

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem

Heft 132

Januar 1969



# 37. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung

der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft  
in Coburg, 7. — 11. Oktober 1968

Berlin 1969

*Herausgegeben von der  
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
1 Berlin 61, Lindenstr. 44—47 (Westberlin)



## Inhalt

Seite

Vorbemerkung .....	1
Vortrag von Herrn Ministerialdirektor Prof. Dr. L. Pielen: Aufgaben und Kriterien der Ressortforschung .....	3
Verleihung der Otto-Appel-Denkünze durch Herrn Ministerialdirektor Prof. Dr. L. Pielen an Herrn Hofrat Prof. Dr. F. Beran .....	8
Vortrag von Herrn Hofrat Prof. Dr. F. Beran: Pflanzenschutzmittelökologie, eine Schwerpunktaufgabe der internationalen Umweltsforschung .....	11

### Bodenhygiene aus der Sicht des Pflanzenschutzes

F. Großmann: Prinzipien der Bodenhygiene .....	20
R. Diercks und G. Bachthaler: Zum antiphytopathogenen Potential des Bodens bei steigenden Getreideanteilen in der Fruchtfolge .....	33
K. Reithmeier: Über die Wirkung von Müllklärschlammkompost gegen den Kartoffelkrebs .....	36
W. Menzinger: Zur Keimungsphysiologie von <i>Fusarium</i> -Chlamydosporen im Boden .....	38
B. Stille: Bakteriophagen in bodenhygienischer Sicht .....	40
A. Klocke: Einflüsse der Immissionen auf den Boden .....	43
C. van Assche, H. van den Broeck und A. Vanachter: Einfluß der relativen Bodenfeuchtigkeit auf die Evolution chemischer Bodenentseuchungsmittel .....	50
M. Schuch: Bodenhygiene und Wasserbewegung im Boden — Neue Wege zur Beobachtung .....	61
D. E. Wilcke: Einflüsse von Bearbeitung und Herbizidgaben auf die Bodenfauna in Obstanlagen .....	63
A. Süß: Modellversuche über das Verhalten von Monolinuron I. Einfluß von Bodenart und Temperatur auf die Abbaugeschwindigkeit von Aresin im Boden .....	66
P. Wallnöfer: Modellversuche über das Verhalten von Monolinuron II. Zum Abbau durch Bodenmikroorganismen .....	69
Th. Beck: Modellversuche über das Verhalten von Monolinuron III. Der Einfluß auf das Bodenleben im Vergleich zu anderen Bodenherbiziden .....	71
N. Drescher: Über den Abbau von 1-Phenyl-4-amino-5-chlor-pyridazon-6 (Pyrazon) im Boden .....	73
J. Kradel, G. B. Lush und H.-H. Nölle: Bisherige Erfahrungen mit niedrigen Aufwandmengen von Bodenentseuchungsmitteln .....	79
A. Brauns: Vordringliche Aufgaben einer Produktionsbiologie des Bodens in einer industriellen Landschaft .....	84

### Pflanzenschutz in Sonderkulturen

R. Diercks: Zum Pflanzenschutz in Sonderkulturen unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Bayern .....	90
L. Kamm: Integrierte Maßnahmen gegen die Hopfenwelke I. Chemische und züchterische Abwehrmaßnahmen .....	99
G. Schmid: Integrierte Maßnahmen gegen die Hopfenwelke II. Bodenhygienische Maßnahmen .....	101

	Seite
E. Bucher: Integrierte Maßnahmen gegen die Hopfenwelke III. Über die Wirkung von Müllkompost gegen <i>Verticillium albo-atrum</i> .....	103
L. Kamm: Zur Bekämpfung der Primärinfektion von <i>Pseudoperonospora humuli</i> .....	105
W. Costa: Anwendung von Herbiziden in Bodenschutzpflanzungen .....	109
J. Meyer und W. Hansen: Die Ausbringung granulierter Herbizide in landschaftsgestaltenden Schutzpflanzungen .....	111
F. Wagner: Zur Verbreitung und Bekämpfung des Grassamenälchens — <i>Anquina agrostis</i> .....	113
F. Wagner: Herbizidprobleme im Grassamenbau .....	116
E. Krauss und K. Schmid: Kotyledonentest zur Prüfung von Fungiziden gegen Blauschimmel an Tabak .....	118
W. Kämpfe: Wechselwirkungen von Herbizideinsatz und Produktionstechnik im Tabakbau .....	120
G. Maas: Untersuchungen zur chemischen Unkrautbekämpfung in Gewürz- und Arzneipflanzen .....	124
H. Günther, K. Trojan und F. Sprau: Aktuelle Pflanzenschutzprobleme im Pfefferminzanbau .....	129
F. Sprau: Untersuchungen über das Rutensterben bei Kulturheidelbeeren .....	132
M. Hassansada, N. Malmus und K. Böning: Untersuchungen zur Ätiologie des Gürtelschorfs der Rüben .....	136

