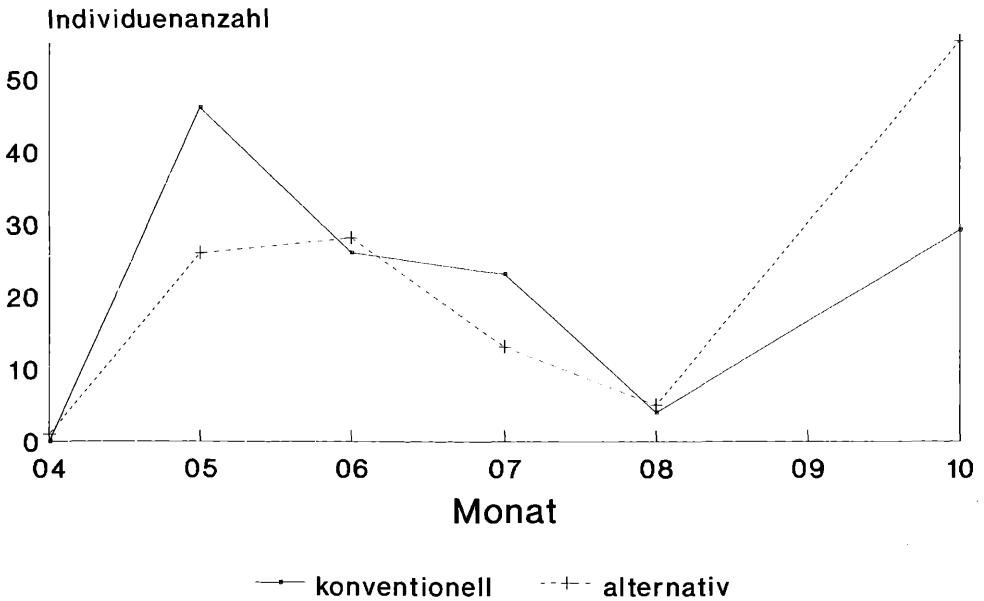
Folsomia candida



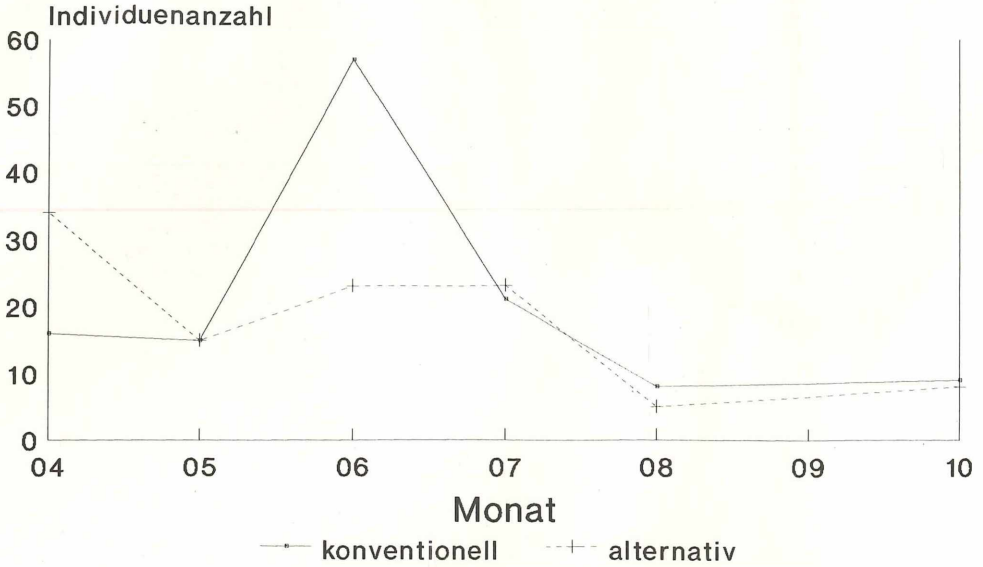
Isotoma viridis



Isotomurus palustris



Folsomia quadrioculata



Arten pro Probe

mittlere Artenanzahl pro Probe

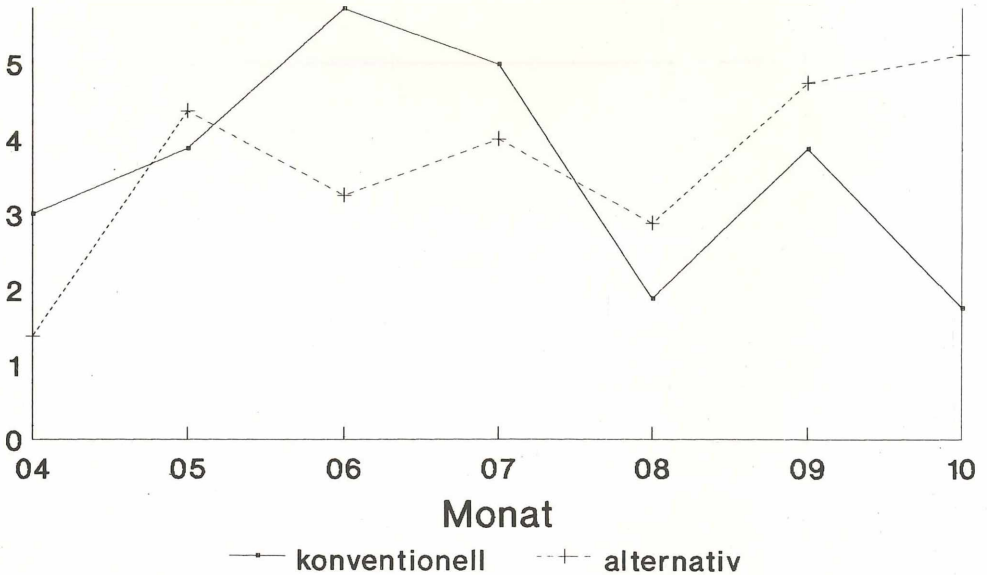


Abb. 11: Haringsee: Mittlere Artenanzahl pro Probe und Termin (Termine: April bis Oktober). Verglichen werden konventionelle und alternative Bodenbearbeitung.

Alle Arten

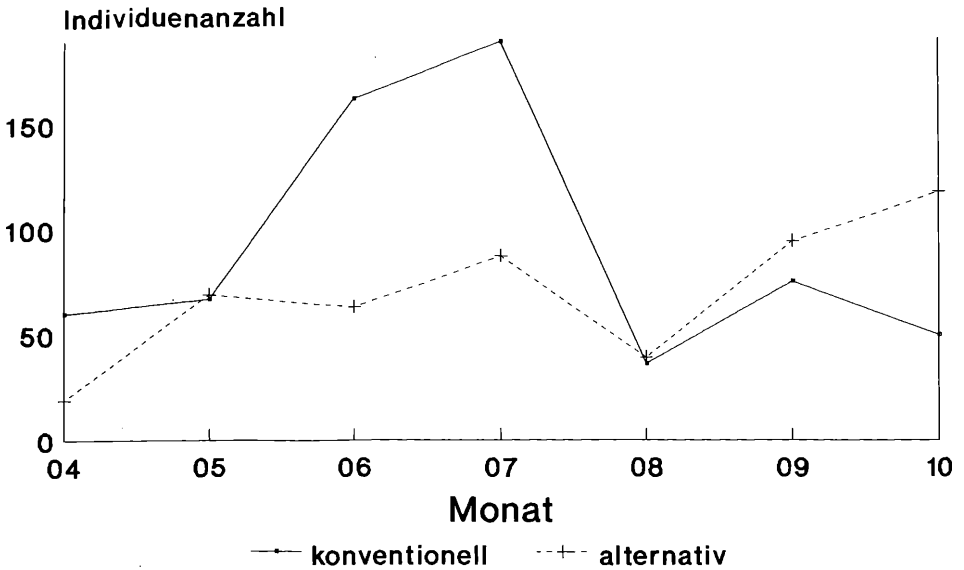


Abb. 12: Gesamtindividuenanzahl aller während eines Termins (Termine: April bis Oktober) in Haringsee aufgefundenen Collembolenarten. Verglichen werden konventionelle und alternative Bodenbearbeitung.

Entomobrya marginata

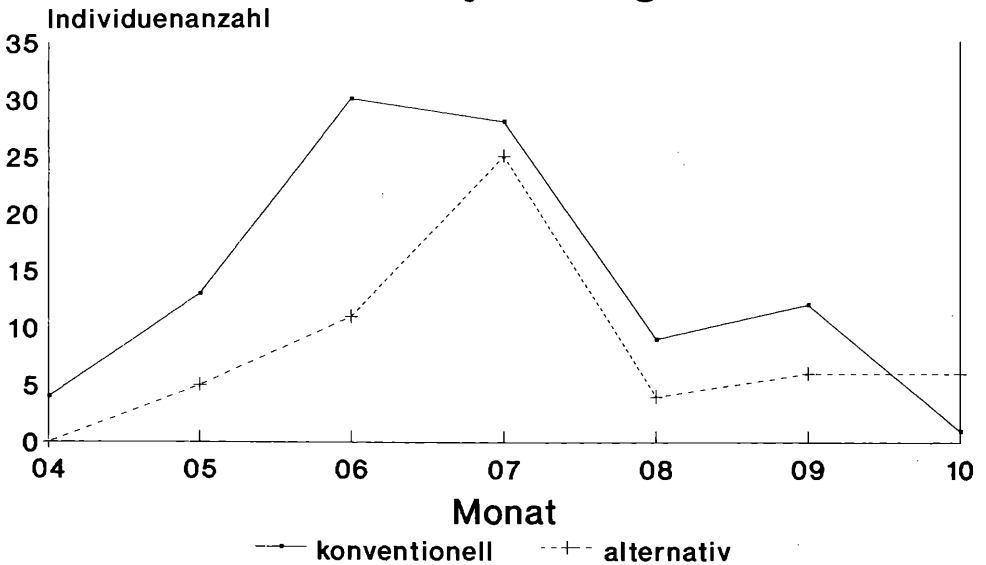
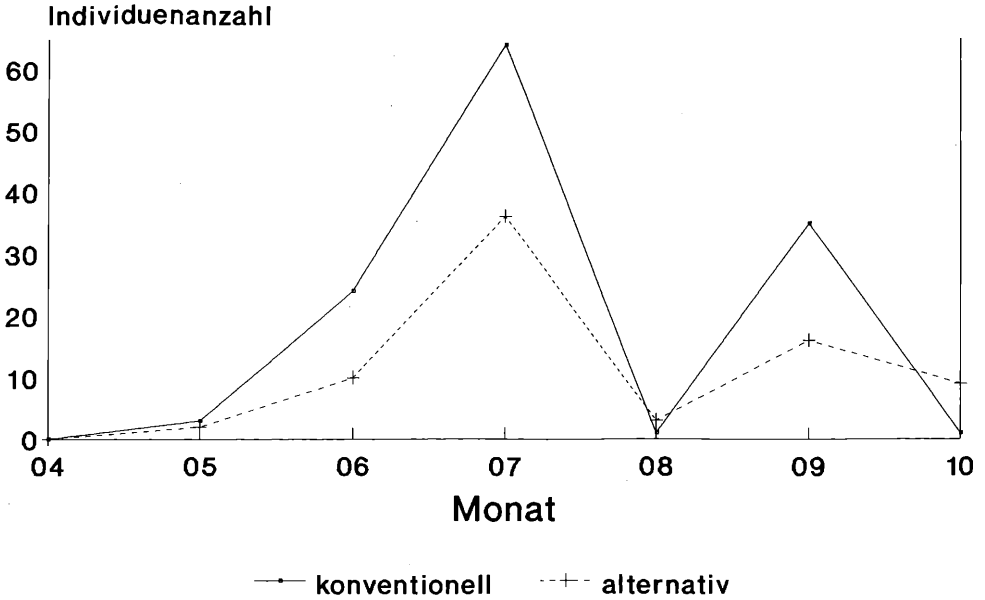
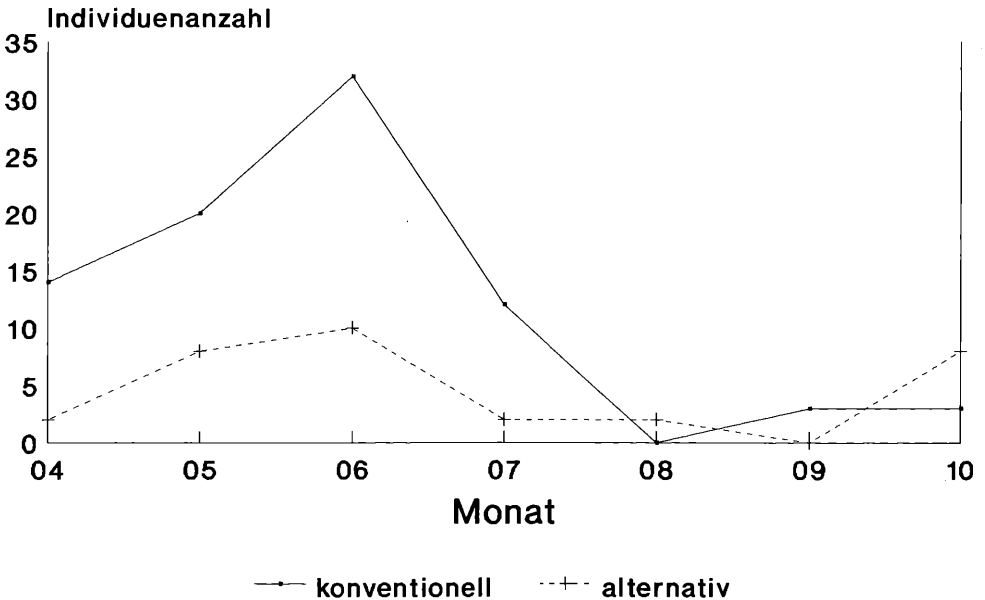


Abb. 13 bis Abb. 20: Gesamtanzahl der in den Monaten April bis Oktober in Haringsee während eines Termins aufgefundenen Individuen der angegebenen Art. Verglichen werden konventionelle und alternative Bodenbearbeitung.

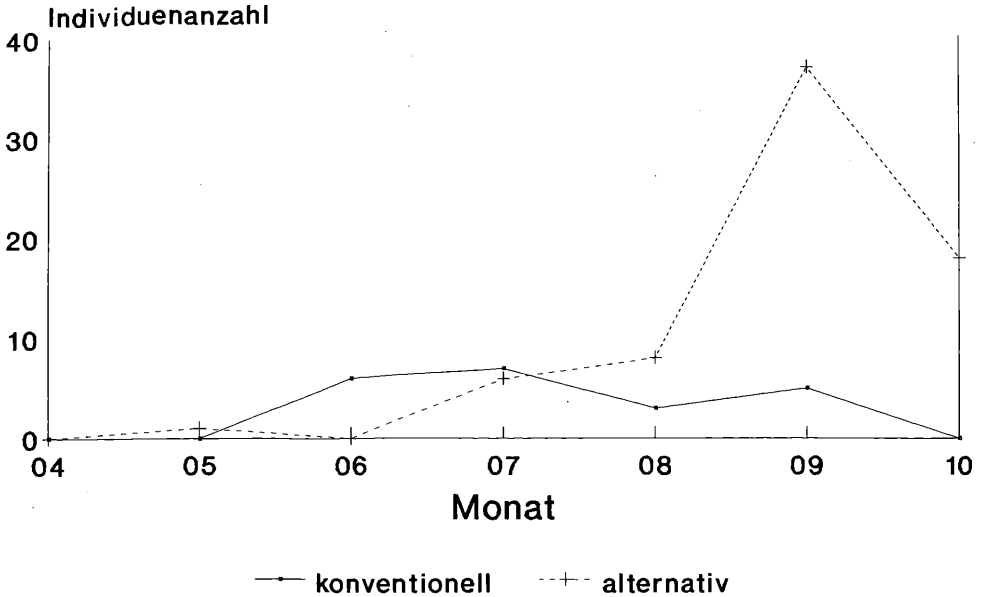
Isotoma viridis



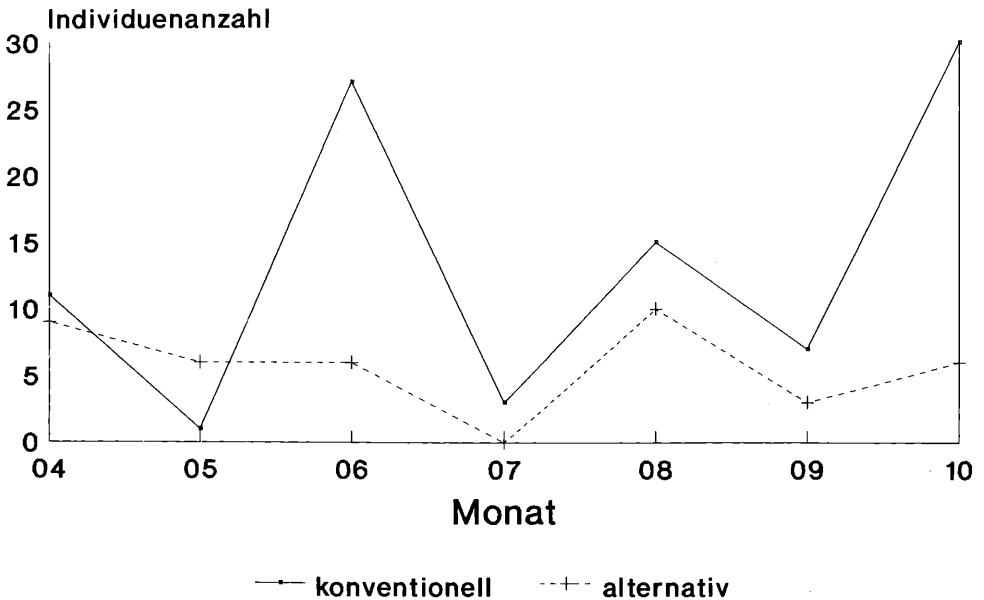
Onychiurus armatus



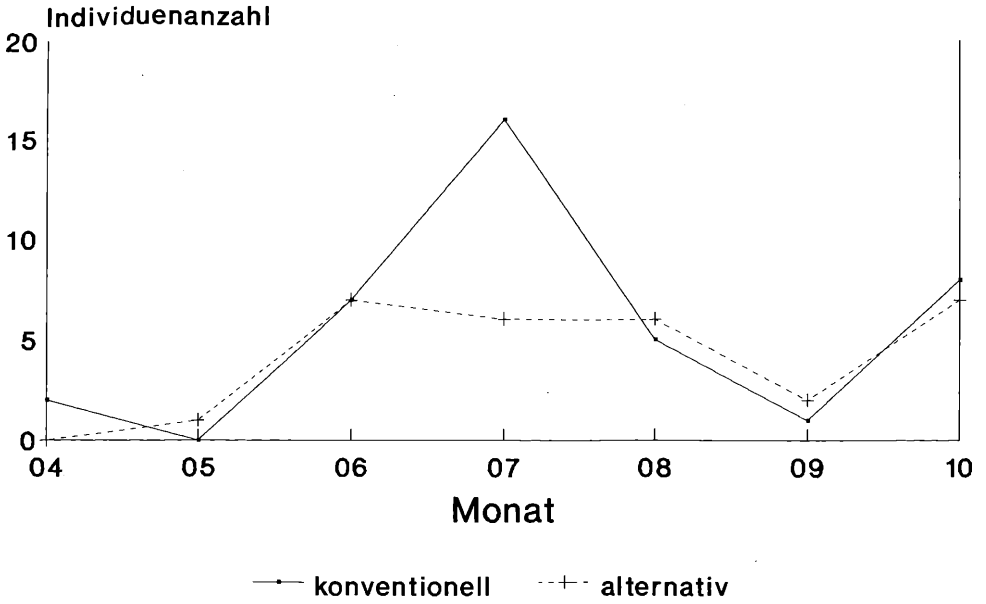
Lepidocyrtus cyaneus



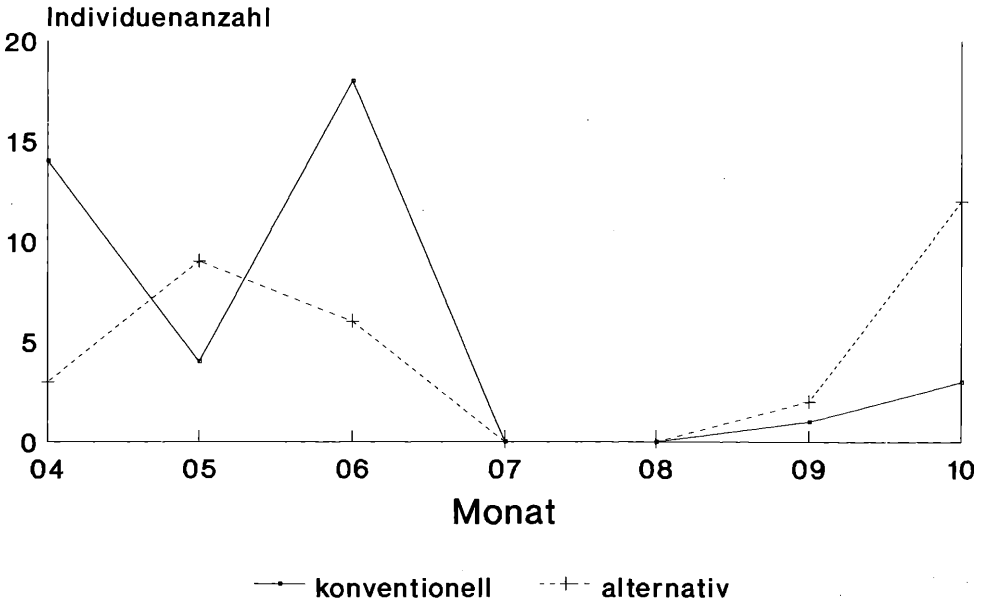
Folsomia penicula



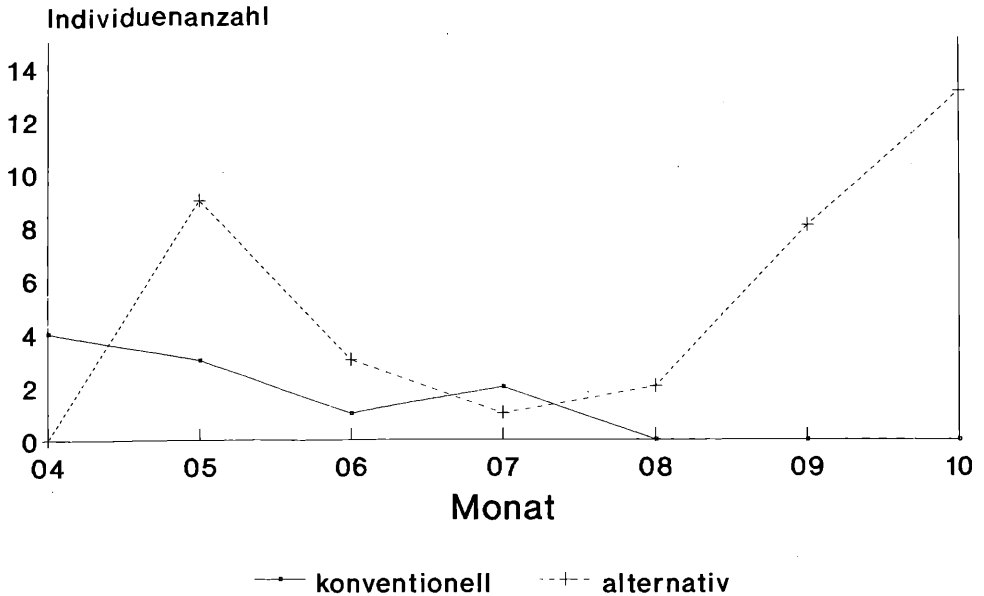
Isotoma notabilis



Onychiurus arvensis



Pseudosinella alba



Danksagung

Meiner Frau, Mag. ASTRID TIEFENBRUNNER, möchte ich für die Durchsicht des „Manuskripts“, sowie für die Übersetzung des Titels und der Zusammenfassung ins Englische danken.

Literatur

- BEINHOFER, P.: Untersuchungen über den Einfluß unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf die Bodenfauna (Collembola), Diplomarbeit an der Universität Wien, 130 pp., 1992.
- BEINHOFER, P.: Untersuchungen über den Einfluß unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf die Bodenfauna, Pflanzenschutzberichte, Band 53, Heft 2, 99–121, 1993.
- BERTHOLD, S.: Untersuchungen über Individuen- und Artenzahl von Collembolen auf unterschiedlich bearbeiteten Ackerflächen in Ansfelden und Haringsee, Diplomarbeit an der Universität Wien, 135 pp., 1994.
- CHRISTIAN, E.: Catalogus faunae austriacae, Teil XII a: *Ukl. Collembola* (Springschwänze), Verlag der Akademie der Wissenschaften Wien, 83 pp., 1987.
- CURL, E. A., LARTEY, R. & PETERSON, C. M.: Interactions between Root Pathogens and Soil Microarthropods, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24, 249–261, 1988.
- GISIN, H.: Collembolenfauna Europas, Genf, 312 pp., 1960.
- KURTZ, E. & TIEFENBRUNNER, W. A.: Fraßaktivität von *Folsomia candida* Willem (Collembola, Isotomidae) an *Pythium ultimum* Trow., *Pflanzenschutzberichte*, 54 (1), 10–16, 1994.
- LARTEY, R. T., CURL, E. A., PETERSON, C. M.: Interactions of mycophagous collembola and biological control fungi in the suppression of *Rhizoctonia solani*, *Soil Biol. Biochem.* 26 (1), 81–88, 1994.

- NAKAMURA, Y., MATSUZAKI, I. & ITAKURA, J.: Effect of grazing by *Sinella curviseta* (Collembola) on *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* causing cucumber disease, *Pedobiologia* 36, 168–171, 1992.
- PALISSA, A.: Apterygota (Urinsekten), Die Tierwelt Mitteleuropas, Leipzig, Bd. 4, 407 pp., 1964.
- RUSEK, J.: Zur Taxonomie der *Tullbergia* (Mesaphorura) *krausbaueri* (Börner) und ihrer Verwandten, *Acta ent. bohemoslov.*, 68: 188–206, 1971.
- RUSEK, J.: Two new species of collembola from cultivated soils of Czechoslovakia – *Vestník Československi Spolecnosti Zoologické*, Vol. XLIII, 143–145, 1979.
- STACH, J.: The Apterygotan Fauna of Poland in Relation to the World – Fauna of this Group of Insekts, *Polska Akademia Nauk.*, Krakow, 1963.
- TIEFENBRUNNER, W. A.: Untersuchungen über die Zusammensetzung und Sukzession der Collembolenfauna auf ehemaligen Ackerflächen, *Pflanzenschutzberichte* 52 (3): 95–109, 1991.
- TIEFENBRUNNER, W. A.: *Pseudosinella imparipunctata* (GISIN 1953): Eine in Österreich erstmals nachgewiesene Collembolenart als Element der Windschutzstreifenbegleitfauna, *Pflanzenschutzberichte* 52 (1): 65–70, 1992.
- TIEFENBRUNNER, W. A.: Collembolenassoziationen im Marchfeld, *Pflanzenschutzberichte*, Band 53, Heft 2, 122–132, 1993.
- ULBER, B.: Einfluß von *Onychiurus fimatus* GISIN (Collembola, Onychiuridae) und *Folsomia fimetaria* (L.) (Collembola, Isotomidae) auf *Pythium ultimum* Trow., einen Erreger des Wurzelbrandes der Zuckerrübe. In: LEBRUN, P. H. ET AL. (eds), *Proc. VIII Int. Coll. Soil Zoology*, pp. 261–268, 1982.
- (Manuskript eingelangt am 20. Jänner 1995)

Pflanzenschutzberichte
Band 55, Heft 1, 1995

Untersuchungen über die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Getreideplattkäfer, *Oryzaephilus surinamensis* im Getreide

Investigations about the influence of interactions between different populations of stored product pests on the sawtoothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* in cereals

R. M. Y. HELAL

Department of Economic Entomologie, Faculty of Agriculture, Tanta University, Kafr El-Sheik, Egypt

F. SWATONEK

Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenschutz, Wien, Österreich

H. K. BERGER

Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin, Trunnerstraße 1–5, 1020 Wien

Zusammenfassung

Die gegenseitige Auswirkung von Populationen der *Sitophilus oryzae* und *Sitophilus granarius* ist eine Vermehrung der Gesamtanzahl der Nachkommen von *Oryzaephilus surinamensis*. Das Maximum der Nachkommenanzahl von *Oryzaephilus surinamensis* lag bei der Gemischtzuchtvariante in verschiedenen Zeitintervallen. Bei der Einzelzuchtvariante lag das Maximum in der 5ten Fünftagesperiode. Bei allen Untersuchungsvarianten lag das Maximum der Anzahl der geschlüpften Individuen in der 6ten Woche bei *Oryzaephilus surinamensis*.

Bei der Art resultiert aus der Zunahme der Dichte eine Herabsetzung der Nachkommenanzahl pro Elternpaar. Die Entwicklungszeit war in allen Versuchen zur intraspezifischen Konkurrenz nicht nachhaltig beeinflusst. Die durchschnittliche Lebensdauer unter Hungerbedingungen bei der Einzelkulturvariante von *Oryzaephilus surinamensis* betrug 19,3 Tage. Bei Gemischtkultur gab es eine negative Beeinflussung von *Tribolium confusum* und *Sitophilus granarius* auf die Lebensdauer dieser Käfer.

Stichwörter: *Oryzaephilus surinamensis*; intra-, interspezifische Konkurrenz; Vorratsschädlinge.

Summary

The mutual effect interaction the population of *S. oryzae* and *S. granarius* increase the total number of progeny of *O. surinamensis*. Maximum progenies by mixed culture were observed in different intervals from *O. surinamensis*. By single culture tests were observed the maximum in the 5th fifth days period. The maximum hatching were observed in all the experimental tests on 6th week from *O. surinamensis*.

The number of progeny produced by parental show decrease as the initial parental density increase. The development period for the species was not influenced throughout the experiment under intraspecific competition. The average survival period under starvation conditions of populations of *O. surinamensis* by single culture is 19,3 days, but by mixed culture negative effect from *T. confusum* and *S. granarius* of his survival period.

Key words: *Oryzaephilus surinamensis*; intra-, interspecific competition; stored product pests.

1. Einleitung und Problemstellung

Im Lager wird das Getreide von vielen Insekten befallen, diese Insekten werden durch Umweltfaktoren beeinflusst, die z. B. auch auf ihre Dichte einwirken. Einer dieser Faktoren ist die inter- und intraspezifische Konkurrenz.

Die gegenseitige Auswirkung von Population der Kornkäfer hat eine Vermehrung der Anzahl der *Oryzaephilus surinamensis*-Individuen zur Folge (GEISIELSKA, 1972).

Die gegenseitige Auswirkung zwischen Angehörigen der gleichen Art kann bei Insektenpopulationen Einwirkung auf Fruchtbarkeit, Überleben, Entwicklungsrate, Geschlechterverhältnis, Gewicht der Larven, Puppen und Imago, Kopulation, Kannibalismus, Schlüpftrate, Zahl der Ovariolen, Präovipositionszeit und Mortalität der Larven und Puppen beeinflussen (KLOMP, 1964; ASHBY, 1961; WATT, 1960; LONGSTAFF, 1981; GÄL, 1973; STEIN, 1986; SHAHEN, 1982; ANDERSEN, 1956, 1961 und LEFKOVITCH, 1957, 1962).

Als Fragestellungen wurden in der vorliegenden Arbeit behandelt:

1. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen verschiedener vorratsschädlicher Arten (*Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum*, und *Cryptolestes ferrugineus*) auf *Oryzaephilus surinamensis*.
2. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen der gleichen Art.
3. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen verschiedener Arten (*Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum* und *Cryptolestes ferrugineus*) auf *Oryzaephilus surinamensis* über die Lebensdauer der Imago unter Hungerbedingungen.

Das dynamische Verhalten der Insektenpopulation ist von ausschlaggebender Bedeutung für das Verständnis der Entwicklung der Vorratsschädlings-Vermehrung sowie zur Erzielung besserer Bekämpfungsergebnisse. Und wie lange die Insektenarten ohne Nahrung am Leben bleiben können, ist gerade vom Standpunkt der Bekämpfung aus sehr wichtig.

2. Literaturübersicht

Bei einer Konkurrenzsituation zwischen *Rhizopertha dominica* und *Oryzaephilus surinamensis* einerseits, sowie zwischen *Sitotroga cerealella* und *Oryzaephilus surinamensis* findet man für beide Varianten, daß die Insekten zusammenleben können. Bei gemeinsamen Vorkommen von *Sitotroga cerealella* und *Oryzaephilus surinamensis*, verursacht erstere die Herabsetzung von *Oryzaephilus surinamensis*, gleichzeitig hat *Oryzaephilus surinamensis* auch einen leicht negativen Einfluß auf die Vermehrungsrate von *Sitotroga cerealella* (CROMBIE, 1945).

CROMBIE (1943 und 1946) fand, daß bei einer Konkurrenzsituation zwischen *Tribolium confusum* und *Oryzaephilus surinamensis* die erste Art dominant ist. *Tribolium confusum* hat einen zweifachen Vorteil über *Oryzaephilus surinamensis*: 1. Unter gleichen Bedingungen ist die Fruchtbarkeit von *Tribolium confusum* größer als die von *Oryzaephilus surinamensis*. 2. Käfer und Larven von *Tribolium confusum* fressen die Eier und Puppen von *Oryzaephilus surinamensis*, andererseits können nur die Adulten *Oryzaephilus surinamensis* die Eier (und nur diese) von *Tribolium confusum* zerstören. Die Käfer *Rhizopertha dominica* können gemeinsam mit *Tribolium confusum* an Weizen vorkommen. Auch *Rhizopertha dominica*, *Tribolium confusum* & *Oryzaephilus surinamensis* kommen gemeinsam an Weizen vor.

GEISIELSKA (1971) hat die Entwicklungsraten, Fruchtbarkeit und Mortalität beim gemeinsamen Vorkommen von *Oryzaephilus surinamensis* und *Rhizopertha dominica* an Perlgrauen oder einem gemischten Medium aus Perlgrauen und Weizengrütze untersucht. Er bemerkte, daß bei Gemischtkultur auf Perlgrauenmedium die Anzahl der Individuen von *Oryzaephilus surinamensis* nach 3–59 Tagen ab dem Versuchsbeginn 63 betrug und die Anzahl von *Rhizopertha dominica* nach 49–97 Tagen ab dem Versuchsbeginn 30 Ind. betrug. Bei gemischtem Medium war die Anzahl der Käfer *Oryzaephilus surinamensis* 97 Ind. nach 32–59 Tagen ab

dem Versuchsbeginn bzw. 11 Ind. bei *Rhizopertha dominica* nach 55–97 Tagen ab dem Versuchsbeginn. Im Vergleich dazu zeigte sich bei den Einzelkulturen an Perlgrauen, daß die Anzahl der Käfer von *Oryzaephilus surinamensis* 94 Ind. nach 28–64 Tagen ab dem Versuchsbeginn betrug und die Anzahl der *Rhizopertha dominica* 17 Ind. nach 60–91 Tagen ab dem Versuchsbeginn, bzw. im Gemischmedium, die Anzahl der *Oryzaephilus surinamensis* 129 Ind. nach 27–64 Tagen ab dem Versuchsbeginn und 13 Ind. von *Rhizopertha dominica* nach 60–88 Tagen ab dem Versuchsbeginn betrug. Also fördert das Vorhandensein von *Oryzaephilus surinamensis* den Entwicklungsprozesses von *Rhizopertha dominica*. Die Entwicklungsperiode von *Oryzaephilus surinamensis* ist in der Einzelkultur kürzer als bei Gemischkultur. Die Mortalität bei beiden Arten ist bei Gemischkultur geringer als bei Einzelkultur in den ersten drei Monaten. Die Fruchtbarkeit bei beiden Arten ist hoch bei Gemischkultur im Vergleich mit der Einzelkultur.

CIESIELSKA (1972) beschreibt Versuche über die interspezifische Konkurrenz zwischen den drei *Coleoptera*-Arten, *Sitophilus granarius*, *Oryzaephilus surinamensis* und *Rhizopertha dominica* bei 28°C und 70% r. F., mit der Dichte 80 Ind./200 g an Mischmedium von Weizen und Perlgrauen. Die Adulten wurden nach 56, 86 und 116 Tagen gezählt. Der Autor erhielt folgende Ergebnisse:

- Bei gemeinsamer Haltung von *Sitophilus granarius* mit *Oryzaephilus surinamensis* ist die Anzahl der Ind. beider Arten hoch im Vergleich zur Einzelkultur.
- Bei dem gemeinsamen Vorkommen von *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus granarius* und *Rhizopertha dominica*, ist die letzte Art die Dominante.
- Die Anzahl der Ind. von *Rhizopertha dominica* ist größer bei gemeinsamer Haltung mit *Sitophilus granarius* im Vergleich mit der Einzelkultur. Dieselben Resultate erhielt er, wenn die Käfer von *Rhizopertha dominica* und *Oryzaephilus surinamensis* zusammengesetzt wurden.

BARNES und SIMMONS (1952) untersuchten die interspezifische Konkurrenz zwischen *Oryzaephilus surinamensis* und *Plodia interpunctella*. Sie beobachteten, daß die Falterpopulation entsprechend dem Ausmaß der Infektion mit Käfern behindert wurde.

LECATO (1973) hat durch Versuche bewiesen, daß die Anzahl der Nachkommen von *O. surinamensis* im Medium mit toten Eiern oder Adulten von *P. interpunctella* vergrößert ist. Derselbe Autor (1974) hat die Vermehrung der Population von *Oryzaephilus meicator* in verschiedenen Medien mit oder ohne tote Eier und Adulte von *P. interpunctella* untersucht. Er fand, daß die Vermehrung der Population und das Körpergewicht der Käfer zunahm, wenn man tote Eier oder Adulte der Falter in das Medium beigab.

LECATO (1975) fand, daß die Imago und alten Larvenstadien von *T. castaneum* eine erhöhte Sterblichkeit der Eier, der jungen Larvenstadien und der Puppen von *Oryzaephilus surinamensis* verursachen. Die Nachkommenproduktion von *T. castaneum* nimmt dabei zu.

PINGALE und GIRISH (1967) untersuchten die interspezifische Konkurrenz zwischen *Tribolium confusum*, *Gnathocerus cornutus*, *Trogoderma versicolor*, *Sitotroga cerealella*, *Sitophilus granarius*, *Rhizopertha dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Callosobruchus chinensis* und *C. maculatus* in verschiedener Kombination. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß die Kombinationen zwischen den Arten, welche den gleichen Bedarf und Habitus haben, die schwache Art eliminiert. Dagegen ist bei den Arten, welche dem Habitus und dem Bedarf nach verschieden sind, keine solche starke Konkurrenzerscheinung festzustellen.

CROMBIE (1942) hat den Einfluß der Populationsdichte auf die Eiablagerrate von Insektenarten untersucht. Er erkannte, daß mit Zunahme der Dichte von 0,5 auf 8 Käfer/Korn, die tägliche Eiablage pro Weibchen von 3,0 auf 1,1 bei *Oryzaephilus surinamensis* zurückging.

Die Untersuchungen, die von CROMBIE (1943) über den Einfluß der Dichte auf die Fruchtbarkeit und den Eifraß bei *Tribolium confusum* und *Oryzaephilus surinamensis* durchgeführt wurden, brachten folgende Ergebnisse:

- Bei *Oryzaephilus surinamensis* kommt es mit Zunahme der Dichte von 10,0 Käfer/g zu 160,0 Käfer/g zu einer kontinuierlichen Abnahme der täglichen Eiablage rate von 3,2 Eier auf 0,9 Eier.
- Bei *Oryzaephilus surinamensis* kam es zu einer Zunahme des Eifraßes von Null bei der Dichte 1 Käfer/g auf 38,0% bei der Dichte 80 Käfer/g.

Nach HEINZE (1983) ergibt sich folgendes: Die Hungerfähigkeit der Käfer der Art *Oryzaephilus surinamensis* nimmt mit sinkender Temperatur zu. Während bei 38°C schon nach 8 Tagen 100% abgestorben sind, ist dieses bei 16°C erst nach 63 Tagen der Fall. Bei 10 bis 11°C fallen sie in Kältestarre. 8°C halten einige Käfer über 2 Monate aus, 4°C dagegen überleben sie nicht länger als höchstens 20 Tage und bei Temperaturen unter 0°C keine 2 Stunden. KHAN (1983) fand, daß die Lebensdauer der Käfer von *Oryzaephilus mercator* und *Oryzaephilus surinamensis* bei 0% Luftfeuchte am geringsten war, sie betrug 4,5 Tage bei der ersten und 9,1 Tage bei der zweiten Art. Die Lebensdauer der zweiten Art war bei 80% Luftfeuchte höher. Sie betrug bei *Oryzaephilus mercator* 7,5 Tage und 15,5 Tage bei *Oryzaephilus surinamensis*.

3. Methoden

Die Zuchten wurden in einem Zuchtraum im Keller der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien durchgeführt. Die Temperatur wurde konstant zwischen 25–27°C gehalten und die relative Raumfeuchtigkeit betrug $85 \pm 5\%$.

Folgende Käferarten wurden verwendet

- *Sitophilus oryzae* (LINNE), Reiskäfer
- *Sitophilus granarius* (LINNE), Kornkäfer
- *Tribolium confusum* (DUVAL), Amerikanischer Reismehlkäfer
- *Oryzaephilus surinamensis* (LINNE), Getreideplattkäfer
- *Cryptolestes ferrugineus* (STEPHENS), Rotbrauner Leistenkopflattkäfer.

Der Zuchtansatz für *Cryptolestes ferrugineus* stammte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft des Institutes für Vorratsschutz in Berlin. Alle anderen Arten, mit denen gearbeitet wurde, stammten aus den Zuchten der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.

1. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Käfer.

Als Versuchstuben dienten Glasröhrchen 70 mm hoch, 25 mm \varnothing mit Deckel (Kunststoffpfropfen mit Loch 15 mm \varnothing) und Gaze verschlossen, damit die Röhrchen nicht luftdicht abschließen.

Die Käfer wurden im Alter von 1–2 Wochen verwendet. Es wurde je nach Versuch mit 3 Wiederholungen gearbeitet. In jeder Tube befanden sich bei der Gemischtzuchtvariante 20 Individuen jeder Art, also insgesamt 40. Bei der Einzelzuchtvariante wurden je Art 2 Versuchsansätze zu 20 bzw. 40 Individuen durchgeführt.

Folgende Gemischtzuchtvarianten, Einzelzuchtvarianten und Nährmedien pro Tube wurden verwendet:

Gemischtzuchtvariante:

- 20 Ind. *O. surinamensis* + 20 Ind. *S. oryzae*
- 20 Ind. *O. surinamensis* + 20 Ind. *S. granarius*
- 20 Ind. *O. surinamensis* + 20 Ind. *T. confusum*
- 20 Ind. *O. surinamensis* + 20 Ind. *C. ferrugineus*

Nährmedien:

- 3 g Weizenkörner + 3 g Weizenmehl
- 3 g Weizenkörner + 3 g Weizenmehl
- 6 g Weizenmehl
- 6 g Weizenmehl

Einzelzuchtvariante:

20 Ind. *Oryzaephilus surinamensis*

40 Ind. *Oryzaephilus surinamensis*

Nährmedien:

6 g Weizenmehl

6 g Weizenmehl

Am ersten Tag des Versuchs wurden bei der Einzelzuchtvariante 20 bzw. 40 Ind. in einer Tube mit 6 g Nährmedium, bzw. bei Gemischtzuchtvariante 40 Ind. (20 Ind. je Art) für 24 Stunden im Zuchttraum angesetzt. Nach diesem Zeitintervall wurden die Käfer umgesetzt (herausgeholt), die Anzahl der Überlebenden gezählt und die Mortalität berechnet. Danach wurden die Tiere in neue Tuben mit dem entsprechenden Nährmedium gesetzt.

Bei allen Versuchsvarianten wurde nach 30 Tagen ab dem Versuchsbeginn eine Kontrolle pro Woche durchgeführt und die Anzahl der geschlüpften Insekten gezählt und diese dann entfernt.

2. Intraspezifische Konkurrenz und Nachkommenproduktion

Als Versuchsgefäße dienten $\frac{3}{4}$ -l-Gefäße mit Glasdeckel (ohne Gummierung, damit die Gläser nicht luftdicht abschließen).

Die Insekten wurden in 5 Dichte-Stufen (5, 10, 20, 40, 80 Ind./Gefäß) verwendet. In jedem Glasgefäß befanden sich 20 g Weizenmehl.

Es wurden 1–2 Wochen alte Käfer verwendet. Jede Variante hatte 3 Wiederholungen. 30 Tage nach dem Ansetzen wurde die Gesamtzahl der Nachkommen festgestellt. Die Elternkäfer wurden jeweils entfernt, um die Zahl der produzierten Nachkommen zu erhalten. Je fünf Tage wurde eine Kontrolle durchgeführt und die Anzahl der geschlüpften Nachkommen gezählt und diese entfernt.

3. Die gegenseitige Wirkung von Population verschiedener Vorratsschädlinge unter Hungerbedingungen auf den Käfer

Als Versuchsgefäße diente $\frac{3}{4}$ l Gefäße mit Glasdeckel (ohne Gummierung, damit die Gläser nicht luftdicht abschließen).

Folgende Gemischtzuchtvarianten wurden verwendet:

50 Ind. *O. surinamensis* + 50 Ind. *S. oryzae*

50 Ind. *O. surinamensis* + 50 Ind. *S. granarius*

50 Ind. *O. surinamensis* + 50 Ind. *T. confusum*

50 Ind. *O. surinamensis* + 50 Ind. *C. ferrugineus*.

Folgende Einzelzuchtvarianten wurden verwendet:

50 Ind. *O. surinamensis*

100 Ind. *O. surinamensis*.

Für die Versuche wurden verschieden alte Käfer verwendet. Es wurde bei jedem Versuch mit 3 Wiederholungen gearbeitet. In jedem Gefäß befanden sich bei der Gemischtzuchtvariante 50 Individuen jeder Art, also insgesamt 100. Bei der Einzelzuchtvariante wurden je Art 2 Versuchsansätze zu 50 bzw. 100 Individuen durchgeführt.

4. Ergebnisse

1. Die gegenseitige Wirkung von Population verschiedener Vorratsschädlinge auf den Käfer

1.1. Überlebende Individuen

Die Überlebensraten (täglich)

Die täglichen Überlebensratenkurven sind in Abbildung (1) dargestellt. Nach 30 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns lebten nur noch von *O. surinamensis* in der Gemischt-

zuchtvariante zwischen 68,5% bei der Variante mit *S. oryzae* und 78,5% bei beiden Varianten mit *C. ferrugineus*, *S. granarius*, bzw. in Einzelzuchtvariante 66,8% bei der Variante mit 40 Ind. und 76,5% bei der Variante mit 20 Ind.

Die Überlebensraten täglich (Durchschnitt aus 30 Tagen)

Die Ergebnisse werden in Tabelle (1) dargestellt.

Tab. (1): Die Überlebensraten täglich von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht (Durchschnitt aus 30 Tagen) während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
82,3	86,4	83,6	88,1	88,8	77,8

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die täglichen Überlebensraten von *O. surinamensis* in der Gemischtzuchtvariante zwischen 82,3% bei der Variante mit *S. oryzae* und 88,1% bei der Variante mit *C. ferrugineus* lagen. Zum Vergleich: bei der Einzelzuchtvariante überlebte täglich 77,8% bei der Variante mit 40 Ind. und 88,8% bei der Variante mit 20 Ind.

Die Überlebensraten täglich (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen)

Die Säulen in Abbildung (2) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten. Nach der ersten Fünftagesperiode lebten täglich nur noch von *O. surinamensis* in der Gemischtzuchtvariante zwischen 96,0% bei der Variante mit *T. confusum* und 99,5% bei der Variante mit *S. oryzae*, bzw. bei der Einzelzuchtvariante 95,5% bei der Variante mit 40 Ind. und 98,5% bei der Variante mit 20 Ind.

Nach vier Zeitintervallen lebten von *O. surinamensis* in der Gemischtzuchtvariante zwischen 77,0% bei der Variante mit *S. oryzae* und 86,0% bei der Variante mit *C. ferrugineus*, bzw. in der Einzelzuchtvariante 72,5% bei der Variante mit 40 Ind. und 86,5% bei der Variante mit 20 Ind.

1.2. Die Mortalität

Die Mortalität täglich in %

Die täglichen Absterbenskurven sind in Abbildung (3) dargestellt. Die Abbildung zeigt, daß das Maximum der täglichen Mortalität in der Gemischtzuchtvariante zwischen 3,5% bei beiden Varianten mit *S. granarius* und *T. confusum* und 7,0% bei der Variante mit *S. oryzae* betrug, bzw. bei Einzelzuchtvariante 3,5% bei der Variante mit 20 Ind. und 4,0% bei der Variante mit 40 Ind.