### **Resistenz gegen Pflanzenschutzmittel**

K. Mayer: Die Resistenz gegen Pflanzenschutzmittel .....	140
H. Steiner: Das Problem der Insektizidresistenz im integrierten Pflanzenschutz .....	154
E. Heidenreich: Pflanzenresistenz in Abhängigkeit vom natürlichen Oberflächenschutz .....	158
W. Bock: Probleme der Kartoffelkäferresistenz in Österreich .....	160
W. Kloft und H. Kunkel: Die Bedeutung des Ortes der Nahrungsaufnahme pflanzensaugender Insekten für die Anwendbarkeit von Insektiziden mit systemischer Wirkung .....	163

### **Anwendungstechnik im Pflanzenschutz**

F. Kersting: Gegenwärtiger Stand und Entwicklungstendenzen in der Pflanzenschutztechnik .....	164
R. Jacob-Haupt: Kritische Betrachtungen zum derzeitigen Stand der gerätetechnischen Beratung in der Landwirtschaft .....	180
E. Grütte: Ergebnisse einer Reihenuntersuchung an Feldspritzgeräten .....	184
A. Dufraine: Möglichkeiten zur Überprüfung der Düsenarbeit an Feldspritzleitungen in der Praxis .....	186
E. G. Brachmann: Eine automatische Dosiervorrichtung zum genauen Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln .....	190
F. Flehr: Neuere Gedanken über Konstruktionsmerkmale von Schädlingsbekämpfungsflygezeugen .....	194
K. Hanuss: Bekämpfung der Krautfäule mittels Bodengerät, Starrflügler und Hubschrauber .....	196
H. Hornig: Hubschrauber-Einsatz zur Herbst-Unkrautbekämpfung in Wintergetreide .....	202



	Seite
L. K. Simon: ULV — ein Weg zum rationellen Pflanzenschutz .....	250
W. Behlen: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte des Feinsprühverfahrens .....	208
J. Kradel, N. Drescher, E.-H. Pommer und G. Synnatschke: Vorläufige Resultate über den Einfluß von Netzmitteln auf den biologischen Effekt von Pflanzenschutzmitteln (Fungizide) .....	212
G. Crüger: Anwendung systemischer Fungizide zur Gurkenmehltaubekämpfung im Gießverfahren .....	216
E. Wendland, H. Junker und H. Kees: Arbeitssparende Applikationsverfahren in Gewächshäusern .....	220
H. Lenzner: Anwendungsmethoden für flüssige Präparate bei der chemischen Bodenentseuchung .....	224
A. Schneider, H. Will und J. Kradel: Zur Ausbringtechnik streufähiger Bodenentseuchungsmittel .....	226
A. Dieter: Technische Möglichkeiten und biologische Grenzen des Einsatzes von Großsprühgeräten im Weinbau .....	231
H. Uhl, S. Zahir und G. Oosterhof: Anwendungs- und Ausbringtechnik herbizider Granulate in Sonderkulturen, dargestellt am Wirkstoff Dichlobenil	233

## Contents

	page
Introduction .....	1
Paper by Ministerialdirektor Prof. Dr. L. Pielen: Nature and criteria of research supported by governmental institutions .....	3
Award of Otto-Appel-medal handed over by Ministerialdirektor Prof. Dr. L. Pielen to Hofrat Prof. Dr. F. Beran .....	8
Paper by Hofrat Prof. Dr. F. Beran: Ecology of plant protection products, a most important task of environmental research on the international level ....	11