Die tägliche Mortalität in % (Durchschnitt aus 30 Tagen).

Die Ergebnisse werden zusammenfassend in Tabelle (2) dargestellt.

Tab. (2): Die tägliche Mortalität in % von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht (Durchschnitt aus 30 Tagen) während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
1,05	0,71	0,88	0,71	0,78	1,1

Aus den Zahlen ist zu erkennen, daß die tägliche Mortalität in Gemischtzuchtvariante zwischen 0,71% bei beiden Varianten mit *S. granarius*, *C. ferrugineus* und 1,05% bei der Variante mit *S. oryzae* betrug, bzw. in Einzelzuchtvariante 0,78% mit der Variante 20 Ind. und 1,10% mit der Variante 40 Ind.

Die tägliche Mortalität in % (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen).

Die Ergebnisse sind in den Säulen der Abbildung (4) dargestellt. Das Maximum der täglichen Mortalität lag bei den Versuchsvarianten in verschiedenen Zeitintervallen.

1.3. Die Nachkommenproduktion

Gesamtanzahl der Nachkommen.

Die Ergebnisse dieses Versuchs werden in Tabelle (3) zusammenfassend dargestellt.

Tab. (3): Gesamtanzahl der Nachkommen von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
253	227,7	108,3	70	35	21

Aus den Zahlen ist zu erkennen, daß die mittlere Gesamtanzahl der Nachkommen in der Gemischtzuchtvariante zwischen 70,0 bei der Variante mit *C. ferrugineus* und 253,0 bei der Variante mit *S. oryzae* betrug, bzw. bei der Einzelzuchtvariante 21,0 mit der Variante 40 Ind. und 35,0 mit der Variante mit 20 Ind. Dies läßt auf eine positive Beeinflussung von anderen Populationen auf die Gesamtanzahl der Nachkommen von *O. surinamensis* schließen.

Die Nachkommen und Nachkommenraten (täglich).

Die Ergebnisse für die Anzahl der täglichen Nachkommen sind in der Abbildung (5) dargestellt. Es war deutlich zu ersehen, daß die täglichen Nachkommen von *O. surinamensis* in der Einzelzuchtvariante niedriger als bei der Gemischtzuchtvariante waren.

In der Tabelle (4) sind die Ergebnisse für die täglichen Nachkommenraten zusammengefaßt. Die Ergebnisse zeigen, daß das Maximum der täglichen Nachkommen bei der Gemischtzuchtvariante zwischen 5,4% bei der Variante mit *S. granarius* und 7,2% bei der Variante mit *C. ferrugineus* betrug, bzw. in Einzelzuchtvariante 11,0% bei der Variante mit 40 Ind. und 11,4% bei der Variante mit 20 Ind. Das Maximum lag an verschiedenen Tagen.

Die Nachkommen und Nachkommenraten (während jeweils 5 Tagen).

Die Ergebnisse sind in Tabelle (5) zusammengefaßt. Es zeigt sich, daß bei allen Versuchsvarianten die Anzahl der Nachkommen ein Maximum erreicht und sich mit weiterer Zeit verringert (bis auf die Gemischtzuchtvariante mit *T. confusum*, wo die Anzahl der Nachkommen bis zum dritten Zeitintervall steigt, und es dann im vierten, fünften, und letzten Zeitintervall geringe Schwankungen gab).

Die Säulen in Abbildung (6) zeigen die Nachkommenraten für jeweils 5 Tage. Es ist zu erkennen, daß das Maximum der Nachkommenraten in der Gemischtzuchtvariante zwischen 24,3% bei der Variante mit *S. granarius* und 27,6% bei der Variante mit *C. ferrugineus* betrug, bzw. in Einzelzuchtvariante 34,3% bei der Variante mit 20 Ind. und 34,7% bei der Variante mit 40 Ind.

Das Maximum lag in der Gemischtzuchtvariante im dritten Zeitintervall bei beiden Varianten mit *S. oryzae* und mit *S. granarius* im vierten Zeitintervall bei der Variante mit *C. ferrugineus* und im fünften Zeitintervall bei der Variante mit *T. confusum*, bzw. bei der Einzelzuchtvariante im fünften Zeitintervall.

Tab. 4: Die Nachkommen (in %) von *Oryzaephilus surinamensis* (täglich) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraumes von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Tag der Eiablage	Gemischtzucht				Einzelzucht	
	<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.5	0.9	0.0	1.0	0.0	0.0
3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.3	0.1	0.0	1.0	0.0	0.0
5	0.3	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0
6	0.9	1.0	0.3	0.4	0.0	0.0
7	1.8	1.8	0.9	0.4	0.0	0.0
8	3.2	3.6	1.2	1.9	0.0	1.4
9	4.5	3.4	3.0	1.9	0.0	3.3
10	3.2	5.3	2.5	1.9	0.0	3.3
11	4.9	4.1	3.7	2.9	0.0	3.3
12	6.2	4.8	4.0	4.3	0.0	1.4
13	4.1	5.4	5.8	3.3	2.0	1.4
14	6.2	4.8	5.3	3.3	2.0	3.3
15	4.6	5.1	2.8	4.7	5.7	3.3
16	6.1	4.5	2.8	6.7	3.7	1.4
17	5.0	4.8	5.5	5.7	7.7	6.2
18	6.1	3.6	4.3	5.7	8.6	4.8
19	2.9	4.7	3.0	5.3	3.7	6.2
20	4.7	4.7	4.3	4.3	2.9	3.3
21	3.4	2.2	3.4	6.2	4.9	1.4
22	4.1	4.1	5.5	5.7	4.9	11.0
23	3.3	4.7	6.2	3.9	6.6	8.1
24	3.7	2.6	6.2	3.3	9.4	6.2
25	4.1	4.1	4.9	6.2	8.6	1.4
26	3.7	3.1	4.6	2.4	11.4	8.1
27	2.9	4.8	4.9	3.3	2.0	4.8
28	2.9	4.1	5.3	4.7	3.7	3.3
29	2.5	2.8	5.3	2.4	0.9	3.3
30	3.4	3.5	4.0	7.2	11.4	9.5

Tab. 5: Anzahl der pro Woche geschlüpften Insekten von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns während eines Zeitraumes von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Versuch	Tag der Eiablage	Anzahl der geschlüpften Insekten nach Tagen				Gesamtanzahl der Nachkommen	
		Woche					
		5	6	7	8		
Gemischte Zucht	<i>Sitophilus oryzae</i>	1-5	0.0	2.3	1.7	0.0	4.0
		6-10	6.7	26.3	1.7	0.0	34.7
		11-15	0.0	63.3	2.3	0.0	65.6
		16-20	0.0	60.3	1.3	1.0	62.6
		21-25	0.0	33.7	13.0	0.3	47.0
		26-30	0.0	22.3	14.8	2.0	39.1
		Σ	6.7	208.2	34.8	3.3	253.0
	<i>Sitophilus granarius</i>	1-5	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0
		6-10	0.0	28.7	5.3	0.3	34.3
		11-15	0.0	52.7	2.7	0.0	55.4
		16-20	0.0	48.7	2.3	0.0	51.0
		21-25	0.0	29.0	11.0	0.3	40.3
		26-30	0.0	23.7	17.3	0.7	41.7
		Σ	0.0	187.8	38.6	1.3	227.7
	<i>Tribolium confusum</i>	1-5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
		6-10	0.0	7.3	1.3	0.0	8.6
		11-15	0.0	20.7	2.7	0.0	23.4
		16-20	0.0	20.7	1.0	0.0	21.7
		21-25	0.0	23.0	5.0	0.3	28.3
		26-30	0.0	20.7	5.3	0.0	26.0
Σ		0.0	92.7	15.3	0.3	108.3	
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	1-5	0.0	1.3	0.0	0.0	1.3	
	6-10	0.0	3.3	1.3	0.0	4.6	
	11-15	0.0	12.3	0.8	0.0	13.1	
	16-20	0.0	18.0	1.3	0.0	19.3	
	21-25	0.0	11.4	6.3	0.0	17.7	
	26-30	0.0	7.0	5.0	2.0	14.0	
	Σ	0.0	53.3	14.7	2.0	70.0	
Einzelzucht	20 Ind.	1-5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		6-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		11-15	0.0	3.3	0.0	0.0	3.3
		16-20	0.0	7.0	2.3	0.0	9.3
		21-25	0.0	7.7	4.3	0.0	12.0
		26-30	0.3	8.3	1.8	0.0	10.4
		Σ	0.3	26.3	8.4	0.0	35.0
	40 Ind.	1-5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		6-10	0.0	1.3	0.3	0.0	1.6
		11-15	0.0	2.3	0.3	0.0	2.6
		16-20	0.0	4.8	0.0	0.0	4.8
		21-25	1.3	5.0	1.0	0.0	7.3
		26-30	0.0	4.7	0.0	0.0	4.7
		Σ	1.3	18.1	1.6	0.0	21.0

1.4. Zeitliche Verteilung des Schlüpfens

Die pro Woche geschlüpften Insekten und deren Schlupfraten (aus 30 Tagen).

Die Ergebnisse über die geschlüpften Insekten nach Tagen sind in der Tabelle (5) zusammengefaßt. Die zeitliche Verteilung des Schlüpfens erstreckt sich bei *O. surinamensis* in der Gemischtzuchtvariante von der 5ten Woche bis zur 8ten Woche ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns, bzw. in der Einzelzuchtvariante bis zur 7ten Woche.

Die Säulen in Abbildung (7) zeigen die Resultate für die Schlupfraten. Es war deutlich zu erkennen, daß bei allen Varianten das Maximum der Anzahl der geschlüpften Individuen in der 6ten Woche lag. Nach der 7ten Woche bei der Gemischtzuchtvariante lag die Anzahl der geschlüpften Individuen von *O. surinamensis* zwischen 97,1% bei der Variante mit *C. ferrugineus* und 99,7% bei der Variante mit *T. confusum*, bzw. 100% bei der Einzelzuchtvariante.

Die pro Woche geschlüpften Insekten und deren Schlupfraten (während jeweils 5 Tagen).

Die Ergebnisse der Anzahl der pro Woche geschlüpften Insekten während jeweils 5 Tagen sind in Tabelle (5) zusammengestellt und die Säulen in Abbildung (8) zeigen die Schlupfrate. Aus der Abbildung ist zu erkennen, daß das Maximum der geschlüpften Insekten bei allen Varianten in allen Zeitintervallen in der 6ten Woche lag.

2. Intraspezifische Konkurrenz und Nachkommenproduktion

2.1. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), Gesamtanzahl der Nachkommen und Nachkommen pro Elternpaar

Die Resultate für die einzelnen Varianten sind aus den Säulen in Abbildung (9) ersichtlich.

Aus den Resultaten ist zu erkennen, daß bei der Gesamt-Nachkommenzahl mit Erhöhung der Dichte von 5 auf 20 (Ind./Gefäß) geringe Schwankungen zwischen 35,0 und 16,0 auftraten.

Mit weiterer Steigerung der Dichte von 20, 40 auf 80 (Ind./Gefäß) kommt es zu einer Abnahme der Gesamtanzahl der Nachkommen von 22,3, 5,0 auf 2,7.

Nach varianzanalytischer Verrechnung mit anschließendem F-Test ergab sich ein signifikanter Unterschied ($P < 0,05$) zwischen Elterndichte 5 (Ind./Gefäß) und den anderen Varianten (10, 20, 40 und 80 (Ind./Gefäß)).

Auch ergab sich ein signifikanter Unterschied ($P < 0,05$) zwischen der Variante Elterndichte 10 und 20 (Ind./Gefäß) mit der Variante Elterndichte 40 und 80 (Ind./Gefäß).

Es ist deutlich zu erkennen, daß sich mit zunehmender Dichte eine umgekehrt proportionale Beziehung ergab. Mit Steigerung der Dichte von 5 auf 80 (Ind./Gefäß) kommt es zu einer Abnahme der Anzahl der Nachkommen pro Elternpaar von 14,0 auf 0,07.

2.2. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Zahl der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der Abbildung (10) dargestellt.

Es ist zu erkennen, daß mit Anstieg der Elterndichte von 5 auf 80 (Ind./Gefäß) es eine starke kontinuierliche Abnahme der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar gab. Dies läßt auf eine negative Beeinflussung mit zunehmender Konkurrenz schließen.

2.3. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Schlupfrate der Nachkommen pro Elternpaar

Wie aus Tabelle (6) hervorgeht, bestand eine Wirkung der Elterndichte auf die Schlupfrate der Individuen pro Elternpaar. Bei der Variante mit Elterndichte 5, 10 und 20 (Ind./Gefäß) steigt die Schlupfrate der Nachkommen pro Elternpaar zunächst an, weist aber später einen Rückgang auf.

Bei der Variante mit Elterndichte 40 und 80 (Ind./Gefäß) steigt die Schlüpftrate der Nachkommen pro Elternpaar zunächst an, dann ist sie konstant.

Tab. (6) Beziehung zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), Nachkommen und Prozent geschlüpfter Nachkommen pro Elternpaar (nach Tagen) bei *Oryzaephilus surinamensis*.

Elterndichte Ind./Gefäß	Die Anzahl der geschlüpften Nachkommen in % pro Elternpaar (nach Tagen)					
	31–35	36–40	41–45	46–50	51–55	56–60
5	7,6	19,1	38,1	19,1	9,5	6,6
10	8,3	27,1	22,9	20,8	12,5	8,3
20	8,9	29,9	40,3	13,4	7,5	0
40	13,3	46,7	20	20	0	0
80	12,5	37,5	25	25	0	0

3. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge unter Hungerbedingungen auf die Käfer

3.1. Überlebende Individuen

Die überlebensraten

Die Überlebensratenkurven sind in Abbildung (11) dargestellt. Im allgemeinen waren nach 40–58 Tagen ab dem Beginn des Versuchs alle Tiere bei allen Varianten gestorben.

Die längste Lebensdauer eines Tieres von *O. surinamensis* ergab sich in Einzelzucht bei der Variante 100 Ind.

Die Überlebensraten (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen)

Die Säulen in Abbildung (12) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten.

In der ersten Zehn-Tagesperiode lebte von *O. surinamensis* bei Gemischtzucht zwischen 71,7% und 94,9%, bzw. in der zweiten Zehn-Tagesperiode zwischen 24,5% und 69,2%, bzw. in der dritten Zehn-Tagesperiode zwischen 7,6% und 34,2%. In der vierten Zehn-Tagesperiode lebten zwischen 1,6% und 12,5%.

Bei Einzelzucht ergaben sich folgende Werte: In der ersten Zehn-Tagesperiode lebte von *O. surinamensis* zwischen 80,4% und 88,5%. In der zweiten Zehn-Tagesperiode zwischen 43,4% und 61,1%. In der dritten Zehn-Tagesperiode zwischen 18,7% und 33,6% und in der vierten Zehn-Tagesperiode zwischen 5,8% und 12,5%.

3.2. Die Mortalität

Die Mortalität in % bezogen jeweils auf zwei Tage.

In Abbildung (13) sind die Ergebnisse die Mortalität betreffend dargestellt.

Die Abbildung zeigt, daß das Maximum der Mortalität von *O. surinamensis* in Gemischtzucht zwischen 9,4%–17,4%, bzw. zwischen 8,0%–9,4% in Einzelzucht betrug.

Bei Einzelzucht und Gemischtzucht lag das Maximum der Mortalität an verschiedenen Tagen innerhalb der Periode vom 6. bis zum 28. Tag.

Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

Die Säulen in Abbildung (14) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten.

Die Mortalität lag in der ersten Zehn-Tagesperiode in Gemischtzucht zwischen 2,6% und 10,5%, bzw. in der zweiten Zehn-Tagesperiode zwischen 5,0% und 7,3%, bzw. in der dritten Zehn-Tagesperiode zwischen 2,3% und 7,0%. In der vierten zwischen 0,5% und 2,7%.

Bei Einzelzucht ergaben sich folgende Werte: Nach der ersten Zehn-Tagesperiode betrug die Mortalität 4,1% und 6,7%, bzw. in der zweiten Zehn-Tagesperiode 6,2% und 7,2%. In der dritten Zehn-Tagesperiode betrug die Mortalität 3,7% und 5,3%, bzw. in der vierten Zehn-Tagesperiode 2,3% und 3,0%.

Die Mortalität nimmt bei allen Gemischtzuchtvarianten lediglich bei Gemischtzucht mit *S. oryzae* kontinuierlich mit der Zeit ab.

Bei der Variante Gemischtzucht mit *S. oryzae* und bei den beiden Varianten Einzelzucht 50 Ind. und 100 Ind. steigt die Mortalität zunächst an, weist aber später einen Rückgang auf.

3.3. Die Lebensdauer (Tage)

Die Ergebnisse dieses Versuchs werden in Tabelle (7) zusammenfassend dargestellt.

Tab. (7) Die Lebensdauer von *Oryzaephilus surinamensis* unter Hungerbedingungen in Einzelzucht und Gemischtzucht.

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	50 Ind.	100 Ind.
23,3	15,5	12,5	18,7	16,7	21,8

L.S.D. 0,05 = 6,5
0,01 = 9,2

Aus Tabelle (7) ist zu ersehen, daß die Lebensdauer von *O. surinamensis* in Gemischtzucht zwischen 12,5–23,3 Tagen lag, bzw. in Einzelzucht zwischen 16,7–21,8 Tagen.

Nach varianzanalytischer Verrechnung mit anschließendem F-Test ergab sich ein signifikanter Unterschied ($P < 0,05$) zwischen der Variante Gemischtzucht bei *S. oryzae* und der Variante Gemischtzucht bei *T. confusum* und *S. granarius* sowie der Variante Einzelzucht 50 Ind.

Dies läßt auf eine negative Beeinflussung von *T. confusum* und *S. granarius* auf die Lebensdauer von *O. surinamensis* schließen.

5. Diskussion

Zur Simulation einer Situation, wie sie im Lager vorhanden sein kann, wurden verschiedene Arten zusammengesetzt. Dieselben Erscheinungen, wie sie bei der intraspezifischen Konkurrenz beobachtet wurden, traten auch zwischen den Arten auf. Nach CROMBIE (1944, 1946, 1947) konkurrieren in einem begrenzten Raum die Arten miteinander, welche gleichen Bedarf und Habitus haben. Keine Konkurrenz tritt bei den Arten, welche dem Habitus und dem Bedarf nach verschieden sind, auf, wie auch in der Literatur erwähnt (PINGALE und GIRISH, 1967; DARWIN, 1859).

Unter den Getreideschädlingen muß man zwischen primären und sekundären Schädlingen unterscheiden. Die sekundären Getreideschädlinge können nur bereits beschädigtes oder zu feucht gelagertes Getreide befallen und sind zumeist die Nachfolger der Primärschädlinge. Die Entwicklung und Vermehrung der Sekundärarten wird durch den Befall von Primärschädlingen gefördert.

Die gegenseitige Auswirkung von Populationen von *Sitophilus oryzae* und *Sitophilus granarius* hat somit eine Vermehrung der Gesamtanzahl der Nachkommen von *Oryzaephilus surinamensis* zur Folge. Nach GIESIELSKA (1972) verursacht *Sitophilus granarius* eine Vermehrung der Anzahl der *Oryzaephilus surinamensis*-Individuen.

Das Maximum der Nachkommenanzahl von *Oryzaephilus surinamensis* lag bei der Einzelkultur in der 5ten Fünftagesperiode. Nach HOWE (1956) lag das Maximum bei 30°C und

70% r. F. in der Periode von 35.–45. Tag, bzw. bei 33°C lag das Maximum in der Periode vom 30.–60. Tag. Bei Gemischtkultur lag das Maximum in verschiedenen Zeitintervallen.

Die Imagines schlüpfen bei Einzelkultur von *Oryzaephilus surinamensis* zwischen der 5ten und 7ten Woche, und bei der Gemischtkulturvariante verlängerte sich diese Dauer um eine Woche (5te–8te Woche). Das Maximum der Anzahl der geschlüpften Individuen lag in der 6ten Woche. Nach JACOB und FLEMING (1989) betrug die durchschnittliche Ei- und Larvalentwicklungsperiode bei 25°C und 70% r. F. zwischen 22,0 und 27,5 Tagen. Und nach LERGENMÜLLER (1958) beträgt die Gesamtentwicklungsdauer zwischen 18–35 Tagen bei 32°C und 70–80% r. F.

Bei *Oryzaephilus surinamensis* hat die Zunahme der Dichte eine Reduzierung der Nachkommenanzahl pro Elternpaar durch die Auswirkung der gegenseitigen Störung in begrenztem Raum auf die Eiablage zur Folge. Mit Zunahme der Dichte gibt es eine kontinuierliche Abnahme der täglichen Eiablagereate pro Weibchen (CROMBIE 1942, 1943).

Die Auswirkung einer höheren Individuendichte ist die höhere Mortalität bei den Eiern, Larven und Puppen: hierbei könnte sich zusätzlich aber auch das Phänomen des Kannibalismus auswirken. Der Ei-Kannibalismus ist umso höher, je dichter die Population ist. Die Bedeutung der Dichte ist bei *Oryzaephilus surinamensis* besonders groß. Der Grund dafür ist die Beweglichkeit der Käfer durch das Kulturmedium. Nach CROMBIE (1943) sind 62,4% der Käfer in der obersten Schicht (1 cm), 53,3% davon im obersten Viertel dieser Schicht.

Die Gesamtanzahl der Nachkommen pro Gefäß nimmt bei *Oryzaephilus surinamensis* kontinuierlich mit der Zunahme der Dichte ab.

In allen Varianten bei den Käfern war keine eindeutige Tendenz des Einflusses unterschiedlicher Elternpaardichte auf die Entwicklungszeit zu erkennen. Nach TITSCHACK (1937) vergrößert sich bei steigender Überbevölkerung anfangs die durchschnittliche Entwicklungsdauer, wird dann aber wieder kleiner. Bedingt ist das durch den Störungsfaktor, was Versuche mit reichlicher Nahrung beweisen. Die Überbevölkerung hat einen negativen Einfluß auf die Entwicklungsdauer (MERTZ und ROBERTSON, 1970; FUJII, 1975). Dagegen hat die Überbevölkerung der Larven keinen Einfluß auf ihre Entwicklungszeit (CROMBIE, 1944).

Die durchschnittliche Lebensdauer bei Einzelkulturvariante von *Oryzaephilus surinamensis* betrug 19,3 Tage unter Hungerbedingungen. Während bei 38°C schon nach 8 Tagen 100% abgestorben sind, ist dies bei 16°C erst nach 63 Tagen der Fall (HEINZE, 1983). Nach KHAN (1983) betrug die Lebensdauer dieser Käfer 9,1 Tage bei 25°C und 0% r. F. (Minimum), bzw. sie betrug 15,5 Tage bei 80% r. F. (Maximum). Nach LERGENMÜLLER (1958) betrug die Lebensdauer der Imagines 63 Tage bei 16°C und 8 Tage bei 38°C. Der Käfer ist also in der Lage, über zwei Monate zu hungern (BERGER, 1988). *Oryzaephilus surinamensis* frißt Kot, Überreste von Insekten und greift auch lebende Larven von Motten an (GRAF, 1978). Es gab eine negative Beeinflussung von *Tribolium confusum* und *Sitophilus granarius* auf die Lebensdauer dieser Käfer.

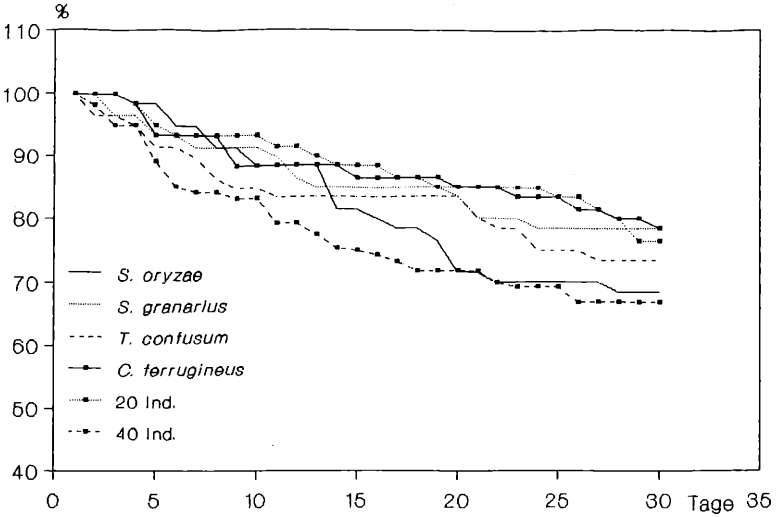


Abb. (1) Die Überlebensraten von *Oryzaephilus surinamensis* täglich in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

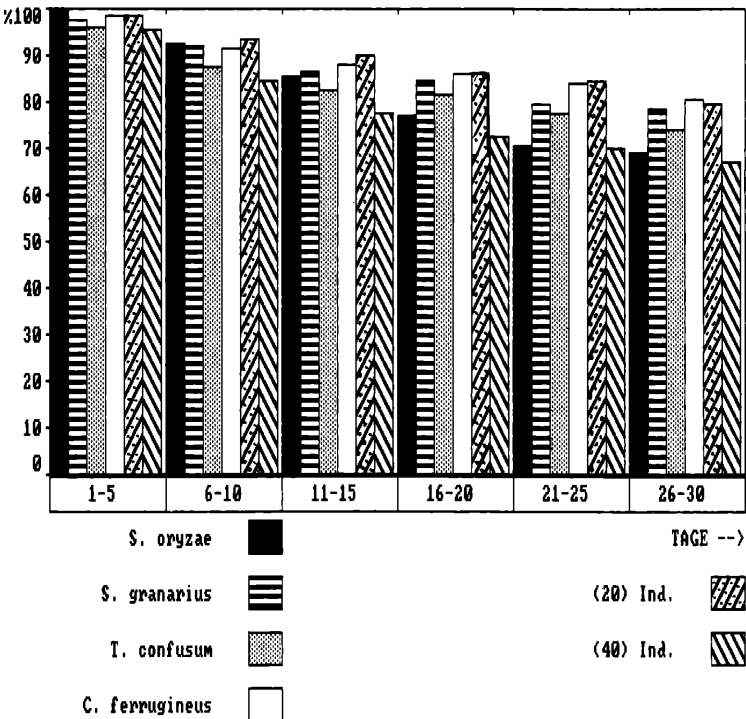


Abb. (2) Die Überlebensraten von *Oryzaephilus surinamensis* täglich (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

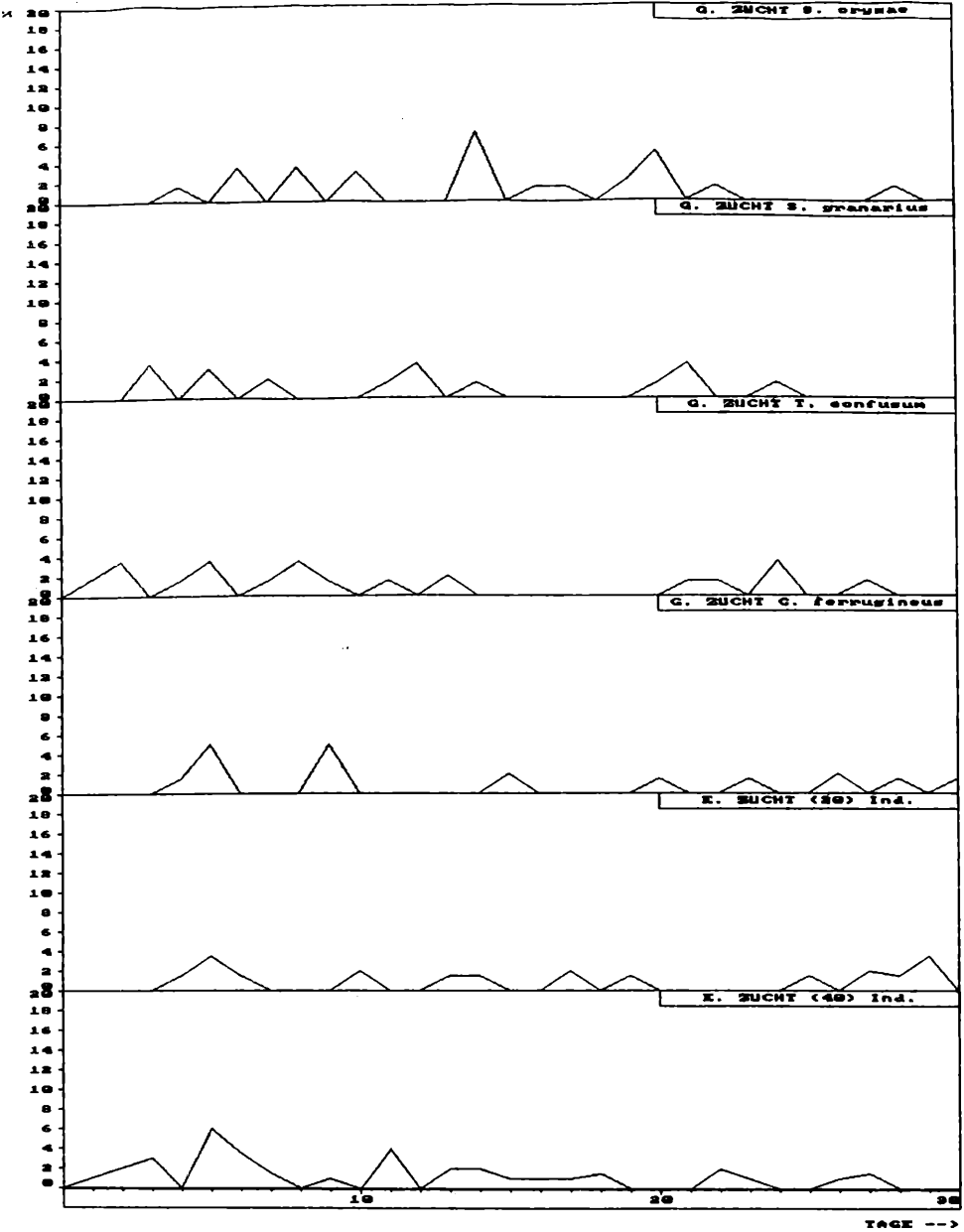


Abb. (3) Die tägliche Mortalität in % von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

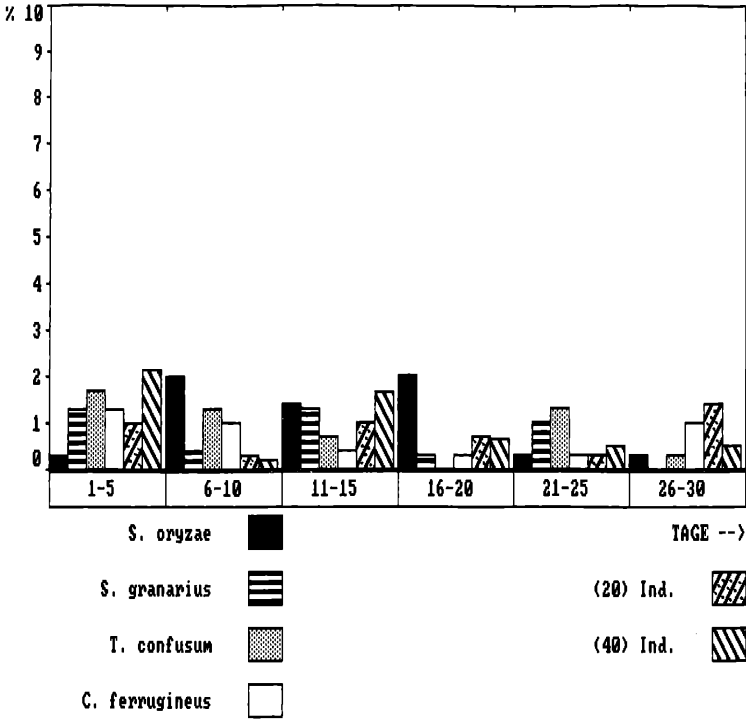


Abb. (4) Die tägliche Mortalität in % von *Oryzaephilus surinamensis* (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

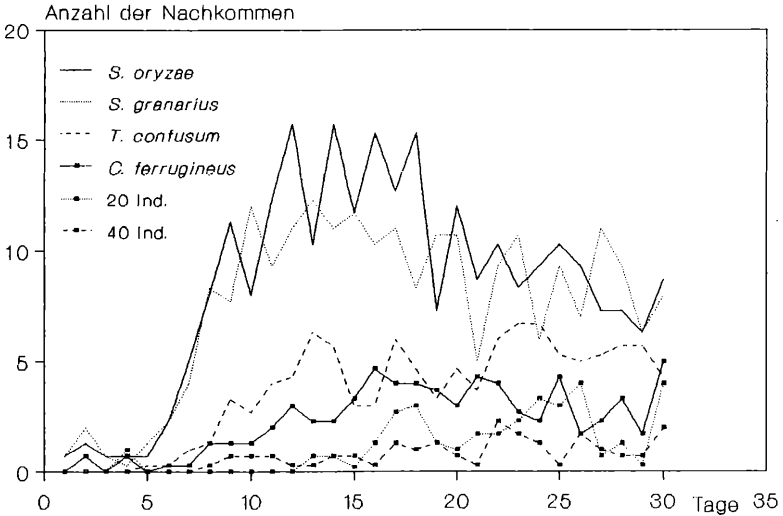


Abb. (5) Anzahl der Nachkommen von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

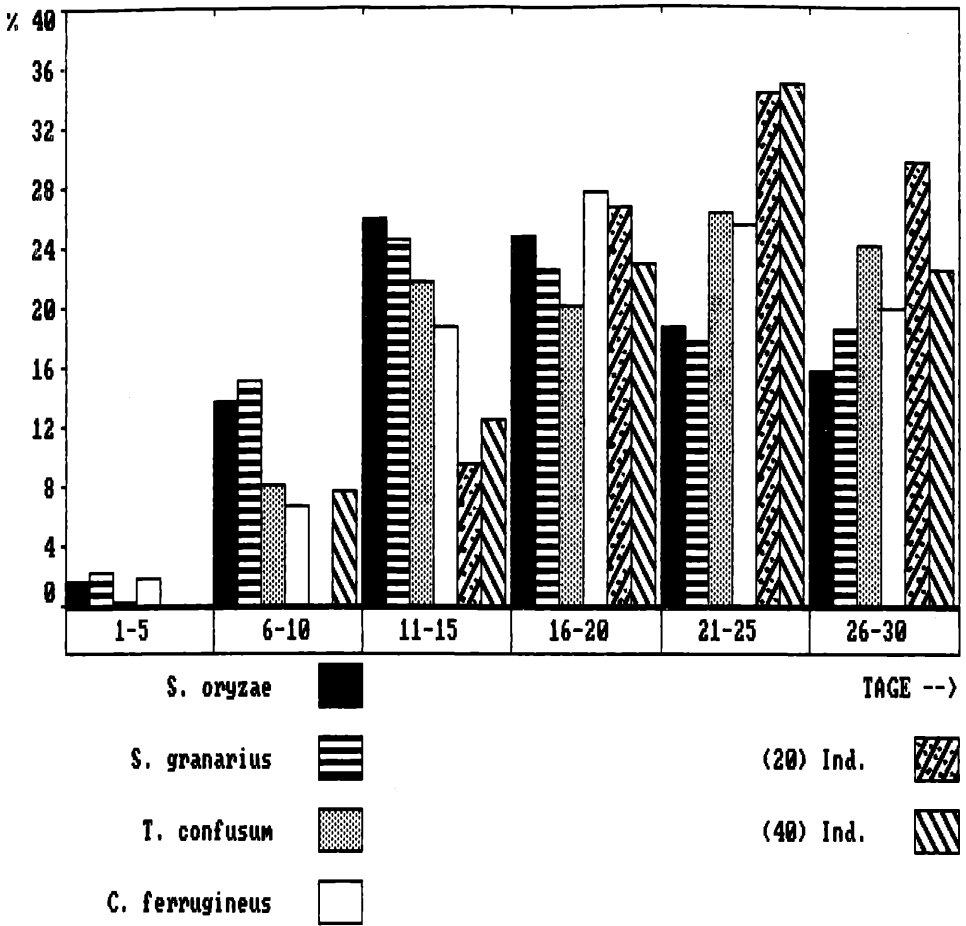


Abb. (6) Die Nachkommen in % von *Oryzaephilus surinamensis* während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

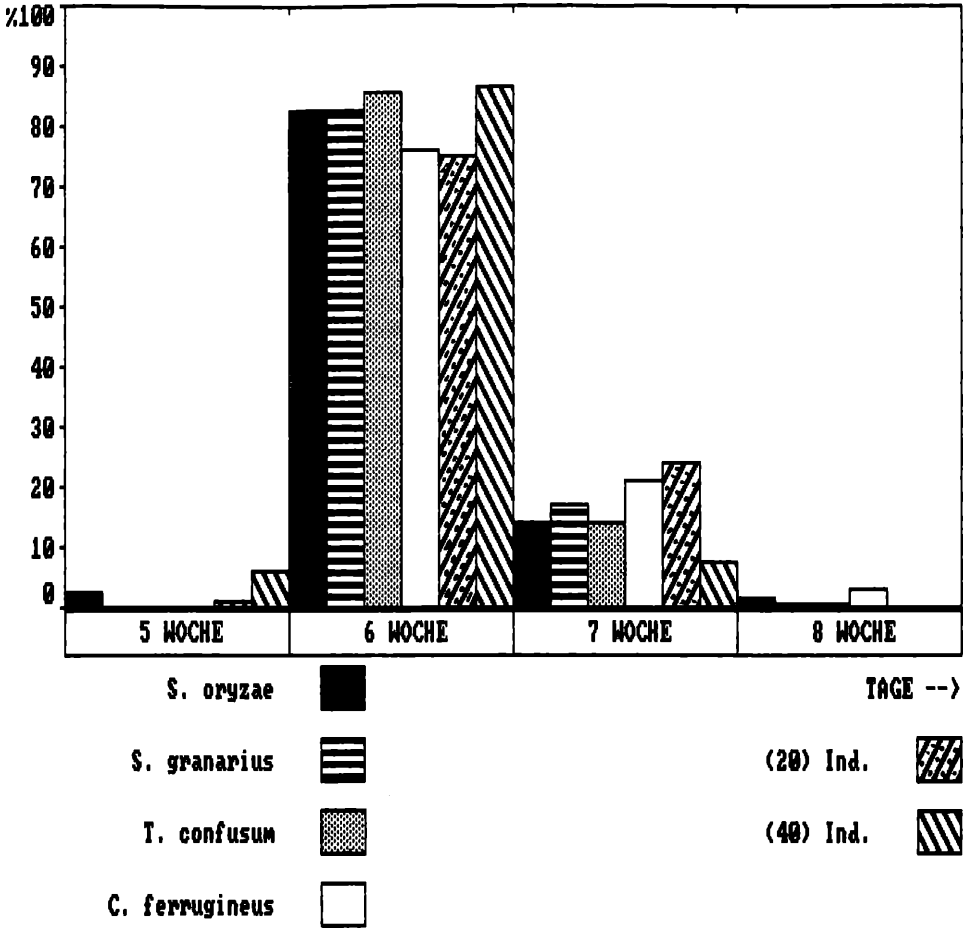


Abb. (7) Die geschlüpften Insekten (pro Woche) in % von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

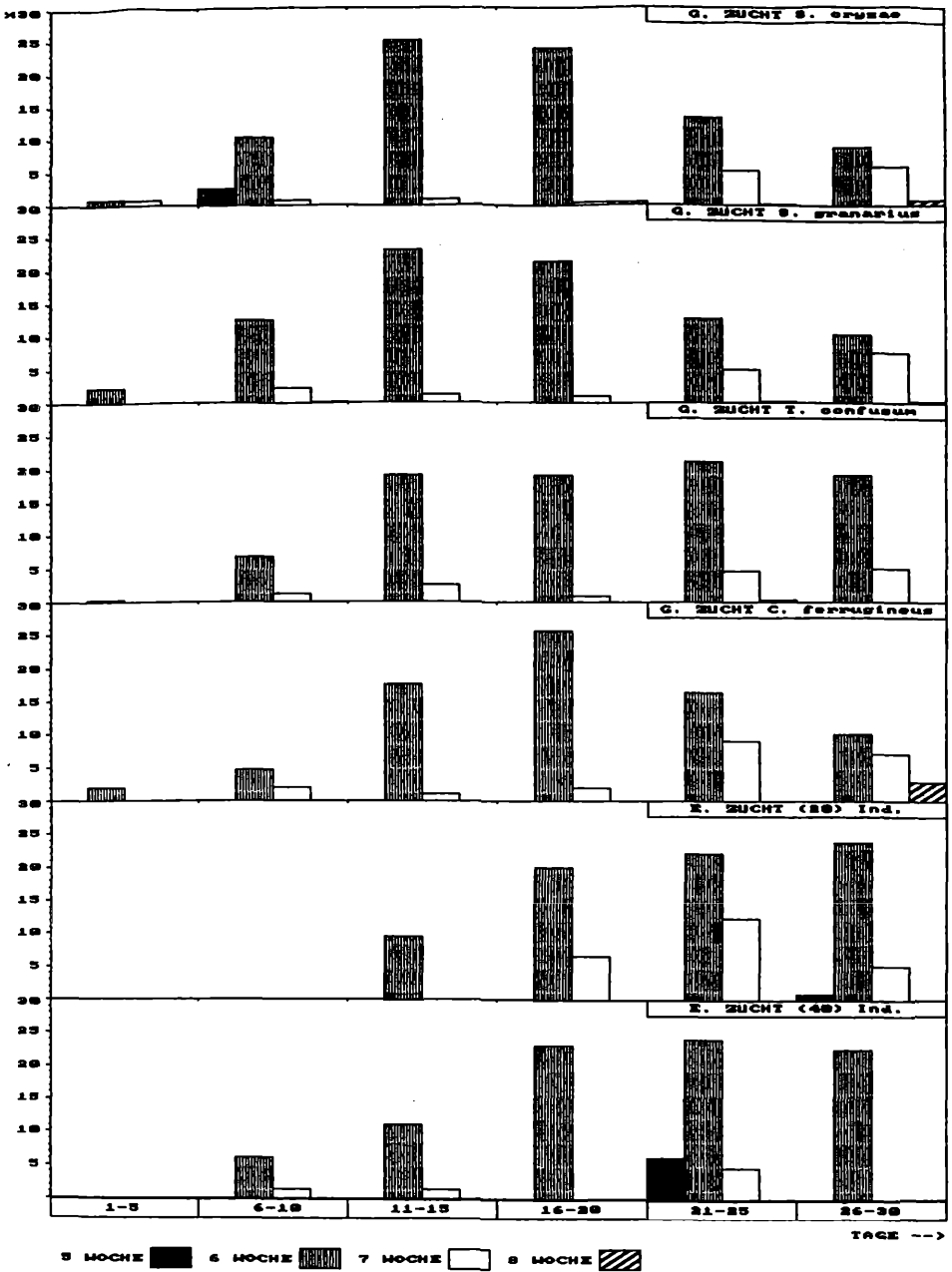


Abb. (8) Die geschlüpften Insekten (pro Woche) in % von *Oryzaephilus surinamensis* während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

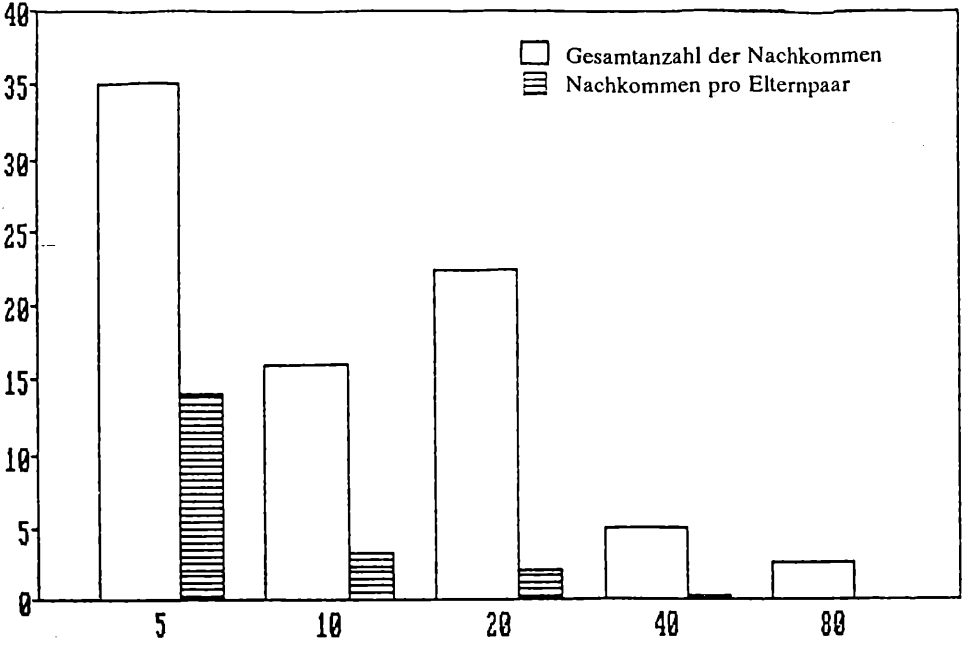


Abb. (9) Beziehung zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), Gesamtanzahl der Nachkommen und Nachkommen pro Elternpaar bei *Oryzaephilus surinamensis*.

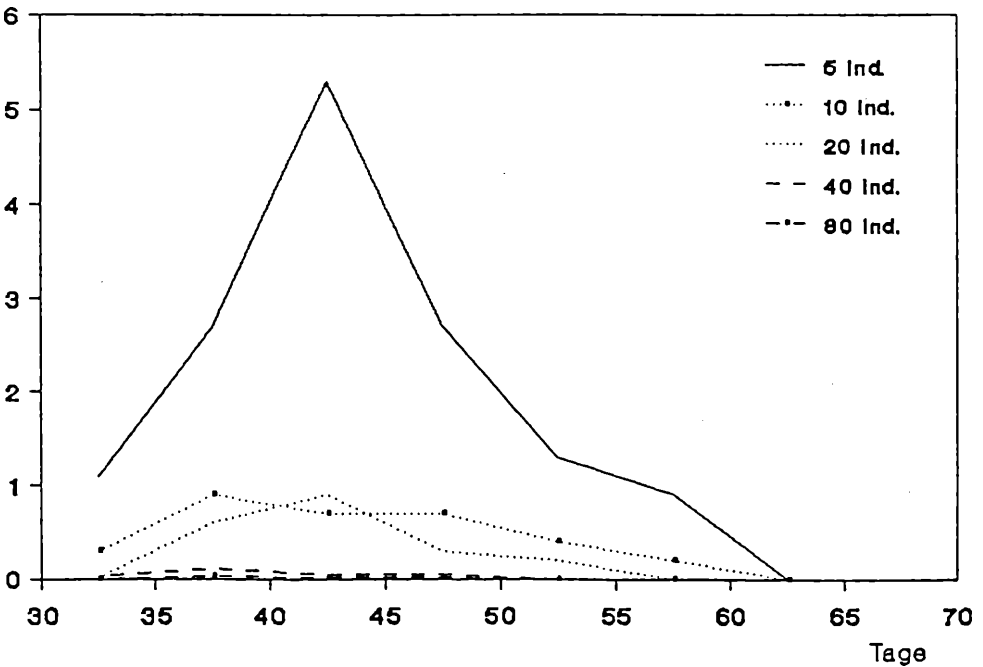


Abb. (10) Beziehung zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Zahl der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar bei *Oryzaephilus surinamensis*.

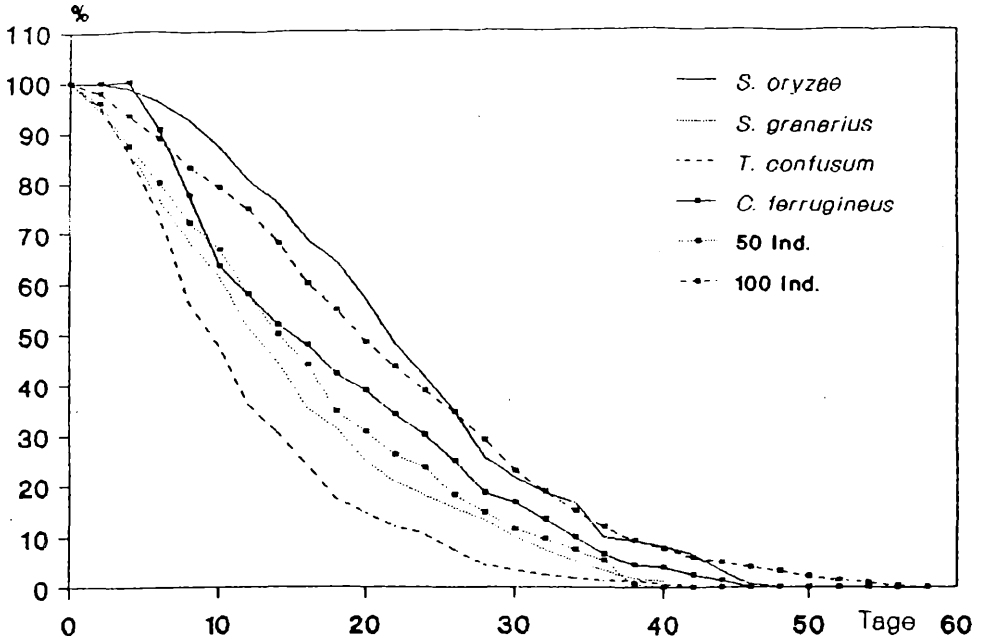


Abb. (11) Die Überlebensraten von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen.