### Soil hygiene from the standpoint of plant protection

F. Großmann: Principles of soil hygiene .....	20
R. Diercks and G. Bachthaler: On the antiphytopathogenic potency of soil in connection with increase of growing cereals in crop rotation .....	33
K. Reithmeier: Experiments on the effect of sludge compost on the wart disease of potatoes .....	36
W. Menzinger: On the physiology of germination of <i>Fusarium</i> chlamydo spores in soil .....	38
B. Stille: Bacteriophage in view of soil hygiene .....	40
A. Klocke: Influence of immissions upon the soil .....	43
C. van Assche, H. van den Broeck and A. Vanachter: Influence of relative soil moisture upon evolution of chemical soil fumigants .....	50
M. Schuch: Soil hygiene and soil water movement — new methods of investigation .....	61
D. E. Wilcke: Influence of soil-treatment and application of herbicide on the soil-fauna in fruit-cultures .....	63
A. Süß: Experiments on the behavior of Monolinuron I. Influence of soil-type and temperature on the speed of Aresin decomposition in soil .....	66
P. Wallnöfer: Experiments on the behavior of Monolinuron II. Decomposition by soil microorganisms .....	69
Th. Beck: Experiments on the behavior of Monolinuron III. Influence on the biological activity of soil in comparison with other soil herbicides .....	71
N. Drescher: On decomposition of 1-Phenyl-4-amino-5-chloro-pyridazone-6 (Pyrazone) in soil .....	73
J. Kradel, G. B. Lush and H. H. Nölle: Preliminary experience with low quantities of soil fumigants .....	69
A. Brauns: Urgent tasks of biological productivity as related to soil in industrial areas .....	84

### Plant protection in special cultures

R. Diercks: On plant protection in special cultures with particular regard to the Bavarian conditions .....	90
L. Kamm: Integrated control of hop wilt I. Protection by chemical treatment and breeding .....	99
G. Schmid: Integrated control of hop wilt II. Protection by methods of soil hygiene .....	101

	page
E. Bucher: Integrated control of hop wilt III. On the effect of sludge compost against <i>Verticillium albo-atrum</i> .....	103
L. Kamm: On the control of primary infections caused by <i>Pseudoperonospora humuli</i> .....	105
W. Costa: Herbicides in shelter belts of farmlands .....	109
J. Meyer and W. Hansen: Application of granulated herbicides in shelter plantations .....	111
F. Wagner: On the spread and control of <i>Anguina agrostis</i> .....	113
F. Wagner: Problems of herbicides in the production of grass seed .....	116
E. Krauss and K. Schmid: Test for fungicidal activity against blue mould on tobacco using cotyledons .....	118
W. Kampe: Interrelationship between use of herbicides and growing technique of tobacco .....	120
G. Maas: Experiments on chemical weed control in spice and pharmaceutical plants .....	124
H. Günther, K. Trojan and F. Sprau: Present problems of plant protection in peppermint .....	129
F. Sprau: Study on dieback of twigs in cultivated blueberries .....	132
M. Hassansada, N. Malmus and K. Böning: Study on the etiology of girdle scurf of beets .....	136

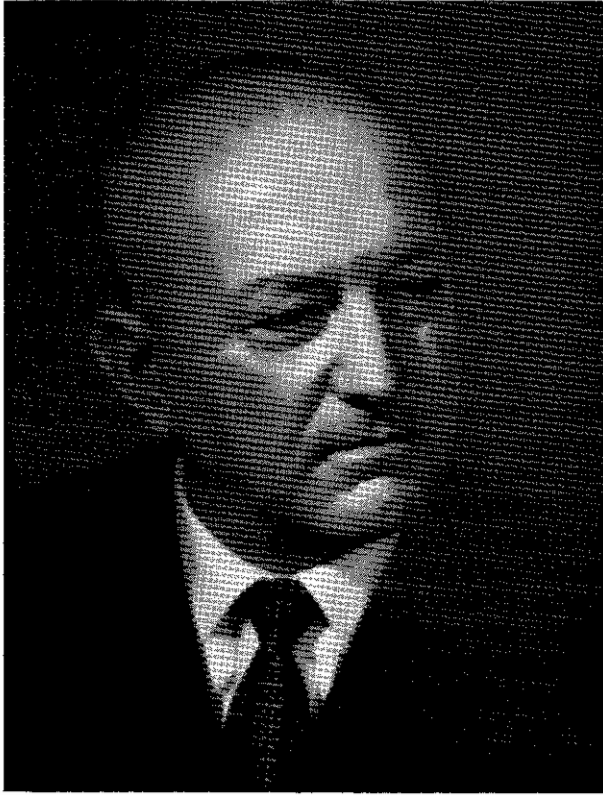
### Resistance against pesticides

K. Mayer: Resistance against pesticides .....	140
H. Steiner: The problem of resistance against insecticides in connection with integrated methods for plant protection .....	154
E. Heidenreich: Plant resistance depending on protective surface layers occurring naturally .....	158
W. Beck: Problems of resistance of the colorado beetle in Austria .....	160
W. Kloft and H. Kunkel: The importance of the site of food take-up of plant-sucking insects for use of systemic insecticides .....	163