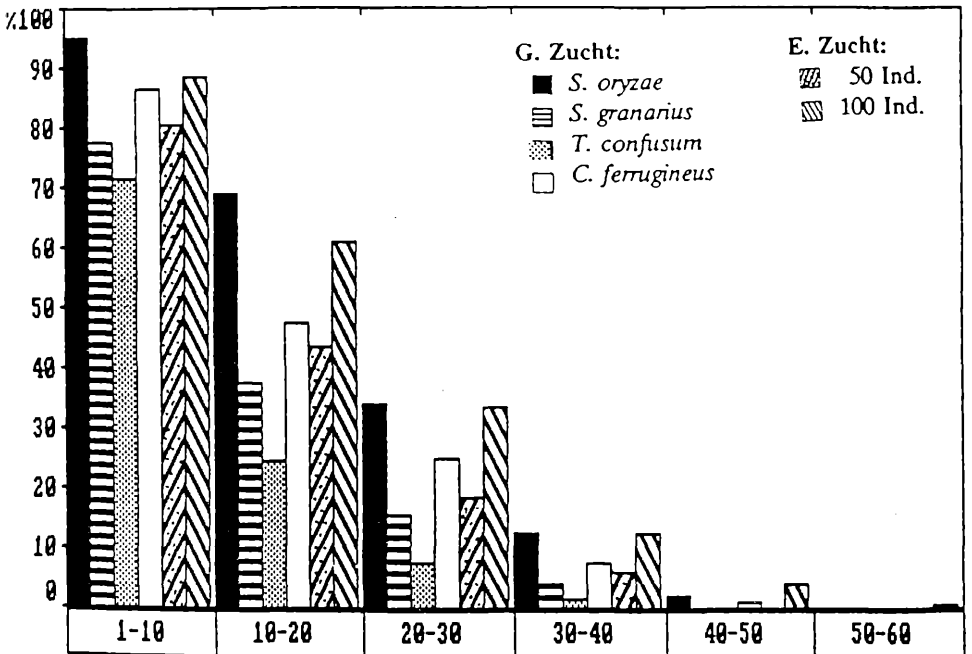


Abb. (12) Die Überlebensraten von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

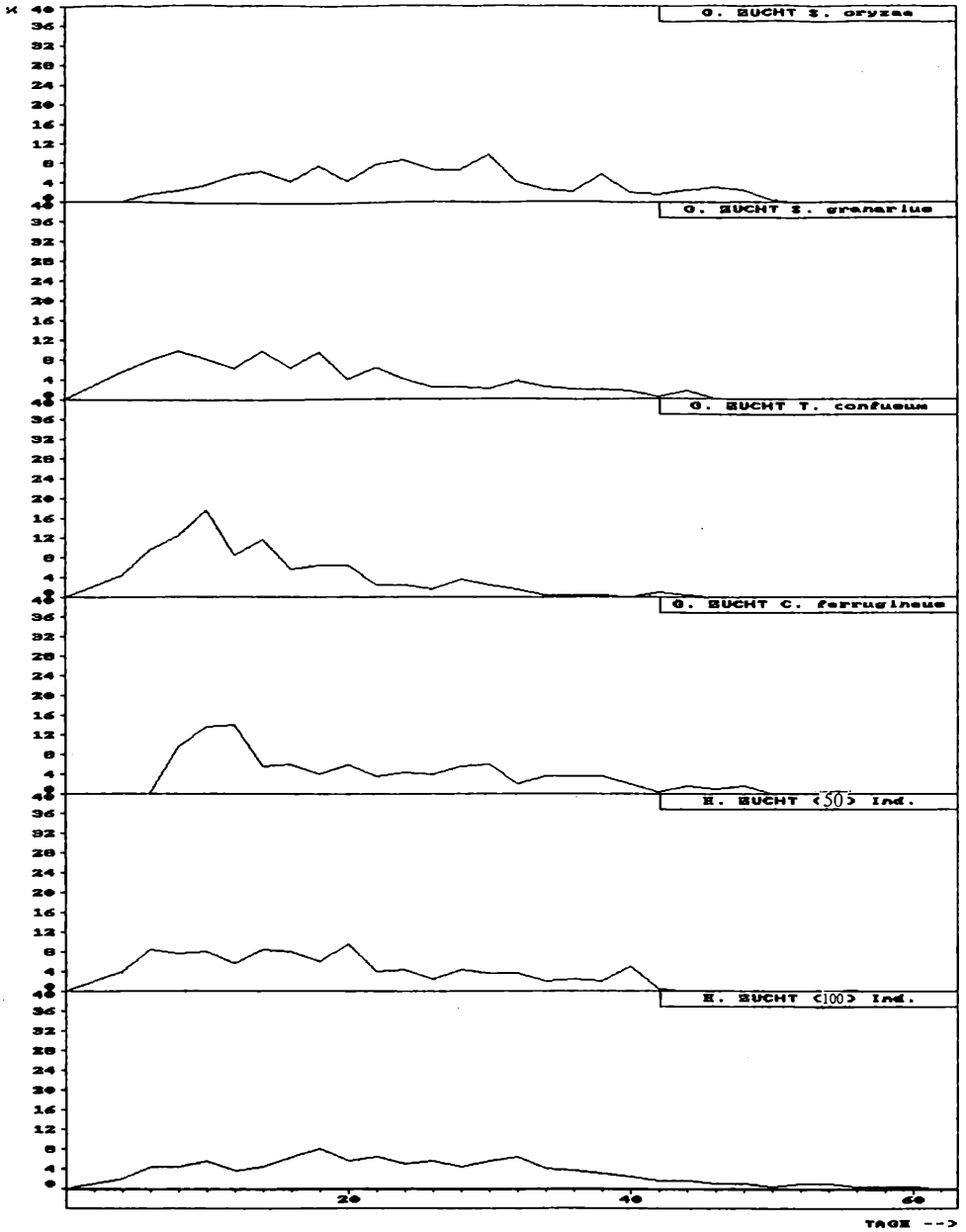


Abb. (13) Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen.

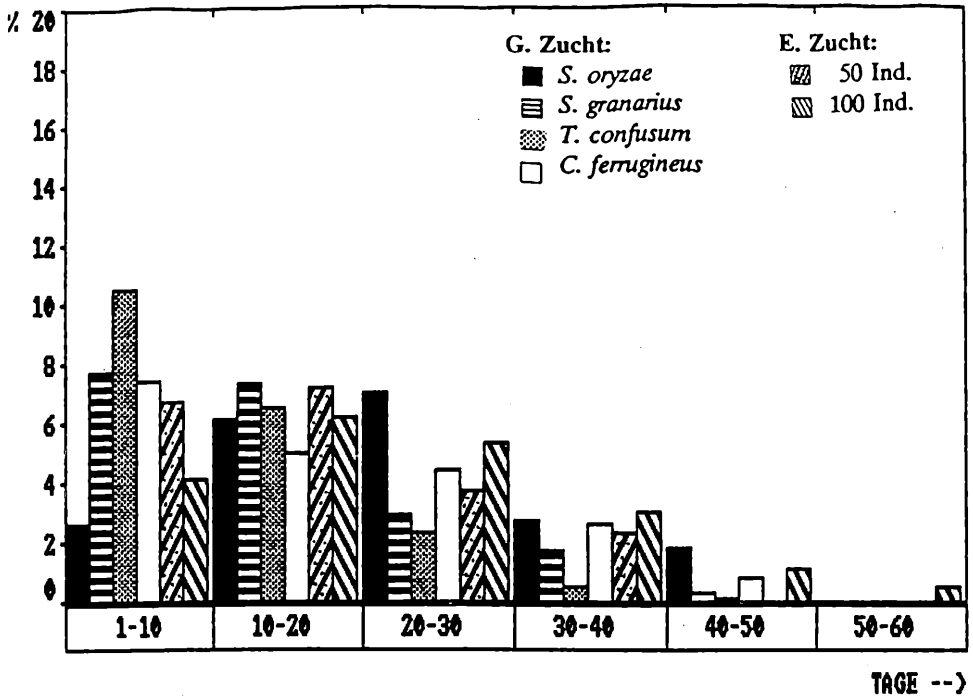


Abb. (14) Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage von *Oryzaephilus surinamensis* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

Danksagung

Herrn Dr. W. TIEFENBRUNNER möchten wir fürs Durchlesen des Manuskripts herzlich danken.

Literatur

- ANDERSEN, F. S. (1956): Effects of crowding in *Endrosia sarcitrella*. *Oikos*, 7:215–226.
- ANDERSEN, F. S. (1961): Effect of density on animal sex ratio. *Oikos*, 12:1–16.
- ASHBY, K. R. (1961): The population dynamics of *Cryptolestes ferrugineus* (STEPHENS) in flour and on Manitoba wheat. *Bull. Entomol. Res.*, 52:363–379.
- BARNES, D. F. and SIMMONS, P. (1952): Competition between Saw-toothed grain beetle and Indian-meal moth. *J. Econ. Entomol.*, 45:750–751.
- BERGER, H. K. (1988): Vorrats- und Materialschädlinge. *Leykam Universitätsbuchdruckerei Ges.m.b.H., Graz*.
- CIESIELSKA, Z. (1971): Studies on interspecific competition between *Rhizopertha dominica* (F.) (*Col. Bostrichidae*) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (*Col. Cucujidae*). *Ecol. pol.*, 19:263–267.

- CIESIELSKA, Z. (1972): Interspecific competition between populations of three species of *Coleoptera*: *Calandra granaria* (L.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) and *Rhizopertha dominica* (F.). *Ekol. pol.*, 20:287–297
- CROMBIE, A. C. (1942): The Effect of Crowding upon the Oviposition of grain-infesting insects. *J. Exp. Biol.*, 19:311–340.
- CROMBIE, A. C. (1943): The Effect of Crowding upon the Natality of grain-infesting insects. *Proc. Zool. Soc. London, A*, 113:77–98.
- CROMBIE, A. C. (1944): On intraspecific and interspecific competition in larvae of gramminivorous insects. *J. Exp. Biol.*, 20:135–151.
- CROMBIE, A. C. (1945): On competition between different species of gramminivorous insects. *Proc. Roy. Soc., London, B*, 132:362–395.
- CROMBIE, A. C. (1946): Further experiments on insect competition. *Proc. Roy. Soc., London, B*, 133:76–109.
- CROMBIE, A. C. (1947): Interspecific competition. *J. Animal Ecol.*, 16:44–73.
- DARWIN, C. (1859): The origin of species by means of natural selection. *London*. (Zit. n. CROMBIE, 1947).
- FUJII, K. (1975): A General Simulatin Model for laboratory insect populations I. from cohort of eggs to adult emergences. *Res. Popul. Ecol.*, 17, 85–133.
- GÄL, A. (1973): Intra- und interspezifische Beziehungen bei Curculioniden an Rotklee. *Dissertation Universität Gießen*.
- GRAF, A. (1978): Wanderungen im Vorkommen und Auftreten von Vorratsschädlingen. *Mittl. f. d. Schweiz. Landw.* 26, 100–107
- HEINZE, K. (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung Bd. IV, Vorrats- und Materialschädlinge (Vorratsschutz). *Wissenschaftl. Verlagsges.m.b.H. Stuttgart*.
- HOWE, R. W. (1956): The biology of the two common storage of *Oryzaephilus* (*Coleoptera*, *Cucujidae*). *Ann. appl. Biol.*, 44, 2:341–355.
- JAKOB, T. A. and FLEMING, D. A. (1989): The difference in the developmental period and mortality of some field strains of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) at constant temperatures (*Coleoptera*: *Silvanidae*). *Journal of stored products Research*, 25,3:74–76.
- KHAN, M. A. (1983): Effect of relative humidity on adults of 10 different species of stored product beetles. *Z. ang. Ent.*, 95:217–227
- KLOMP, H. (1964): Intraspecific competition and the regulation of the insects numbers. *Ann. Rev. Ent.*, 9:17–40.
- LECATO, G. L. (1973): Sawtoothed grain beetle: Population growth on peanuts stimulated by eating eggs or adults of the Indian meal moth. *Annals of the Entomological Society of America*, 66,6:1.356.
- LECATO, G. L. (1974): Population growth and body weight of merchant grain beetles reared on cereals or peanuts supplimented with eggs or adult of the Indian meal moth. *Journal of the Georgia Entomological Society*, 9,3:198–203 (Abstract).
- LECATO, G. L. (1975): Predation by red flour beetle on sawtoothed grain beetle. *Environmental Entomology*, 4,3:504-506.
- LEFKOVITCH, L. P. (1957): The biology of *Cryptolestes ugandae* (STEEL & HOWE) (*Coleoptera*: *Cucujidae*), a pest of stored products in Africa. *Zool. Soc. London, Proc.*, 128:419–429.
- LEFKOVITCH, L. P. (1962): Food quantity and density effect in pre-adult *Cryptolestes turcicus* (GROUVELLE) (*Coleoptera*: *Cucujidae*). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 138:37–47

- LERGENMÜLLER, E. (1958): Ökologische Untersuchungen am Getreideplattkäfer *Oryzaephilus surinamensis* (L.). *Z. angew. Zool.*, 45:31–97 (Abstract).
- LONGSTAFF, B. C. (1981): Density-dependent fecundity in *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of stored products Research*, 17,2: 73–76.
- MERTZ, D. B. and ROBERTSON, J. R. (1970): Some developmental consequences of handling, egg eating, and population density for flour beetle larvae. *Ecology*, 51:989–998.
- PINGALE, S. V. and GIRISH, G. K. (1967): Role of density on the multiplication of stored grain insect pests. *Bull. Grain Technol.*, 5, 1:12–20 (Abstract).
- SHAHEN, A. A. (1982): Intra- und interspezifische Konkurrenz zwischen synanthropen Fliegen (Diptera: Muscidae, Calliphoridae). *Dissertation Universität Gießen*.
- STEIN, W. (1986): Vorratsschädlinge und Hausungeziefer. Biologie, Ökologie, Gegenmaßnahmen. *Stuttgart, Ulmer*.
- TITSCHACK, E. (1937): Experimentelle Untersuchungen über die Einflüsse der Massenzucht auf das Einzeltier. *Z. angew. Entomol.*, 23:1–64.
- WATT, K. E. F. (1960): The effect of population density on fecundity in insects. *The canadian Entomologist*: 674–695.
- (Manuskript eingelangt am 10. Februar 1994)

Virulenzanalyse am Beispiel Zwergrost (*Puccinia hordei* Otth.) der Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.)

Analysis of virulence factors in the host-parasite system spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and leaf rust (*Puccinia hordei* Otth.)

HARALD SCHALLY, REINHART ZEDERBAUER, BRUNO ZWATZ
Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin,
Trunnerstraße 1-5, 1020 Wien

Zusammenfassung

Einleitend wird die Bedeutung des Zwergrostes (*Puccinia hordei* Otth.) in Österreich skizziert und insbesondere seine Bedeutung als Abreifekrankheit herausgestellt. Nach der Beschreibung des Untersuchungsprinzips für die Analyse der Virulenzgene erfolgen eine tabellarische und graphische Darstellung der Ergebnisse. Unter Verwendung folgender Resistenzfaktoren wurden die Virulenzfaktoren des Zwergrostes untersucht: Pa1, Pa2, Pa2+Pa5, Pa2+Pa6, Pa3, Pa4, Pa7 und Pa8. Die aufgefundenen Ergebnisse zeigen eine geringe Virulenzfrequenz des Virulenzfaktors Pa7; hohe Werte (über 68%) nehmen die Faktoren Pa1, Pa2, Pa2+Pa6, Pa3 und Pa4 ein. Generell zeigen die 5 untersuchten Standorte nur geringe Unterschiede im Virulenzspektrum. Die im Rahmen der Virulenzgenanalyse dargelegten Ergebnisse geben wichtige Hinweise für die Resistenzzüchtung und liefern eine Entscheidungshilfe für eine richtige Sortenwahl. Somit kann diese Information als ein moderner und wirkungsvoller Beitrag für die Etablierung des integrierten Pflanzenschutzes angesehen werden.

Stichwörter: Zwergrost (*Puccinia hordei* Otth.), Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.); Virulenzanalyse; Virulenzfrequenz.

Summary

Firstly the importance of leaf rust (*Puccinia hordei* Otth.) in Austrian agriculture is explained. After description of the principle of testing a tabular and graphic presentation of results are given. Following resistance genes were used: Pa1, Pa2, Pa2+Pa5, Pa2+Pa6, Pa3, Pa4, Pa7 and Pa8. A low virulence-frequency shows the virulence factor Pa7; high virulence-frequencies (values over 68%) show the virulence factors Pa1, Pa2, Pa2+Pa5, Pa2+Pa6, Pa3 and Pa4. Generally the 5 investigated locations show only little differences of the virulence-spectrum. The results of this analysis of virulence factors give an important advise for breeding programmes and help for choosing the best cereal varieties. Therefore this is a modern and effective support for further establishment of integrated plant protection.

Key words: leaf rust (*Puccinia hordei* Otth.); spring barley (*Hordeum vulgare* L.); analysis of virulence factors in Austria.

Einleitung und Problemstellung

Zwergrost (*Puccinia hordei* Otth.) zählt neben Mehltau (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei*) und Netzfleckenkrankheit (*Pyrenophora teres* Drechsli.) zu den bedeutendsten Pilzkrankheiten der Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.) in Österreich. Der Befall durch Zwergrost verursacht sowohl eine Reduktion des Ernteertrages als auch eine Qualitätsminderung (ZWATZ ET

AL., 1988). Der Höhepunkt der Krankheitsverlaufskurve fällt mit den Pflanzenentwicklungsstadien „Ährenschieben“ bis „Reife“ zusammen – daher zählt diese Krankheit zu den sogenannten „Abreifekrankheiten“ (ZWATZ ET AL., 1990). Bei durchschnittlichen Befallsstärken muß mit einem Minderertrag von 10 bis 15% gerechnet werden. Der Ertragsverlust wird natürlich stark sowohl von der vorherrschenden Witterung als auch von der Zugehörigkeit des Standorts zum jeweiligen Großklima beeinflusst (BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, 1994). Besonders in warmen und trockenen Jahren ist mit einem starken Auftreten des Zwergrostes zu rechnen (PRILLWITZ, 1983).

Bedingt durch die dargelegte Bedeutung des Zwergrostes an Sommergerste erfordert diese Krankheit Verhütungs- und Abwehrmaßnahmen. An vorrangiger Stelle steht der Anbau weniger anfälliger oder resistenter Sorten (BRODNY ET AL., 1992). Die Kenntnis über das Virulenzspektrum des Zwergrostes kann eine gezielte Resistenzzüchtung gut unterstützen. Diese Arbeit soll die Kenntnis der Virulenzverteilung in Österreich aktualisieren.

Material und Methoden

Für die Gerstenform von *Puccinia hordei* ist auf Sorten von *Hordeum vulgare* eine Reihe von Pathotypen nachgewiesen worden; sie können je nach Temperaturbedingungen und Sorte zu unterschiedlichen Befallsbildern führen (HOFFMANN, SCHMUTTERER, 1983). Unter dem Begriff Pathotypen bzw. physiologische Rassen versteht man morphologisch nicht unterscheidbare Genotypen einer Erregerart, Varietät oder forma specialis; charakterisiert durch ihre Fähigkeit, nur bestimmte Sorten einer Wirtsart befallen zu können (AUST ET AL., 1991). Insgesamt wurden über 50 Pathotypen von *Puccinia hordei* festgestellt (HOLLIDAY, 1989). Diese Diversität wird im Rahmen der Virulenzanalyse untersucht. Unter Virulenz versteht man die Fähigkeit von Erregertypen, Sorten mit definierten Resistenzgenen zu befallen und sich an ihnen zu vermehren (AUST ET AL., 1991).

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 diskutieren (WELZ, 1986).

Die in Österreich angebauten Sommergerstesorten sind meist mittel (Bonitierungsnote 6) bis mittel stark (Bonitierungsnote 7) anfällig; folgende Tabelle 1 soll dies veranschaulichen:

Tabelle 1: In Österreich derzeit zugelassene Sommergerstesorten (BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, 1994).

SORTEN (alph.)	Befallsverhalten ¹⁾	SORTEN (alph.)	Befallsverhalten ¹⁾	SORTEN (alph.)	Befallsverhalten ¹⁾	SORTEN (alph.)	Befallsverhalten ¹⁾
Adele	7	Cheri	7	Extra	7	Ronda	6
Aleph	6	Cleopatra	6,5	Grosso	6	Signal	7
Amalia	7	Comtesse	7	Hockey	6	Steffi	7
Apex	6	Cytris	7	Magda	6	Tina	6
Atem	6	Ditta	6	Maresi	6	Viva	7
Berta	6	Ebra	7	Meltan	5*		
Bessi	7	Effekta	6	Otis	6	<i>Nacktgerste:</i>	
Bonaire	6,5	Elisa	7*	Pannonia	6	Hora	6
Carina	6	Elke	7	Quartz	7	Taiga	6*
Carmen	7	Eva	7	Robin	6		

* relativ kurze Prüfungszeit ¹⁾ 1–5 = Resistenzbereich; 6–9 = Anfälligkeitsbereich

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, liegen alle Sorten im Bereich der mittleren bis mittelstarken Anfälligkeit. Stark anfällige Sorten (Note 8) bis sehr stark anfällige Sorten (Note 9) scheinen nicht auf. Dies kann einerseits als Erfolg der Züchtung, andererseits aber auch als eine Folge eines Grundsatzes der österreichischen Zuchtbuchkommission gewertet werden, die hochanfällige Sorten möglichst nicht anerkennt.

Im Rahmen der dieser Arbeit zugrundeliegenden Virulenzuntersuchungen wurde auf Sommergerstesorten des aktuellen Zwergroststestsortiments der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau zurückgegriffen (BAUMER, 1994). Folgende Sommergerstesorten mit unterschiedlichen Resistenzgenen wurden für die Virulenzanalyse herangezogen, Tabelle 2:

Tabelle 2: Bezeichnung der für die Virulenzanalyse verwendeten Sommergerstesorten, deren Resistenzgene und deren Ausgangsform (Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau).

Nummer	Sortenbezeichnung	Gen	Ausgangsform
1	Sudan	Pa1	CJ 6489
2	Ricardo	Pa2	CJ 6306
3	Quinn	Pa2+Pa5	CJ 1024
4	Bolivia	Pa2+Pa6	CJ 1257
5	Estate	Pa3	CJ 3410
6	Alexis	Pa3	Breun
7	Gold	Pa4	CJ 1145
8	Gondar	Pa7	Hor 4517
9	22050/34061	Pa7	LBP
10	Egypt 4	Pa8	CJ 6481
S	Signal	—	—

Auch beim Wirt-Parasit-System Sommergerste und Zwergrost kann man mit zwei Resistenztypen rechnen: rassenspezifischer Typ (Majorgene – monogen, hochwirksam, unter Umständen wenig dauerhaft) und rassenunspezifischer Typ (Majorgene und Minorgene – polygen, partiell wirksam, üblicherweise dauerhafter) (PARLEVLIE ET AL., 1988).

Die Virulenzanalyse wird auf der Grundlage der Reaktionen der Gerstesorten auf den Zwergrostbefall vorgenommen, und zwar sowohl nach Befallstyp als auch nach Befallsstärke. Die Befallsstärke drückt die Anzahl der Pusteln pro Blattfläche aus; der Befallstyp beschreibt die einzelnen Reaktionen der Blätter auf eine Infektion und die Pustelausprägung. Diese Vergleichsbasis setzt sowohl eine einheitliche Kultivierung der Sommergerstepflanzen als auch eine weitgehend gleiche Infektionsdichte voraus (ZWATZ, 1987).

Für die Virulenzanalyse unterteilt man die verschiedenen Befallsreaktionen in 5 einzelne Befallstypen. Als Grundlage für das Unterteilungsschema wurde eine Veröffentlichung von SCHWARZBACH und FISCHBECK (1981) herangezogen; einige Änderungen wurden nach ZWATZ (1987) durchgeführt:

- Befallstyp 0: Das Gerstenblatt zeigt keinerlei Reaktion auf die Infektion; es ist makroskopisch symptomfrei.
- Befallstyp I: Am Gerstenblatt zeigt sich eine lokale Chlorose mit schwacher Myzelbildung; es tritt aber keine Sporulierung des Zwergrosts auf.
- Befallstyp II: Auf dem chlorotischen bzw. nekrotischen Blattgewebe entwickelt sich ein kleines, schwaches sporulierendes Konidienlager.
- Befallstyp III: An den Befallsrändern ist nur mehr eine schwache chlorotische bzw. nekrotische Reaktion zu erkennen; es kommt zu einer Pustelbildung mit mäßiger Sporulation.
- Befallstyp IV: Das Gerstenblatt zeigt keinerlei sichtbare Wirtsreaktion; in den Pusteln tritt eine starke Sporulierung auf.

Für die Untersuchungen wurde auf die Fangpflanzenmethode zurückgegriffen. Hierfür wurden an ausgewählten Orten (Fuchsenbigl, Petzenkirchen, Reichersberg, Edelhof, Drauhofen) anfällige Sorten angebaut. Die Auswahl der Orte für die Anlage der Versuchspartellen erfolgte vor allem nach der Zugehörigkeit zu österreichischen Klimaregionen. Als Ort aus dem Pannonikum kann Fuchsenbigl, aus dem baltischen Klimagebiet Petzenkirchen und Reichersberg und aus dem pannonisch geprägten Hochlandklima Edelhof (Zwettl) angesehen werden. Zum illyrischen bzw. alpinen Klimagebiet kann Drauhofen (Spittal/Drau, Kärnten) gezählt werden (ZWATZ, 1982; SCHEIDL ET AL., 1987). Das pannonische Klima ist durch einen kurzen Frühling, einen heißen Sommer, aber einen relativ kalten Winter gekennzeichnet; die Niederschläge sind als gering (unter 500 mm/Jahr) zu bewerten. Das gleichfalls niederschlagsarme Hochlandklima des östlichen Waldviertels (Edelhof bei Zwettl) zeigt höhere Tagesamplituden und stärkeren Wind mit ausgeprägter Inversionslage („Kaltluftsee“) mit Temperaturen weit unter dem Waldviertler Höhenmittel. Das baltische Klima des Alpenvorlands ist durch geringere Jahresamplituden von Temperatur und Niederschlägen von rund 700 mm gekennzeichnet. Das alpine Klima ist sehr niederschlagsreich mit kurzen, relativ kühlen Sommern (SCHEIDL ET AL., 1987).

Der aus den genannten Versuchsfeldern aufgesammelte Zwergrost (befallene Blätter) wurde ins Labor verbracht und bis zur Inokulation gekühlt gelagert. Die Inokulation wird an Blattsegmenten vorgenommen, die in Petrischalen auf Agar ausgelegt werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde bei allen Untersuchungen OXOID AGAR TECHNICAL No. 3 verwendet. Zur Herstellung der Agarplatten wurden 1,5 g dieses Pulvers mit 300 ml Wasser vermischt und 10 min bei 110°C autoklaviert. Die für die Untersuchungen benötigten Sommergerstepflanzen werden unter kontrollierten und konstanten Bedingungen angezogen. Hierzu wurden pro Anzuchtgefäß (Multi-Tray 6x6 cm) etwa 15 Samenkörner ausgesät, die mit aufgedüngter Gartenerde befüllt wurden. Nach dem Auskeimen des Saatgutes wurden die Töpfe mit den Pflanzen auf Anzuchtregale in eine Klimakammer (20°C, Dauerlicht) gestellt. Danach erfolgte die Inokulation mit Sporen auf Blattsegmenten aller Sorten des Testsortiments zur Analyse der jeweiligen Virulenzeigenschaften. Die Länge der Blattsegmente der zu untersuchenden Sommergerstesorten betrug stets 4 cm. Jedes Sortiment enthält mindestens eine universell anfällige Sorte ohne Resistenzen. Die restlichen Blattsegmente des Testsortimentes tragen unterschiedliche, aber definierte Resistenzgene gegen den Krankheitserreger. Die Infektion der Testsegmente erfolgte mittels eines Inokulationsturmes. Die Kultivierung der inokulierten Primärblattsegmente erfolgte bei einer konstanten Temperatur von 18°C und bei einer Beleuchtung von 18 h pro Tag mit Leuchtstoffröhren (Interlux 40 W True Lite „Duro Test“). Nach 10–14tägiger Inkubation zeigt sich folgendes Bild (Abb. 1):

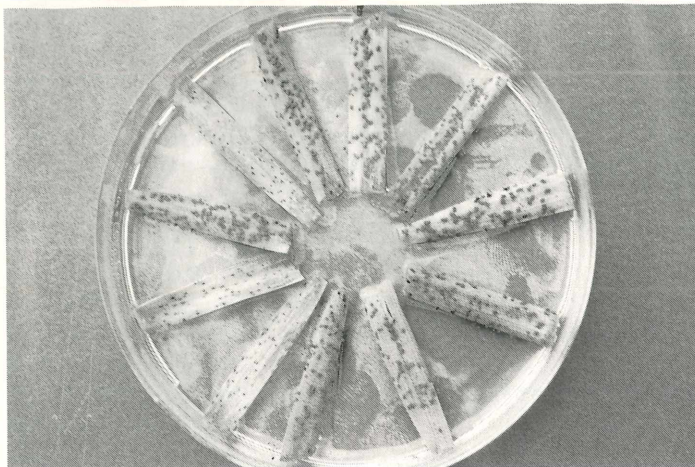


Abbildung 1: Sommergerstesortiment infiziert mit einer Zwergrostpopulation des Standortes Edelhof.

Nach einer 10–14tägigen Inkubation der mit je einer Sporennachkommenschaft inokulierten Testsortimente erfolgte die Bonitur der phänotypischen Befallsausprägung nach der zuvor beschriebenen Klassifikation (Befallsstärke, Befallstyp). Isolate, die auf einer Sorte dem Infektionstyp III und IV entsprechen, werden als „virulent“ bzw. „kompatibel“ mit dieser Sorte definiert. Die Virulenzfrequenz ist eine relative Prozentzahl, die sich aus der Pustelanzahl der universell anfälligen Sorte (= 100%) und der Pustelanzahl der Testsorte errechnet. Pro Sommergerstesorte in der Testschale kann also eine Virulenzfrequenz ermittelt werden. Je höher die Virulenzfrequenz ist, desto geringer ist die Wirkung eines Resistenzgens und umgekehrt (WELZ, 1986; ZWATZ, 1987).

Ergebnisse und Diskussion

Folgende Tabelle (Tab. 3) zeigt die im Jahre 1994 erhobenen Virulenzverteilungen; Abbildung 2 bietet eine graphische Darstellung dieser Ergebnisse.

Gen	Fuchsenbigl	Petzenkirchen	Edelhof	Reichersberg	Drauhofen
Pa1	92%	100%	97%	95%	85%
Pa2	89%	91%	85%	99%	84%
Pa2+ Pa5	41%	48%	35%	41%	20%
Pa2+ Pa6	67%	70%	75%	84%	74%
Pa3	72%	70%	75%	82%	88%
Pa4	90%	83%	87%	92%	100%
Pa7	7%	3%	33%	5%	5%
Pa8	56%	17%	84%	54%	21%

Tabelle 3: Virulenzverteilung von Sommergerste – Zwergrost in Österreich.

Die Virulenzfrequenz an den einzelnen Standorten ist teils nur geringfügig, teils aber stark unterschiedlich. Folgende Charakteristik läßt sich ableiten:

- 1) Eine uneinheitliche Verteilung der Virulenzfrequenz (Werte von 17% bis 84%) weist der Virulenzfaktor Pa8 auf.
- 2) Eine hohe Virulenzfrequenz (Werte über 65%) weisen die Virulenzfaktoren Pa1, Pa2, Pa2+Pa6, Pa3 und Pa4 auf.
- 3) Eine „mittlere“ Virulenzfrequenz (Werte von 20% bis 48%) zeigt der Virulenzfaktor Pa2+ Pa5.
- 4) Eine niedrige Virulenzfrequenz (Werte unter 33%) zeigt nur der Virulenzfaktor Pa7.

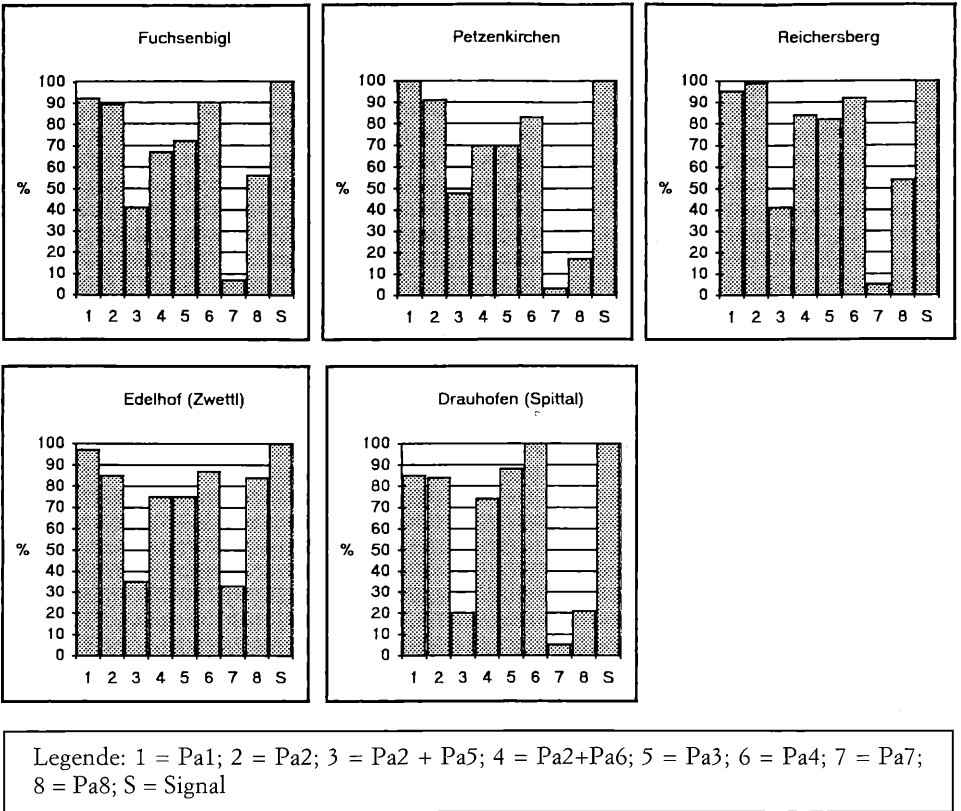


Abbildung 2: Graphische Darstellung der Virulenzverteilung von Sommergerste – Zwergrost.

Lediglich der Standort Edelhof (Zwettl) weist erhöhte Virulenzfrequenzen gegenüber den Resistenzgenen Pa7 und Pa8 auf. Die Ergebnisse des Standorts Drauhofen (Spittal a. d. Drau) wiederum weisen eine Tendenz zu niedrigeren Virulenzfrequenzen auf; als Interpretationsmöglichkeit bietet sich die durch den Alpenbogen abgeschirmte Lage des Ortes an, wodurch ein maximaler Austausch von Pathotypen behindert wird. Natürlich müssen auch die kühleren klimatischen Bedingungen berücksichtigt werden, die die Entwicklung einer Zwergrostpopulation einschränken.

Aus der Verteilung der Virulenzfrequenz kann abgeleitet werden, daß sich die Resistenzgene der österreichischen Sommergerstesorten etwa mit den Resistenzgenen des Testsortimentes decken.

In einem weiteren Untersuchungsschritt ist die Genanalyse der Sorten vorgesehen. Jedenfalls kann aus den Versuchsergebnissen jetzt schon abgeleitet werden, daß für die Resistenzzüchtung gegen Zwergrost in Österreich das Resistenzgen Pa7 bevorzugt verwendet werden sollte.

Literatur

- AUST, H.-J.; BUCHENAUER, H.; KLINGAU, F.; NIEMANN, P.; PÖHLING, P.; SCHÖNBECK, F.: Glossar Phytochemischer Begriffe. – Schriftenreihe der Deutschen Phytochemischen Gesellschaft, 80, 116, 1991.
- BAUMER, M.: Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Sommergerste – Zwergrostsortiment, 1994.
- BRODNY, U.; HECKELBACHER, B.; MANISTERSKI, J.; FISCHBECK, G.; WAHL, I.: Low reaction versus slow rusting resistance to barley leaf rust in natural populations of *Hordeum spontaneum* in Israel. Vortr. Pflanzenzucht. 22, 200–202, 1992.
- BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ: Richtlinien für die Pflanzenschutzarbeit 1994, 8, 14, 1994.
- HOFFMANN, G., M.; SCHMUTTERER, H.: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, 62, 1983.
- HOLLIDAY, P.: A Dictionary of Plant Pathology, 262, 1989.
- PARLEVLIET, J. E.; BROERS, L. H. M.; JACOBS, T.: Comparison of partial resistance in wheat and barley to leaf rust. In: Proceedings. – European and Mediterranean Cereal Rusts Foundation, 21, 1988.
- PRILLWITZ, H., G.: Pilzliche Krankheitserreger. In: HEINZE, K.: Leitfaden der Schädlingsbekämpfung – Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. – Band III, 89, 1983.
- SCHEIDL, L., LECHLEITNER, H.: Österreich in Stichworten – Land – Volk – Wirtschaft. – 4. neubearbeitete Auflage, 23–25, 1987
- SCHWARZBACH, E.; FISCHBECK, G.: Die Mehlttauresistenzfaktoren von Sommer- und Wintergerstensorten in der Bundesrepublik Deutschland. Pflanzenzüchtg. 87, 311, 312, 1981.
- WELZ, G.: Struktur und Dynamik der Virulenz in Populationen von *Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei* Marchal. – Diss. Uni. Gießen, 31, 90–91, 96, 1986.
- 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 Wintergerstensorten. – Die Bodenkultur, 257, 1982.
- ZWATZ, B.: Analyse der Resistenzfaktoren und Virulenzfaktoren im Wirt-Parasit-System Sommergerste-Sorten und Mehlttau (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei*) in Österreich. – Die Bodenkultur, 342–344, 1987
- ZWATZ, B., ZEDERBAUER, R.: Integrated control of Leaf Rust in Spring Barley by chemical and variety strategies. In: Proceedings – European and Mediterranean Cereal Rusts Foundation, 195, 1988.
- ZWATZ, B.; CATE, P.; BERGER, H., K.; SCHÖNBECK, H.: Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Getreide- und Maisbau. 29, 1990.

(Manuskript eingelangt am 17. November 1994)

Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste-Mehltau in Österreich unter Nutzung der Kollektionssysteme Sporenfalle und Pflanzendeposition

Analysis of virulence factors in the host-parasite system spring barley varieties and mildew (*Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *hordei*) in Austria by using the collectionsystems mobile jet spore sampler and deposition of plants

HARALD SCHALLY¹⁾; REINHART ZEDERBAUER; BRUNO ZWATZ
Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin,
Trunnerstraße 1-5, 1020 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 zwei verschiedene Techniken der Sporengewinnung zurückgegriffen: „Einsammlung befallener Blätter“ und „Düsensporenfalle“. Der Schwerpunkt der Untersuchung bezog sich wegen der Bedeutung des Sommergersteanbaues auf Nieder- und Oberösterreich. In diesen beiden Bundesländern wurden insgesamt 12 Fahrten mit der Sporenfalle durchgeführt. Ergänzend wurden auch Stichprobenentnahmen aus den Regionen Salzburg (Bischofshofen) und Kärnten (Spittal/Drau, Villach, St. Veit/Glan) vorgenommen. 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 wurde die Virulenzfrequenzen herangezogen. Sie geben den prozentuellen Anteil einer Virulenz innerhalb einer regionalen Population an, die die entsprechende Virulenz besitzt, und zwar als relative Maßzahl auf der Grundlage einer universell anfälligen Sorte. Die Ergebnisse zeigen innerhalb des Untersuchungsraumes eine deutliche regionale Differenzierung. Die in den einzelnen Regionen festgestellten Virulenzfrequenzen wurden in graphischer und tabellarischer Form dargestellt. Das verwendete Differentialsortiment beinhaltete Sorten mit folgenden Resistenzgenen: MI-a1; MI-a3; MI-a6; MI-a7; MI-a9; MI-a12; MI-a13; MI-k; MI-(La); ml-o; HT 253.

Eine hohe Virulenzfrequenz (Werte über 50%) zeigten die Virulenzfaktoren: MI-a6; MI-a7; MI-a12 und MI-(La).

Eine geringe Virulenzfrequenz (Werte unter 15%) zeigten die Virulenzfaktoren MI-a3 und ml-o.

Als sehr uneinheitlich in der Verteilung der Virulenzfrequenzen erwiesen sich die Virulenzfaktoren: MI-a1; MI-a13 und HT 253.

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.

¹⁾ Diese Publikation ist die Kurzfassung einer Diplomarbeit, die vom Autor am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft durchgeführt wurde.

Summary

A report is given about methods and results of analysing virulence of the host-parasite-system spring barley varieties and mildew. Two different methods were used for collecting spores: "collecting invaded leaves" and "mobile jet spore sampler". The priority of research regions were Lower- and Upper Austria because of the decisive share of barley cultivation. Twelve tours with the mobile jet spore sampler were done in these two territories. Supplementary some spot-tests of the region Salzburg (Bischofshofen) and Carinthia (Spittal/Drau, Villach, St. Veit/Glan) were taken, 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-frequency. 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 invaded barley-variety.

The results show a clear regional differentiation. The determined datas of the virulence frequencies were represented in tables and graphic arts. The resistance genes of the spring barley varieties are tabled: Ml-a1; Ml-a3; Ml-a6; Ml-a7; Ml-a9; Ml-a12; Ml-a13; Ml-k; Ml-(La); ml-o; HT 253.

High virulence-frequency (values over 50%) showed the genes: Ml-a6; Ml-a7; Ml-a12; Ml-(La).

Low virulence-frequency (values under 15%) showed the genes: Ml-a3; ml-o.

A very non-uniform distribution of virulence-frequency showed the genes: Ml-a1; Ml-a13; HT 253.

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.

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

1. Einleitung und Problemstellung

Der „Echte Mehltau“ (*Erysiphe graminis* DC.) ist einer der wesentlichsten ertrags- und qualitätsrelevanten Pilzkrankheiten an Getreide in Österreich. Bei Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.) werden die jährlichen Ertragsverluste durch diese Pilzkrankheit auf etwa 10% geschätzt. In Einzelfällen kann der Ertragsverlust bei anfälligen Sorten sogar Werte über 25% erreichen. Da der Mehltau die Gerste 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.

Die Anbaufläche von Gerste in Österreich (1993) betrug 300.000 ha (80.000 Wintergerste, 220.000 Sommergerste). Etwa die Hälfte der Gerstefläche liegt im pannonischen Trockengebiet (Niederösterreich, Burgenland) und damit im Mehltaugebiet. Der Sommergersteanbau in Österreich nimmt ungefähr 13% der gesamten Ackerfläche ein; der Gerstenanbau beträgt insgesamt etwa 21% des Ackerlandes (ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT, 1993).

Wegen der dominierenden Bedeutung des Mehltaus an Sommergerste (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei*) für die Ertragsicherheit werden Abwehrmaßnahmen verschiedenster Art ergriffen. Neben Kulturmaßnahmen (Anbauzeitpunkt, Standort, Düngung) spielt vorrangig die Sortenwahl unter Bevorzugung von resistenten Sorten eine entscheidende Rolle (biologische Bekämpfung). Die Minimierung der chemischen Bekämpfung liegt im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes (ökologische wie auch ökonomische Gründe).

Die bevorzugte Nutzung und der Anbau von krankheitsresistenten bzw. wenig anfälligen Sommergerstesorten ist eine besondere Herausforderung des feldbaulichen Pflanzenschutzes. Die Analysen zur Bestimmung der Resistenzfaktoren der Sommergerstesorten und Sommergersteszuchtstämme sowie der Virulenzfrequenz des Getreidemehltaus bringen wesentliche Entscheidungshilfen für Züchter und Landwirte (ZWATZ, 1987).

2. Material und Methoden

Erysiphe graminis bildet zahlreiche Pathotypen aus. Im September tritt hierbei die maximale Diversität in der Mehлтаupopulation auf. 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).

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, der gewissermaßen imstande ist, das Resistenzgen zu durchbrechen (Schlüssel-Schloß-Prinzip) (ZWATZ, 1986; ZWATZ ET AL., 1987).

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

Allgemeine Bezeichnung nach Resistenzquelle	Resistenzfaktor (Kurzbezeichnung)	Resistenzgen
Abessinian (EP 72)	Ab	MI-(Ab)
Algerian 1179 Resistenz	Al	MI-a1
Arabische Resistenz	Ar	MI-a12
Laevigatum Resistenz	La	MI-(La), MI-k
Lyallpur Resistenz	Ly	MI-a7
Mlo Resistenz	Mlo	ml-o
Monte Christo	MC	MI-a9, MI-k
Resistenz von HT 253	HT	—
Resistenz von Ricardo	Ri	MI-a3
Rupée Resistenz	Ru	MI-a13
Spontaneum Resistenz	Sp	MI-a6
Weihenstephaner Resistenz	We (CP)	MI-g, MI-(CP)
Unbekannter Resistenzfaktor – schwach wirksam	u1	—
Unbekannter Resistenzfaktor – stark wirksam	u2	—
Slow mildewing*	s	—

Tabelle 1: Mehлтаuresistenzfaktoren in österreichischen Sommergerstesorten (BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, 1994; BUNDESSORTENAMT, 1992; JÖRGENSEN, 1987; ZWATZ, 1987).

* sortenspezifische verlangsamte Krankheitsentwicklung

Als Entscheidungsgrundlage für die Virulenzanalyse dient die Beurteilung der Reaktionen der Sommergerstesorten auf den Mehлтаubefall. 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 (Abb. 1). Diese Vergleichsbasis setzt sowohl eine einheitliche Kultivierung der Sommergerstepflanzen als auch eine annähernd

gleiche Infektionsdichte voraus (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: Auf 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.

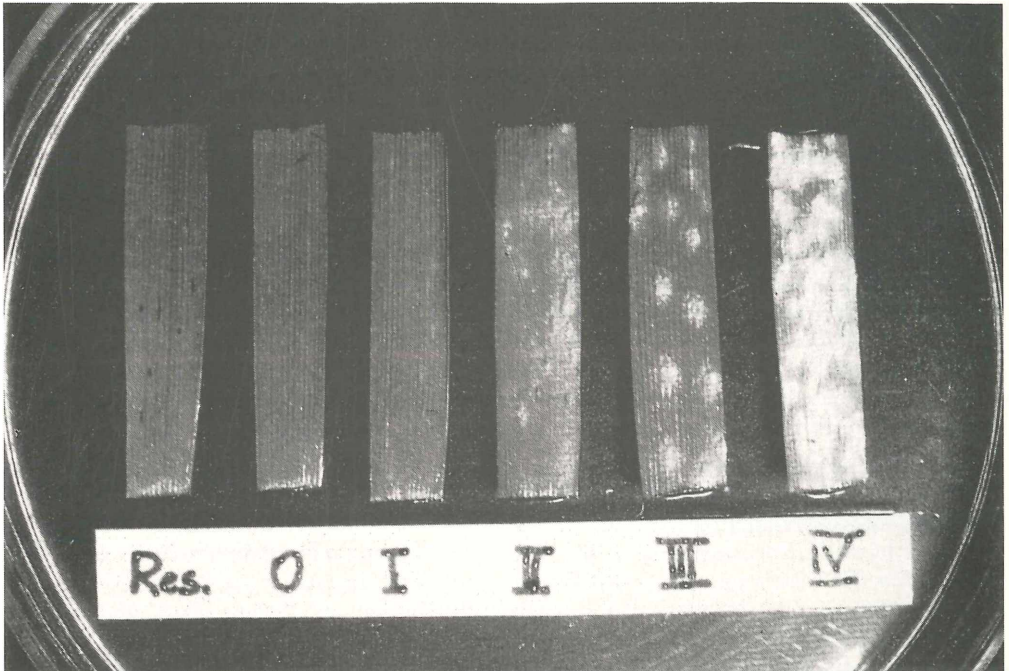


Abbildung 1: Reaktion einer Sorte auf Mehltaubefall; Unterscheidung der Befallstypen (ZWATZ, 1987).