### Technique of application in plant protection

F. Kersting: Present situation and tendencies of development in the technique of plant protection .....	164
R. Jacob-Haupt: Critical considerations concerning the present status of the advisory service for machinery in agriculture .....	180
E. Grütte: Results of serial tests with spraying machines used in field .....	184
A. Dufraine: Possibilities of checking jets of field spray lines .....	186
E. G. Brachmann: An automatic output regulator for exact deliveries of plant protective agents .....	190
F. Flehr: New ideas on the construction of crop-dusters .....	194
K. Hanuss: Control of potato blight by means of spraying machinery used on the ground, airplanes and helicopters .....	196
H. Hornig: Helicopters used in autumn for controlling weed in winter-cereals .....	202
L. K. Simon: ULV spray application of pesticides — a step towards economical plant protection .....	205

	page
W. Behlen: Technical and economic aspects of the synergid method .....	209
J. Kradel, N. Drescher, E.-H. Pommer and G. Synnatschke: Preliminary results on the influence of wetting agents on the biological effect of fungicides .....	212
G. Crüger: Application of systemic fungicides by watering for the control of cucumber mildew .....	216
E. Wendland, H. Junker and H. Kees: Economic application of pesticides in glass-houses .....	220
H. Lenzner: Methods of application for the use of liquid products in soil fumigation .....	224
A. Schneider, H. Will and J. Kradel: The application technique of granulated soil fumigants .....	226
A. Dieter: Use of large-scale sprayers in vineyards, their technical possibilities and biological restrictions .....	231
H. Uhl, S. Zahir and G. Oosterhof: Application of granulated herbicides in special cultures, presented with the product DBN .....	233



Hofrat Professor Dr. F. B E R A N

In Anerkennung der überragenden Verdienste um die Landwirtschaft durch grundlegende wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes und durch erfolgreiche Förderung der internationalen Zusammenarbeit in diesem Bereich, die zu wesentlichen Erkenntnissen und Fortschritten geführt haben, wird Herrn Hofrat

**PROF. DR. FERDINAND BERAN**  
 DIREKTOR DER LUNDEBARNSTADT FÜR PFLANZENSCHEDE IN WIEN

die  
**OTTO APPEL DENKMÜNZE**  
 verliehen.

Die Verleihung dieser Münze, die zu Ehren des deutschen Altmeisters der Phytopathologie Geheimrat Prof. Dr. Dr. h. c. Dr. h. c. Otto Appel gestiftet wurde, bringt die Wertschätzung zum Ausdruck, die den wissenschaftlichen und organisatorischen Leistungen von Herrn Professor Dr. Beran auch im Deutschen Pflanzenschutzdienst entgegengebracht werden. Sein richtunggebendes Wirken wird bleibenden Wert behalten.

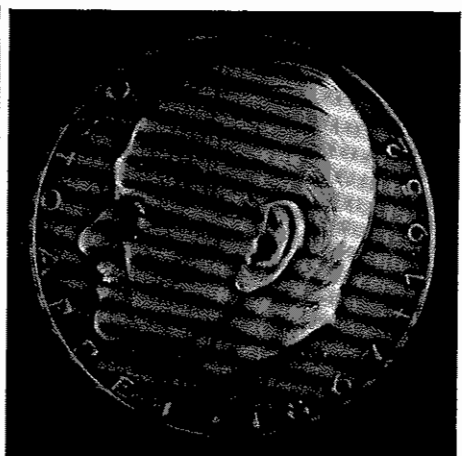
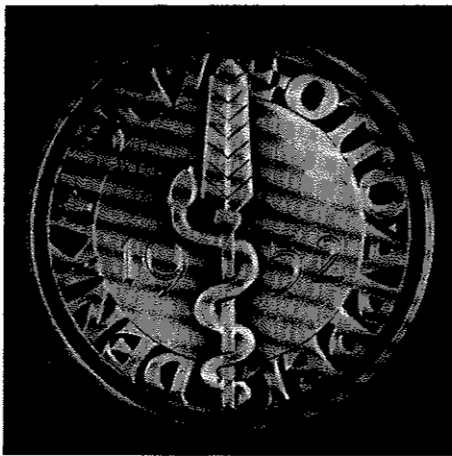
BERLIN DEN 10. MAI 1938

DER VORSITZENDE DES LONDEBARNSTADT

DER SCHENKUNG DER DILEMUNG

*L. von S.*

*H. von S.*



Diplom und Otto-Appel-Denk Münze

## Vorbemerkung

Vor den Ausführungen von Herrn Ministerialdirektor Professor Dr. P i e l e n über Aufgaben und Kriterien der Ressortforschung und der Laudatio für Herrn Hofrat Professor Dr. B e r a n hatte der Präsident der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Professor M a r t e n s , bei seiner Ansprache zur Eröffnung der 37. Deutschen Pflanzenschutz-Tagung unter anderem ausgeführt:

... Unsere Pflanzenschutztagungen sind reine Arbeitsveranstaltungen, geboren aus dem traditionellen und man darf sagen beispielhaften Zusammenhalt aller Wissenschaftler und Praktiker im deutschen Pflanzenschutz, und getragen von dem lebendigen Geist und Willen zur Zusammenarbeit und zur regelmäßigen Überprüfung unseres Wissensstandes und unserer Aufgaben in Forschung, Wissenschaft, Ausbildung und Praxis, um im Kampfe gegen Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlinge bestehen und damit einen auch volkswirtschaftlich ins Gewicht fallenden Beitrag zur Werteerhaltung und zur Gesundheit für unsere Mitmenschen leisten zu können.

Das neue Pflanzenschutzgesetz vom 10. Mai 1968, das man als das wohl modernste und umfassendste unserer Zeit ansprechen darf, überträgt uns allen vermehrte und schwierige neue Aufgaben. Es stellt nicht mehr allein — wenn auch vorrangig — auf die Bedürfnisse der Land- und Forstwirtschaft ab, die wir vor Schäden und Verlusten bewahren sollen, sondern verlangt von uns darüber hinaus, daß wir unser Augenmerk stärker als bisher auch auf die Versorgung unseres Volkes mit pflanzlichen Erzeugnissen richten, die frei von schädlichen Rückständen sind und alle berechtigten Erwartungen der Verbraucher erfüllen.

Wir haben also die einheitlich zu sehende Verantwortung des Staates für die Gesundheit von Pflanze, Tier und Mensch zur Sicherung unserer biologischen Erhaltung mit zu tragen. Diese zunehmende Mitverantwortung wird an den Pflanzenschutzdienst immer wieder neue Anforderungen stellen und wechselnde Probleme für ihn aufwerfen. Wir geben uns der Hoffnung hin, daß er sie wie bisher auch in Zukunft weitgehend bewältigen kann, obwohl die Phytomedizin und der wissenschaftliche Pflanzenschutz zur Zeit nicht gerade zu den Bereichen gehören, die sich in finanzieller und personeller Hinsicht besonderer staatlicher Förderung erfreuen. Mir will es andererseits fast als sicher erscheinen, daß auf unserem Arbeitsgebiet mit verhältnismäßig geringem geldlichen Mehraufwand unverhältnismäßig viel mehr noch geleistet werden könnte. Es wäre gut, verstärkte Hilfen und klare Umreißung unseres forscherrischen Auftrages an der BBA kämen bald, ehe wir in das große Klagelied um den Verlust ausreichenden und qualifizierten wissenschaftlichen Nachwuchses einstimmen müßten und bevor der Preis für die gleichrangige Zukunftsentwicklung des deutschen Pflanzenschutzes im Verhältnis zum internationalen Standard unerschwinglich hoch würde. ...

... Wir alle haben natürlich viele mehr oder weniger weitgehende Wünsche und Anliegen an das Bundeslandwirtschaftsministerium als der obersten Fachbehörde, die alle darauf abzielen, unsere wissenschaftliche und praktische Arbeit schneller ausgestalten und verbessern zu können. Wir wissen leider, daß sich unsere Vorstellungen zur Zeit nur in sehr engen Grenzen verwirklichen lassen. Als neuer Präsident der BBA habe auch ich während meiner erst kurzen Amtstätigkeit in dieser Hinsicht bereits schmerzhaft Erfahrungen sammeln müssen und

meinen Mitarbeitern bisher wenig Tröstliches zu sagen gewußt. Um so wichtiger ist es, daß wir überzeugt sind oder werden, daß die Bedeutung und Zunahme der uns übertragenen Aufgaben und Verantwortung an höchster Stelle in Regierung und Parlament nicht verkannt werde. . . .