Um die Anforderungen nach hoher Repräsentativität, minimalem Zeitaufwand und großräumiger Untersuchungsregion bestmöglichst zu erfüllen, wurden in dieser Arbeit zwei Arten der Mehltauprobengewinnung angewendet: Fangpflanzenmethode und Sporenfalle.

Bei der Fangpflanzenmethode werden mehlaubefallene Blätter aus einer Untersuchungsregion entnommen. Die Auswahl der Orte für die Anlage der Versuchspartellen für die Entnahme erfolgte vor allem nach der Zugehörigkeit zu österreichischen Klimaregionen (Tab. 2): pannonische Klimaregion (trocken-kontinental): Fuchsenbigl, pannonisch geprägtes Hochlandklima (mittelfeucht-kühl; Inversionen): Edelfhof (Zwettl), baltische Klimaregion (feucht-kühl): Petzenkirchen und Reichersberg, baltisch-mediterrane bzw. illyrische Klimaregion (feucht-warm): St. Donat, alpine Klimaregion (feucht-kühl): Drauhofen (Spittal), Stiegerhof (Villach) und Bischofshofen (BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENBAU, 1993, SCHEIDL ET AL., 1987; ZWATZ, 1982).

Standort	langjährige Ø Jahres- temperatur in C°	langjähriger Ø Niederschlag in mm	Standort	langjährige Ø Jahres- temperatur in C°	langjähriger Ø Niederschlag in mm
Fuchsenbigl	9,3	519	Drauhofen (Spittal/Drau)*	7,1	965
Edelfhof (Zwettl)	6,5	673	St. Donat (St. Veit/Glan)**	7,9	905
Petzenkirchen	8,9	724	Stiegerhof (Villach)	7,7	1.129
Reichersberg	7,7	848	Bischofshofen***	7,3	1.120

* Daten von Radenthein

** Daten von Hörzendorf (St. Veit/Glan)

*** Daten von St. Johann i. Pongau

Tabelle 2: Klimakennzahlen der untersuchten Regionen (BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENBAU, 1994, HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO IM BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, 1994).

Als zweite Methode der Sporensammlung wurde der Sporenfang mit einer Düsensporenfalle vom fahrenden Auto aus vorgenommen (SCHWARZBACH ET AL., 1981). Diese Methode ermöglicht eine großräumige Erfassung der Gerstemehtaupopulationen einer Region. Die in der Luft befindlichen Konidiosporen des Gerstemehtaues werden dabei in der Sporenfalle auf Blattsegmente hochanfalliger Fangsorten (z. B: Eva, Villa und Aida) appliziert. Als Nachteil dieser Methode erwies sich die starke Witterungsabhängigkeit. Die einzelnen ausgewählten Fahrtstrecken hatten durchschnittlich eine Länge von ca. 60 km.

Die Blattsegmente wurden zur möglichst lange andauernden Blattfunktionenerhaltung in Petrischalen mit einem Spezialagar deponiert. Für diesen Zweck wurde Oxoid Agar Technical No. 3 verwendet. Zur Herstellung der Agarplatten wurden 1,5 g dieses Nähragars mit 300 ml Wasser in einem Erlenmeyerkolben vermischt, verschlossen und 10 min bei 110°C autoklaviert. Auf den Zusatz von Benzimidazol zum Agar wurde generell verzichtet, um eine mögliche Schädigung des Mehlaues von vornherein ausschließen zu können. Diese „Mischung“ hat sich gut bewährt und wurde sowohl für die Blattsegmente in den Fangschalen zur Sporengewinnung als auch für die Inokulation von abgeschnittenen Blättern zur Virulenzanalyse verwendet.

Die für die Untersuchungen benötigten Sommergerstepflanzen wurden unter kontrollierten und konstanten Bedingungen (18°C, Dauerlicht) kultiviert. Nach jeder Sporenfangfahrt wurden die Fangschalen mit den Mehlauproben zur Inkubation in die Klimakammer (18°C, 18 h Belichtung pro Tag mit Leuchtstoffröhren (Interlux 40 W True Lite „Duro Test“) gegeben. Nach der ausreichenden Vermehrung der gesammelten Ausgangssporen folgte die Inokulation der einzelnen Sporennachkommenschaften auf Blattsegmente aller Sorten des Testsortiments (Tab. 3) zur Analyse der jeweiligen Virulenzeigenschaften. Jedes Sortiment enthält mindestens eine universell anfällige Sorte ohne Resistenzen.

Allgemeine Bezeichnung nach Resistenzquelle und Resistenzfaktor	Resistenzgen	Trägersorten
Algerian 1179 Resistenz (Al)	MI-a1	Gitte
Arabische Resistenz (Ar)	MI-a12	Aramir
Laevigatum Resistenz (La)	MI-(La), MI-k	Varunda
Lyallpur Resistenz (Ly)	MI-a7	Ortolan
Mlo Resistenz (Mlo)	ml-o	Apex, Atem
Monte Christo (MC)	MI-a9, MI-k	Cytris
Resistenz von HT 253 (HT)	—	Comtesse
Resistenz von Ricardo (Ri)	MI-a3	Bessi
Rupee Resistenz (Ru)	MI-a13	Maresi
Spontaneum Resistenz (Sp)	MI-a6	Aleph
Weihenstephaner Resistenz (We [CP])	MI-g, MI-(CP)	Villa
—	kein Resistenzfaktor	Eva

Tabelle 3: Testsortiment mit den Resistenzsymbolen und den entsprechenden Resistenzgenen (BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ; 1993; BUNDESSORTENAMT, 1992; ZWATZ, 1987).

Die Inokulation der Testsegmente erfolgte mittels eines sogenannten Inokulationsturmes (Sporendichte: etwa 200–300 Konidien pro cm²). Die Kultivierung der inokulierten Primärblattsegmente erfolgte auf dem zuvor beschriebenen Nähragar (Oxoid Agar Technical No. 3) im Klimaschrank bei einer Temperatur von 18°C und 18 h Belichtung. Nach 10–14tägiger Inkubation der mit je einer Sporennachkommenschaft inokulierten Testsortimente erfolgte die Bonitur der phänotypischen Befallsausprägung nach der zuvor beschriebenen Klassifikation.

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 wurden 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).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Virulenzverteilung von Sommergerste-Mehltau in Österreich

Insgesamt wurden mit Hilfe der Düsensporenfalle 12 Fangfahrten unternommen. Eine grobe Übersicht bieten folgende Abbildung 2 und Tabelle 4:

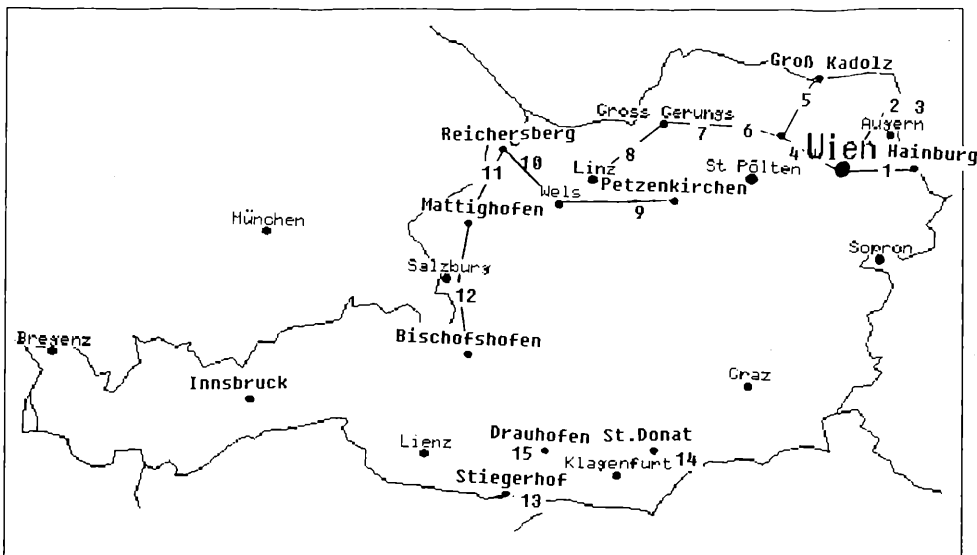


Abbildung 2: Fahrtrouten mit der Düsensporenfalle.

Nummer	Region (Strecke)	ca. Entfernung
1	Wien – Fuchsenbigl – Hainburg	45 km
2	Wien – Niedersulz – Zistersdorf – Hohenau	45 km
3	Hohenau – Angern*	55 km
4	Schwechat – Hollabrunn	40 km
5	Hollabrunn – Groß Kadolz	50 km
6	Tulln – Furth – Gföhl	55 km
7	Gföhl – Edelhof – Groß Gerungs	45 km
8	Groß Gerungs – Enns	60 km
9	Petzenkirchen – Amstetten – Wels	80 km
10	Wels – Obernberg (Reichersberg)*	60 km
11	Wels – Reichersberg – Mattighofen	80 km
12	Mattighofen – Bischofshofen	70 km
13	Stiegerhof (Villach)	—
14	St. Donat	—
15	Drauhofen (Spittal)	—

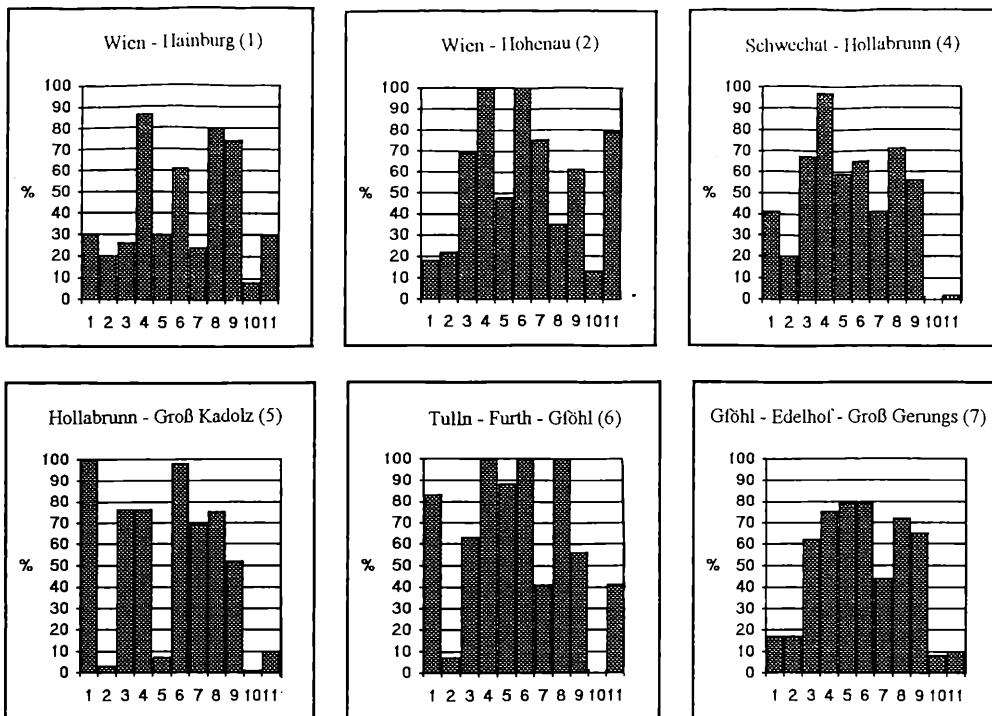
* Bei dieser Fahrt wurden keine Sporen gefangen.

Tabelle 4: Fahrtrouten mit der Düsensporenfalle.

In Niederösterreich erfolgte die Stichprobenentnahme sowohl mit Hilfe von Fangpflanzen als auch mit der Düsensporenfalle. Es wurden insgesamt 7 Fahrten mit der Düsensporenfalle unternommen. Mehltau, der von Fangpflanzen aus Fuchsenbigl und Edelhof (Zwetzl) gewonnen wurde, ergänzte die Fangergebnisse. Folgende Virulenzfrequenzen wurden in Niederösterreich erhoben (Tab. 5; Abb. 3):

Resistenzquelle/gen	Virulenzfrequenz in %						
	Hainburg – Wien (1)	Wien – Hohenau (2)	Schwechat – Hollabrunn (4)	Hollabrunn – Gr. Kadolz (5)	Tulln – Gföhl (6)	Gföhl – Gr. Gerungs (7)	
<i>Algerian (ML-a1)</i>	30	18	41	100	83	17	
<i>Ricardo (ML-a3)</i>	20	22	20	3	7	17	
<i>Spontaneum (ML-a6)</i>	26	69	67	76	63	62	
<i>Lyallpur (ML-a7)</i>	86	99	97	76	100	75	
<i>Monte Christo (ML-a9)</i>	30	48	59	7	88	79	
<i>Arabische (ML-a12)</i>	61	100	65	98	100	79	
<i>Rupee (ML-a13)</i>	24	75	41	69	41	55	
<i>Milk (ML-k)</i>	80	35	71	75	100	72	
<i>Laevigatum (ML-[La])</i>	74	61	56	52	56	65	
<i>Mlo (ml-o)</i>	8	13	0	1	0	8	
<i>HT-253</i>	30	79	2	10	41	10	

Tabelle 5: Tabellarische Darstellung der Virulenzfrequenzen in Niederösterreich, aufgelistet nach den Fahrtrouten mit der Düsenporenfalle.



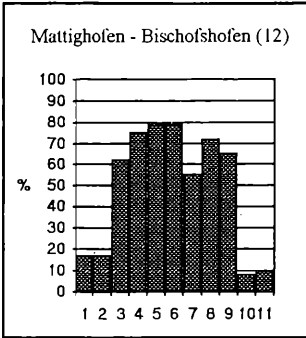
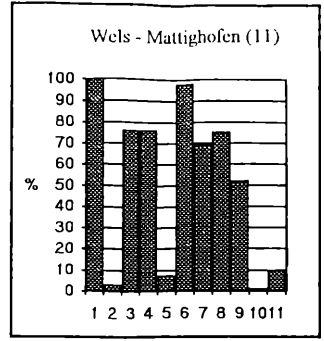
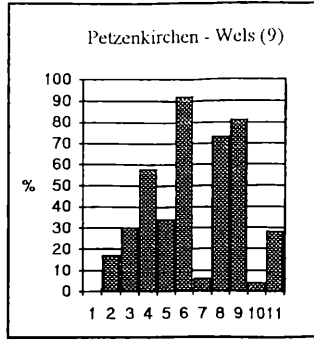
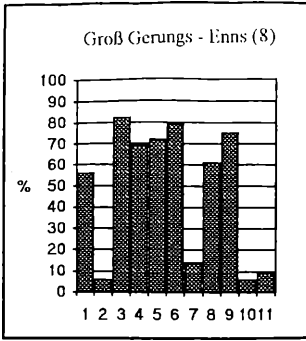
Legende:
 1 = MI-a1; 2 = MI-a3; 3 = MI-a6; 4 = MI-a7; 5 = MI-a9; 6 = MI-a12; 7 = MI-a13;
 8 = MI-k; 9 = MI-(La); 10 = MI-o; 11 = HT 253

Abbildung 3: Graphische Darstellung der Virulenzfrequenzen in Niederösterreich, aufgelistet nach den Fahrtrouten mit der Düsensporenfalle.

In der Region (Niederösterreich)-Oberösterreich-Salzburg wurden 5 Fahrten mit der Düsensporenfalle unternommen. Zur Ergänzung der Ergebnisse wurden Mehлтаupusteln von Fangpflanzen aus Petzenkirchen (NÖ), Reichersberg (OO) und Bischofshofen (S) herangezogen. Aufgrund der Virulenzgenanalyse wurden folgende Virulenzfrequenzen erhoben (Tab. 6; Abb. 4):

Resistenzquelle/gen	Virulenzfrequenz in %			
	Groß Gerungs – Enns (8)	Petzenkirchen – Wels (9)	Wels – Mattighofen (11)	Mattighofen – Bischofshofen (12)
<i>Algerian (ML-a1)</i>	56	0	100	17
<i>Ricardo (ML-a3)</i>	6	17	3	17
<i>Spontaneum (ML-a6)</i>	82	30	76	62
<i>Ljallpur (ML-a7)</i>	69	58	76	75
<i>Monte Christo (ML-a9)</i>	72	34	7	79
<i>Arabische (ML-a12)</i>	79	92	98	79
<i>Rupee (ML-a13)</i>	14	6	69	55
<i>Mlk (ML-k)</i>	61	73	75	72
<i>Laevigatum (ML-(La))</i>	75	81	52	65
<i>Mlo (ml-o)</i>	6	4	1	8
<i>HIT-253</i>	9	28	10	10

Tabelle 6: Tabellarische Darstellung der Virulenzfrequenzen von Sommergerstemehtau in der Region (Niederösterreich)-Oberösterreich-Salzburg.



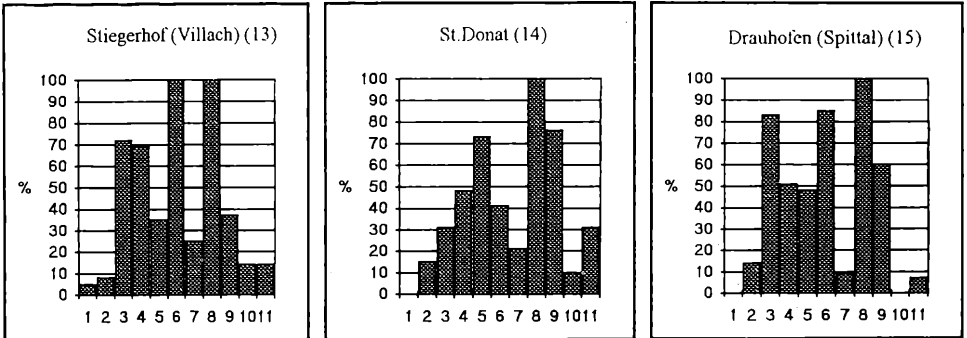
Legende:
 1 = MI-a1; 2 = MI-a3; 3 = MI-a6; 4 = MI-a7; 5 = MI-a9; 6 = MI-a12; 7 = MI-a13;
 8 = MI-k; 9 = MI-(La); 10 = MI-o; 11 = HT 253

Abbildung 4: Graphische Darstellung der Virulenzfrequenzen von Sommergerstemehltau in der Region (Niederösterreich)-Oberösterreich-Salzburg.

In Kärnten wurde die Virulenzanalyse mit Mehltau von Fangpflanzen durchgeführt; Sporenfallenfahrten waren aufgrund ungünstiger Witterung erfolglos. Folgende Virulenzfrequenzen wurden erhoben (Tab. 7; Abb. 5):

Resistenzquelle/gen	Virulenzfrequenz in %		
	Stiegerhof (Villach) (13)	St. Donat (14)	Drauhofen (Spittal) (15)
<i>Algerian (Ml-a1)</i>	5	()	()
<i>Ricardo (Ml-a3)</i>	8	15	14
<i>Spontanum (Ml-a6)</i>	72	31	83
<i>Lyallpur (Ml-a7)</i>	69	48	51
<i>Monte Christo (Ml-a9)</i>	35	73	49
<i>Arabische (Ml-a12)</i>	100	41	85
<i>Rupee (Ml-a13)</i>	25	21	9
<i>Mlk (Ml-k)</i>	100	100	100
<i>Laevigatum (Ml-[La])</i>	37	76	60
<i>Mlo (ml-o)</i>	14	10	()
HT-253	14	31	7

Tabelle 7: Tabellarische Übersicht der Virulenzfrequenzen von Sommergerstemehltau in Kärnten.



Legende:

1 = Ml-a1; 2 = Ml-a3; 3 = Ml-a6; 4 = Ml-a7; 5 = Ml-a9; 6 = Ml-a12; 7 = Ml-a13;
8 = Ml-k; 9 = Ml-(La); 10 = Ml-o; 11 = HT 253

Abbildung 5: Graphische Darstellung der Virulenzfrequenzen von Sommergerstemehltau in Kärnten.

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 zwei vorausliegende Unterlagen (ZWATZ, 1987 und FELSENSTEIN ET AL., 1991) miteinbezogen.

Die zuvor ermittelten Virulenzfrequenzen wurden hierfür zu Regionen zusammengefaßt; somit sind sie mit vorangegangenen Untersuchungen vergleichbar (Tab. 8):

Resistenzquelle/gen	Anteil in % (Virulenzfrequenz)				
	1993			1991	1986
	Niederösterreich	Oberösterreich-Salzburg	Kärnten		
<i>Algerian (Ml-a1)</i>	48	17	2	≤10	≤15
<i>Ricardo (Ml-a3)</i>	15	14	12	≤10	—
<i>Spontaneum (Ml-a6)</i>	61	53	62	50–90	10–50
<i>Lyallpur (Ml-a7)</i>	89	64	56	40	10–30
<i>Monte Christo (Ml-a9)</i>	52	47	52	10–30	≤10
<i>Arabische (Ml-a12)</i>	84	53	75	50–70	40–60
<i>Rupee (Ml-a13)</i>	51	17	18	5–35	0–20
<i>Mlk (Ml-k)</i>	72	80	100	30–70	—
<i>Laevigatum (Ml-[La])</i>	61	68	58	40–80	5–30
<i>Mlo (ml-o)</i>	5	4	8	≤15	≤10
<i>HT-253</i>	29	27	17	—	—

Tabelle 8: Regionale Darstellung der Virulenzfrequenzen der Erhebungsjahre 1987, 1991 und 1993 (ZWATZ, 1987; FELSENSTEIN ET AL., 1991).

Tabelle 9 listet alle anerkannten Sommergerstesorten in Österreich, deren Befallsverhalten und die jeweilige Feldanerkenntnisfläche für die Saatgutproduktion auf. Aus der Feldanerkenntnisfläche kann die relative Verbreitung einer Sorte in Österreich abgeleitet werden. Sehr deutlich zeigt sich die „Dominanz“ der Sorten mit dem mlo-Gen, die sich durch eine geringe Mehltauanfälligkeit auszeichnen. Auch die Sommergerste Maresi mit Rupee Resistenz (Ru) ist aufgrund ihres niedrigen Befallsverhaltens noch von Bedeutung.

Sommergerstesorten/ Resistenzfaktor	Befallsverhalten ¹⁾	Feldanerkennungsfläche in ha	Sommergerstesorten/ Resistenzfaktor	Befallsverhalten ¹⁾	Feldanerkennungsfläche in ha
Adele (CP)	7	—	Extra (Mlo)	3	164
Aleph (SP, u1)	7	92	Grosso (Mlo, Ar, Ab)	3	95
Amalia (MC)	6	107	Hockey (Ar, La)	7	8
Apex (Mlo, CP)	2	1.375	Magda (Mlo, Ar)	3	324
Atem (Mlo, La)	2	264	Maresi (Ru)	5*	529
Berta (La, CP, s)	6	180	Meltan (Ri)	2*	—
Bessi (Ri)	4	—	Otis (Mlo, Ar)	3	5
Bonaire (Mlo)	2	12	Pannonia (Mlo)	3	—
Carina (Sp, CP)	7	233	Quartz (Mlo)	2	—
Carmen (Ar, CP, u1)	6	434	Robin (Mo, CP)	6	10
Cheri (u1)	6	255	Ronda (u2)	6	—
Cleopatra (u1)	6	69	Signal (?)	5	310
Comtesse (HT)	6	131	Steffi (u2)	5	318
Cytris (MC)	7	37	Tina (u1)	6	64
Ditta (Mlo)	3	8	Viva (u1)	5,5	58
Ebra (Ly)	6	59			
Effekta (u1)	6	34	<i>Nacktgerste:</i>		
Elisa (u2)	3*	—	Hora (Ar)	7	—
Elke (Ar, CP)	7	1	Taiga (u1)	6	4
Eva (keine)	7	1			

* relativ kurze Prüfungszeit ¹⁾ 1–5 = Resistenzbereich; 6–9 = Anfälligkeitsbereich

Tabelle 9: Anerkannte Sommergerstesorten in Österreich, deren Befallsverhalten und Feldanerkennungsfläche (BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENBAU, 1993; BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, 1994).

Algerian 1179-Resistenz (Ml-a1), z. B. in den Sorten Gitte und City

Diese Resistenz bot 1993 ein sehr heterogenes Bild. Die Virulenzfrequenzen gegenüber Ml-a1 zeigten eine starke regionale Differenzierung, wobei die in Kärnten erhobenen Werte nie 5% übersprangen. Die höchsten Werte wurden aber in Gebieten Niederösterreichs gefunden. Im Bereich Krems / Hollabrunn erreichten die Häufigkeiten von Virulenz gegen Ml-a1 teilweise fast 100%.

Sorten mit der Algerischen Resistenz besitzen so gut wie keine landwirtschaftliche Bedeutung mehr; in Österreich wird keine Gerstesorte mit dieser Resistenz anerkannt.

Resistenz von Ricardo (Ml-a3), z. B. in den Sorten Bessi und Meltan

Die Virulenzfrequenz gegen Ml-a3 pendelte 1993 in einem Bereich von 10 bis 20%. Die höchsten Werte wurden wiederum im Grenzgebiet zu Tschechien festgestellt (21%).

Diese Resistenz bewirkt gegenüber dem Gerstemehltau in Österreich zur Zeit einen recht guten Schutz. Ein Grund scheint darin zu liegen, daß die Sommergersten Bessi und Meltan in Österreich erst vor kurzem eingeführt wurden. Andere Sorten mit dem Ri-Faktor sind in Österreich nicht anerkannt.

Spontaneum-Resistenz (Ml-a6), z. B. in den Sorten Aleph und Carina

Das Spontaneum-Resistenzgen ist sowohl in zahlreichen Sommergerste- als auch in einigen Wintergerstesorten enthalten. Aus diesem Grund ist in Gebieten mit häufigem Wintergersteanbau auch mit einer hohen Virulenz gegenüber Sommergerste mit dem Ml-a6-Resistenzgen zu rechnen.

1993 sank der Schwankungsbereich der Virulenzfrequenz leicht auf 45 bis 70% ab. Die niedrigeren Werte wurden hierbei in Oberösterreich festgestellt (um 50%). Die Sorte Carina hat vor allem in Kärnten noch eine gewisse Bedeutung, was sich mit einer hohen Virulenzfrequenz (regional sogar über 80%) niederschlägt.

Lyallpur-Resistenz (Kombination aus Ml-a7 und Ml-k), z. B. in den Sorten Adora, Ebra und Ortolan

Sowohl gegen Ml-a7 als auch gegenüber Ml-k sind die Frequenzen der Virulenz so hoch, daß keine befriedigende Schutzwirkung gegenüber Mehltau zu erwarten ist. Am günstigsten wirkt sich naturgemäß noch die Kombination der beiden Resistenzgene aus, wie dies bei den Sorten Adora, Ebra und Ortolan der Fall ist (FELSENSTEIN ET AL., 1991).

Die Virulenzfrequenzen schwankten im Jahre 1993 zwischen 50% und 90%, woraus zu schließen ist, daß die vorangegangene große Verbreitung von Ly-Sorten in Österreich noch nachwirkt.

Monte Christo-Resistenz (Ml-a9), z. B. in den Sorten Amalia, Cytris und Roland

Das Ml-a9-Resistenzgen weist innerhalb Österreichs nur mehr eine geringe Schutzwirkung auf. Die Virulenzfrequenzen bewegten sich 1993 durchwegs im oberen prozentuellen Bereich zwischen 40 und 50%. Lediglich im westlichen Niederösterreich wurden 1993 Werte um 80% festgestellt.

Heute spielen Sommergerstesorten mit dem Monte Christo-Resistenzgen in der Landwirtschaft so gut wie keine Rolle mehr, lediglich die Sorte Amalia hat noch geringe regionale Bedeutung.

Arabische Resistenz (Ml-a12), z. B. in den Sorten Aramir, Carmen, Elke, Grosso, Hockey und Ottis

Nur eine geringe regionale Differenzierung innerhalb Österreichs weisen derzeit die Virulenzfrequenzen gegenüber Ml-a12 auf. Die Werte erstreckten sich 1993 in einem Bereich von 50% bis 90%.

1991 wurde die Vermutung geäußert, daß nach einem starken Anstieg der Virulenzfrequenzen in den 80er Jahren und einer leichten Abnahme der Ml-a12-Virulenz anfangs der 90er Jahre eine erneute erfolgreiche Nutzung der Arabischen Resistenz durchaus möglich sein könnte. 1993 konnte kein Trend zur stetigen Abnahme der Ml-a12-Virulenz festgestellt werden.

Heute hat lediglich nur mehr die Sorte Carmen eine gewisse Bedeutung. Wie aus Tabelle 9 abzulesen ist, zeichnet sich diese Sommergerste durch eine relativ hohe Feldanerkennungsfläche von 434 ha aus.

Rupee-Resistenz (Ml-a13), z. B. in den Sorten Koral und Maresi

Seit Ende der 80er Jahre ist der Anteil an Ml-a13-virulenten Pathotypen in einigen Gerstemehltaupopulationen – vor allem in den nördlichen Getreideanbaugebieten Österreichs – auf ein bedenkliches Niveau angestiegen.

Wurden 1986 noch Frequenzen von $\leq 5\%$ im Bundesgebiet festgestellt (ZWATZ, 1987), so sind diese Werte 1993 schon auf 15–50% angestiegen. Die höchsten Frequenzen wurden hierbei in den östlichen Regionen des Bundesgebietes festgestellt (50–60%). In den übrigen Kontrollgebieten lagen die Frequenzen aber unter 20%. Der ausgeweitete Anbau, vor allem der

Sommergerstesorte Maresi, trägt auch zum Anstieg dieser Virulenz in manchen Gebieten des Weinviertels bei. Während die Häufigkeit von Ml-a13-Virulenz in Oberösterreich wahrscheinlich durch die westlich benachbarten Populationen Bayerns über die Winddrift und einem entsprechenden Virulenzimport mitgeprägt wird, ist sie in den Regionen Niederösterreich und Kärnten anscheinend durch östlich benachbarte Populationen beeinflusst (FELSENSTEIN ET AL., 1991, LIMPET ET AL., 1987).

Im Jahre 1989 wurde in Deutschland das Gen Ml-a13 als noch wirksam angesehen; 1993 wiesen Sorten mit diesem Resistenzgen eine volle Mehltauanfälligkeit auf, was auf eine auf diese Gerstesorten adaptierte weitverbreitete Mehltaupopulation hinweist (SCHULTZ ET AL., 1993).

Mlk-Resistenz (Ml-k)

Dieses Gen ist nur als Kombinationsfaktor von anderen Genen von Bedeutung. Eine Rolle spielt dieses Resistenzgen vor allem bei der Lyallpur-Resistenz und der Monte Christo-Resistenz, wobei es durch Kombinationseffekte mit den Hauptgenen eine niedrigere Virulenzhäufigkeit bewirkt (FELSENSTEIN ET AL., 1991).

Laevigatum-Resistenz (Ml-[La]), z. B. in den Sorten Berta und Varunda

Die Frequenzen von Virulenz gegen Ml-(La) pendelten im Jahre 1993 in einem Bereich zwischen 50 und 70%; eine befriedigende Resistenzwirkung ist nicht mehr zu erwarten.

Die Sorte Berta spielt pflanzenbaulich in den Bundesländern Kärnten und Oberösterreich noch eine gewisse Rolle.

Mlo-Resistenz (ml-o), z. B. in den Sorten Apex, Atem, Extra, Grosso, Magda, Pannonia und Quartz

Bei den Untersuchungen im Jahre 1993 lagen die Virulenzfrequenzen zwischen 4% und 10%. Die höchsten Werte wurden dabei im Osten Niederösterreichs festgestellt.

Daten von FELSENSTEIN und FISCHBECK (1992) aus Deutschland, 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. Als besonders bedenklich wird der Umstand angesehen, daß seit 8 Jahren Sommergerste mit dem ml-o-Resistenzgen sowohl innerhalb Deutschlands als auch in anderen Staaten Europas eine beachtliche, manchmal auch dominierende Rolle im Sommergersteanbau einnimmt. Ihr Anteil wird für einige europäische Länder (GB, B, NL, DK, D, A) im Schnitt auf knapp 30% geschätzt – bei weiter ansteigender Tendenz (FELSENSTEIN / FISCHBECK, 1993). Tabelle 9 zeigt sehr deutlich die „Dominanz“ der Mlo-Sorten auch in Österreich. Trotz ansteigendem Mehltaubefall dürfte die Mlo-Resistenz in den nächsten Jahren nach gegenwärtiger Einschätzung anhalten (FELSENSTEIN / FISCHBECK, 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.

Resistenz von HT 253, z. B. in der Sorte Comtesse

Generell zeigt diese Resistenz eine sehr große Schwankungsbreite; die Virulenzfrequenzen erstreckten sich zwischen 5% und 60%. Sehr hohe Werte werden 1993 vor allem im Osten Niederösterreichs festgestellt – ein Wert erreicht sogar 80%. Die niedrigsten Virulenzfrequenzen sind in Kärnten zu finden ($\leq 10\%$).

Literatur

- BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENBAU: Jahrbuch 1992. 167, 1993.
- BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENBAU: Sommergetreide-Sortenversuche 1993. 12–14, 1994.
- BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ: Richtlinien für die Pflanzenschutzarbeit 1993. 6–8, 12, 15, 17, 1993.
- BUNDESSORTENAMT: Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen, Hackfrüchte 1992. 84, 1992.
- 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.; LIMPET, E. (Herausgeber): Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. 1–3, 1987.
- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO IM BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT: Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1981–1990. 35, 39, 63, 113, 114, 427, 432, 458, 509, 511, 1994.
- LIMPET, E., FISCHBECK, G.: Distribution of Virulence and Fungicide Resistance in the European Barley Mildew Population. In: WOLFE, M. S.; LIMPET, E. (Herausgeber): Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. 13, 1987.
- ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT: Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahre 1993. 34, 1993.
- 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, 46/1993, 2, 188, 1983.
- SCHWARZBACK, E.; FISCHBECK, G.: Die Mehltauresistenzfaktoren von Sommer- und Wintergerstensorten in der Bundesrepublik Deutschland. – Pflanzenzüchtg. 87, 309–318, 1981.
- WELZ, G.: Struktur und Dynamik der Virulenz in Populationen von *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *hordei* Marchal. – Diss. Uni. Gießen, 31, 90–91, 95–111, 1986.
- 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 Wintergerstensorten. – Die Bodenkultur, 251–257, 269–271, 1982.
- ZWATZ, B.: Results of Powdery Mildew of Spring Barley in Austria: Resistant 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.; ZEDERBAUER, R.: Analyse von Virulenzfaktoren als neue Dimension des integrierten Pflanzenschutzes – Förderungsdienst 35, H. 1, 3. Umschlagseite.; 1987.
- (Manuskript eingelangt am 17. November 1994)

Erfahrungen mit dem Warndienst für den Falschen Gurkenmehltau (*Pseudoperonospora cubensis*) in Österreich in den Jahren 1987–1994

Experiences with the forecasting-system for the downy mildew of cucumbers (*Pseudoperonospora cubensis*) in Austria in the years 1987–1994

GERHARD BEDLAN

Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Phytomedizin,
Trunnerstraße 1–5, 1020 Wien

Zusammenfassung

Seit dem Jahr 1984 ist der Falsche Gurkenmehltau die bestandsbedrohende Krankheit der Gurken schlechthin. Ernteauffälle zwischen 50 und 100% waren in Einzelfällen keine Seltenheit. Erst Warndienst, termingerechte Behandlungen und Kulturmaßnahmen haben die Situation im Gurkenanbau gebessert. Die Erfahrungen mit dem Warndienst von 1987–1994 werden diskutiert.

Stichwörter: Warndienst; *Pseudoperonospora cubensis*; Erfahrungen in Österreich 1987–1994.

Summary

Since 1984 the downy mildew is a heavy disease of cucumbers. Harvest losses between 50 and 100 % were not rare. Forecasting-system, treatments according to schedule and treatments in the cucumber-cultures have improved the situation. The experiences with the forecasting-system from 1987–1994 are discussed.

Key words: Forecasting-system; *Pseudoperonospora cubensis*; experiences in Austria 1987–1994.

Einleitung

Der Warndienst für den Falschen Gurkenmehltau wurde 1987 erstmals in der Praxis erprobt und wird seitdem in den wichtigsten Gurkenanbaugebieten in Österreich eingesetzt. In der Regel stehen hierzu Geräte zur Verfügung, die den Landwirten und Beratungskräften die Prognose erleichtern. Es sind dies einerseits Blattbenetzungsschreiber, andererseits elektronische Schorfwarngeräte, die neben den Algorithmen für Apfelschorf auch andere Algorithmen besitzen. Wo solche technischen Hilfsmittel fehlen, werden die Daten händisch mittels einer den Landwirten zur Verfügung gestellten Tabelle ermittelt. Elektronische Warngeräte wie das KMS-P und Metos sind in Österreich, Deutschland, Slowenien und Schweden für die Prognose des Falschen Gurkenmehltaus im Einsatz.

Auf kleinen Gurkenanbauflächen und in jenen, meist jedoch auch kleineren, Anbaugebieten, wo kein Warndienst eingerichtet ist, wird weiterhin vorbeugend gegen den Falschen Gurkenmehltau behandelt. Dort wo es möglich ist, wird neben den ermittelten Witterungsdaten der elektronischen Warngeräte auch eine Sporenfalle ausgewertet, um den genauen Infektionstermin zu ermitteln.

Material und Methoden

Zur Erfassung der Witterungsdaten wurden Thermohygrographen der Fa. Lufft und Klimameßstationen der Fa. Paar eingesetzt.

Der Thermohygrograph der Fa. Lufft zeichnet auf einem Meßstreifen Temperatur, rel. Luftfeuchte und Blattnässedauer auf.

Die Klimameßstation der Fa. Paar ist eine elektronische Kleinwetterstation und besteht aus einer Zentraleinheit mit elektronischem Prozessor, Anzeigefenster mit Leuchtziffern, eingebautem Kleindrucker und (wahlweise) Magnetspeicherkarte (RAM-Card). In der Grundausstattung sind zwei Blattnässefühler, ein Temperatur/Luftfeuchtigkeitssensor und ein Regenschirm angeschlossen. Um stromsparend zu arbeiten, befindet sich das KMS-P normalerweise im „Schlafzustand“ und schaltet sich nur alle 15 Minuten für eine Messung ein. Zur vollen Stunde werden die Mittelwerte berechnet und am eingebauten Drucker ausgegeben. Stündlich werden auf dem Drucker Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und Benetzung ausgegeben.

Der Regenschirm funktioniert nach dem Wippenprinzip (Kipplöffel) und besitzt eine Auflösung von 1 mm.

Zur Ermittlung des Zufluges der Zoosporangien wurde eine Burkard-Sporenfalle eingesetzt.

Krankheitsbild

Die ersten Befallssymptome sind auf den Blattoberseiten schmutziggrüne, leicht gelbliche Flecken, die sich schon innerhalb eines Tages vergrößern können und sich schließlich dunkelbraun verfärben. Auf den Blattunterseiten bildet der Pilz auf diesen Flecken einen violett-schwarzen Sporenrasen aus, der aus den Sporangienträgern und den Zoosporangien besteht. Die Symptome werden oft mit jenen der Eckigen Blattfleckenkrankheit verwechselt, da auch die Flecken beim Falschen Mehltau von den Blattadern begrenzt werden und sie daher eckig aussehen. Doch beim Falschen Mehltau sind die Blattflecken wesentlich größer als bei der Eckigen Blattfleckenkrankheit. Die Flecken können bis zu 3 cm² Blattfläche bedecken. Sie fließen später zusammen, sodaß ganze Blätter braun verfärbt sind und schließlich absterben.

Der Krankheitserreger

Damit die Zoosporangien erfolgreich Zoosporen freisetzen und diese anschließend in die Pflanzen eindringen können, wird ein Wasserfilm auf den Blättern (Taubelag, Schwitzen der Blätter, Luftfeuchtigkeit über 98%) und eine Temperatur von 20–25°C (die Zoosporangien entlassen auch bei tieferen und etwas höheren Temperaturen die Zoosporen, brauchen aber hiezu länger) benötigt. Im Gewächshaus sind Infektionsbedingungen für den Pilz fast immer erfüllt. Zur Sporulation benötigt der Pilz Dunkelheit, eine Durchschnittstemperatur von mindestens 15°C und Blattnässe (oder über 98% Luftfeuchtigkeit: dies alles während 6 Stunden Dunkelheit). Nach der Sporulation sind also wieder Zoosporangien vorhanden, die bei geeigneten Infektionsbedingungen zur Infektion von Pflanzen dienen (BEDLAN, 1987).

Die Wirtspflanzen

Von Gurken isolierte Stämme von *Pseudoperonospora cubensis* sollen keine Kürbisse befallen (WATERHOUSE & BROTHERS, 1981). In Versuchsanbauten wurden neben anfälligen Einlegegurkensorten auch Zucchini, Zuckermelonen, Wassermelonen, Kürbisse (Sorte „Molfino“), Ölkürbisse, Feldkürbisse, die Senfgurkensorte „Hild's Obi“ und *Bryonia dioica* auf Befall geprüft.

Neben den Einlegegurkensorten und der Senfgurke „Hild's Obi“ waren nur die Zuckermelonen durch *Pseudoperonospora cubensis* befallen.

Tabelle 1

Prognosen 1987–1994					
Jahr	Ort	WM am Gerät vor dem tatsächlichen Auftreten	WM bez. auf tatsächliches Auftreten am	Inkubationszeit	Tatsächliches Auftreten
1987	Eferding	1	9. 7.	6	14. 7.
1988	Südsteiermark	0	27. 6.	3	30. 6.
1989	Eferding	0	23. 6.	5	29. 6.
1990	Südsteiermark	1	13. 7.	4	18. 7.
	Marchfeld	1	11. 7.	4	16. 7.
1991	Südsteiermark	1	2. 7.	3	6. 7.
	Marchfeld	1	14. 7.	3	19. 7.
1992	Marchfeld	0	13. 6.	5	19. 6.
1993	Eferding	2	1. 8.	3	5. 8.
1994	Marchfeld	0	keine		10. 6.
1989	Hammerlunda (S)	2	8.–13. 8.	keine Angabe	16. 8.
	Nymö (S)	4	12. 8.	keine Angabe	16. 8.
1990	Cottbus (BRD)	2	11. 8.	8	17. 8.
WM = Warnmeldung					

Befall im geschützten Anbau

Beim Anbau von Gurken in Gewächshäusern ist stets mit einem Auftreten des Falschen Gurkenmehltaues zu rechnen. Optimale Kulturführung, ständige Beobachtung auf Krankheitsbefall, Präparateinsatz zum optimalen Zeitpunkt, sowie Verwendung geeigneter Geräte (Applikationstechnik), werden den Falschen Gurkenmehltau zwar nicht völlig ausschalten, jedoch einen Befall merklich mindern. Dort, wo es aufgrund der Gewächshaussteuerung möglich ist, haben Versuche mit der Umkehrung (keine Zulassung von Infektions- bzw. Sporulationsbedingungen) des Prognosemodells Teilerfolge gezeigt.

Diskussion

Für eine optimale Vorhersage über das erstmalige Auftreten von *Pseudoperonospora cubensis* in den Gurkenbeständen in den jeweiligen Wachstumsseasonen ist die Flugbeobachtung von Zoosporangien mittels Sporenfallen unbedingt notwendig. Aufgrund der Witterungsparameter werden von den entsprechenden Geräten Warnmeldungen ausgegeben, ohne etwaige vorhandene oder nicht vorhandene Zoosporangien zu berücksichtigen. So kann es geschehen, daß nach erfolgten Warnmeldungen Behandlungen durchgeführt werden, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht notwendig gewesen wären, da auch noch keine Zoosporangien vorhanden sind, die Infektionen auslösen hätten können.

Sporenfallen sind allerdings aufgrund der arbeitsintensiven Betreuung bei nur wenigen Stationen in Verwendung.

Immer wieder wurden jedoch, so auch in Slowenien (DOLINAR & ZOLNIR, 1994), Infektionen an den Gurken festgestellt, die das Warndienstgerät nicht registrierte. Dies war aber nur

dann der Fall, wenn zahlreiche – meist 6 bis 8 – Sporulationsbedingungen nacheinander erfolgten (DOLINAR & ZOLNIR, 1994). Auch 1994 wurden bereits am 21. Juni Zoosporangien gefangen, wobei aber noch keine Infektionen registriert worden waren (DOLINAR & ZOLNIR, 1994). Dieses Ereignis trat auch bei der Meßstation Fuchsenbigl im Marchfeld auf. Um nicht wahrgenommene Infektionen zu vermeiden, können nur Sporenfalle und Warndienstgerät gemeinsam den Beginn und das Ende der Epiphytose exakt vorhersagen.

Im Einlegegurkenanbau Südschwedens wurde der Grenzwert für die Sporulation um 0,5°C auf 14,5°C gesenkt (CEDERBERG, 1990), da auch hier, wie oben bereits erwähnt, einige Bedingungen, die zur Warnmeldung hätten führen sollen, knapp am Grenzwert von 15°C lagen. Es war besonders an den schwedischen Standorten Hammerlunda und Nymö zu bemerken, daß Grenzwertsituationen einer Interpretierung bedurften. So waren in Hammerlunda für Sporulation und Inkubationszeit am 28. 6. und 13. 8. 1989 die Daten nahe dem Grenzwert (tatsächliches Auftreten 16. 8.) und in Nymö dies am 28. 6. und 11. 8. der Fall (tatsächliches Auftreten 16. 8.); in Nymö das tatsächliche Auftreten aber mit der Warnmeldung vom 12. 8. korrespondierte (FORSBERG & AKESSON, 1989).

1989 kam es im Spreewaldgebiet zu einem vorzeitigen und sehr starken Auftreten von *Pseudoperonospora cubensis*. Zur Prognose des Epidemiebeginns wurde das Prognoseverfahren erprobt und angewendet und erwies sich als verwendbar (LEHMANN, 1993).

Fünfjährige Erfahrungen bestätigten, daß die Methode den ökologischen Bedingungen Sloweniens entspricht und das verwendete Gerät die Infektionsbedingungen einigermaßen zufriedenstellend registriert (DOLINAR & ZOLNIR, 1994).

Resümee

Zur Prognose sind technisch einwandfreie Geräte mit guten Sensoren und Sporenfallen notwendig. Aufstellungsort und -art beeinflussen das Ergebnis der Sensoren. Grenzwerte müssen vom Anwender selbst interpretiert werden. Eine jährliche Überwachung bzw. Überprüfung in einem Kontrollbestand ermöglicht umgehende Anpassungen an den Geräten.

Trotz Warnmeldungen, ohne dem Vorhandensein von Zoosporangien und nachfolgenden Infektionen und den damit verbundenen unnötigen Behandlungen, vor wirklichem Befallsereignis, hat sich das Modell bewährt. In den österreichischen Anbaugebieten werden durchschnittlich 3–5 Behandlungen im Freiland an Einlegegurken durchgeführt. Dies entspricht einer Reduzierung von etwa 50 bis 75%, manche Landwirte haben in günstigen Lagen überhaupt keine Behandlung durchführen müssen.

Literatur

- BEDLAN, G.: Studien zur Verbesserung der Spritzenminbestimmung gegen *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rost. an Gurken in Österreich. – Pflanzenschutzberichte, Band 48, Heft 3, S. 1–11, 1987
- CEDERBERG, B.: persönliche Mitteilung, 1990
- DOLINAR, M.; ZOLNIR, M.: Prognose des Auftretens des Falschen Gurkenmehltaues *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) nach Bedlan ergänzt durch Sporangienfang. – Kurzberichte der Vorträge anlässlich der Öst. Pflanzenschutztag, 30. Nov.–1. Dez. in Tulln, S. 45, 1994.
- FORSBERG, A.-S.; AKESSON, I.: persönliche Mitteilung, 1989
- LEHMANN, M.: Prognose und Bekämpfung des Falschen Mehltaus bei Gurken. – Vortrag anlässlich des AK Mykologie der Dt. Phytomed. Ges., Gießen, 1993.
- WATERHOUSE, G.; BROTHERS, M. P.: The taxonomy of *Pseudoperonospora cubensis*. – Comm. Myc. Inst. Mycological Papers, No. 148, 1981.
- (Manuskript eingelangt am 8. Mai 1995)

Richtlinien für die Mitarbeit

1. Die Zeitschrift „Pflanzenschutzberichte“ veröffentlicht Originalarbeiten aus dem Gebiet des Pflanzenschutzes, in erster Linie jedoch Originalarbeiten aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz. Arbeiten, die in anderen Zeitschriften veröffentlicht wurden – auch nur auszugsweise – und die eine Wiederholung bekannter Tatsachen bringen, können nicht aufgenommen werden.
2. 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 unterwelt 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. Der Umfang der Originalarbeiten soll möglichst nicht 20–25 maschinengeschriebene Seiten übersteigen.
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: 1995

Band/Volume: [55_1995_1](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Pflanzenschutzberichte Band 55/Heft 1 1995 1-72](#)