. . . Wir sind, meine sehr verehrten Damen und Herren aus den Bereichen des öffentlichen Lebens, besonders, ich möchte fast sagen, lebensnotwendig auf Ihr Verständnis und Ihre Unterstützung angewiesen. Die Arbeit im und für den Pflanzenschutz vollzieht sich im stillen und ohne spektakuläre Ausstrahlung auf die breite Öffentlichkeit. Ich meine, daß hier des Guten sogar etwas zu wenig geschieht, und glaube, daß wir vom Pflanzenschutz daran selbst nicht ganz unschuldig sind. Wir wollen auch in der Zukunft unsere Tätigkeit gewiß nicht in das ständige Rampenlicht der Öffentlichkeit mit seinen nicht zu übersehenden Schattenseiten rücken. Wir möchten aber doch erreichen, daß die Bedeutung unserer Arbeit wenigstens einem interessierten und aufnahmebereiten Publikum gelegentlich stärker zum Bewußtsein gebracht wird und daß es etwas mehr von unserem Bemühen und unserer Bereitschaft erfährt, trotz finanzieller Beengtheit die zunehmende Mitverantwortung des Pflanzenschutzes im Dienste der Agrarwirtschaft und der Gesunderhaltung unseres Volkes zu tragen.

Wenn diese Tagung dazu helfen könnte, einen kleinen Beitrag auch in Richtung auf die Verdeutlichung unserer Aufgaben und Probleme für die Öffentlichkeit zu leisten, dann würden wir darin einen zusätzlichen Erfolg erblicken, der die hoffentlich große fachliche Ergiebigkeit unserer Arbeitsveranstaltung in glücklicher und sinnvoller Weise ergänzen könnte. . . .



Vortrag von Herrn Ministerialdirektor Prof. Dr. L. P i e l e n  
 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn

## Aufgaben und Kriterien der Ressortforschung

Herr Präsident!

Meine sehr verehrten Damen und Herren!

Herr Bundesminister Höcherl hat mich beauftragt, allen Teilnehmern der 37. Deutschen Pflanzenschutztagung seine besten Wünsche und Grüße zu übermitteln. Der besondere Gruß des Herrn Bundesministers gilt dabei den Gästen aus dem Auslande.

Ich habe den ehrenvollen Auftrag meines Ministers um so lieber übernommen, als er mir nach vielen Jahren Gelegenheit gibt, an Ihrer Tagung teilzunehmen. Aus diesem langen Intervall dürfen Sie jedoch keine Rückschlüsse ziehen auf mangelndes Interesse an den Fragen des Pflanzenschutzes. Das Gegenteil ist der Fall. Fast täglich werde ich in irgendeiner Form mit Problemen des Pflanzenschutzes befaßt, so daß ich — cum grano salis — über Ihre wichtigsten Probleme und vor- dringlichen Anliegen unterrichtet bin. Die breite Skala der Aufgaben meiner Ab- teilung macht es mir leider rein zeitlich und physisch unmöglich, die wichtigsten Veranstaltungen mit der Regelmäßigkeit zu besuchen, wie es der Bedeutung an- gemessen wäre. Das gilt insbesondere auch für Ihre Tagungen. Über die Bedeu- tung Ihrer Tagung Betrachtungen anzustellen, darf ich mir in diesem Kreise er- sparen.

Das Besondere dieser Pflanzenschutztagungen sehe ich darin, daß hier Wissen- schaft, praktischer Pflanzenschutz, Verwaltung, Hersteller von Pflanzenschutz- mitteln und -geräten in Vorträgen und Diskussionen in aller Offenheit die viel- schichtigen Probleme des Pflanzenschutzes erörtern können. Wie vielschichtig diese Probleme sind, davon legen die Themenkreise dieser Tagung und die Einzel- themen beredtes Zeugnis ab. Ich glaube aber, daß unabhängig von dem bunten Strauß der Fachthemen, die zur Erörterung stehen, diese 37. Pflanzenschutz- tagung einen besonderen Akzent hat:

Es ist die erste Tagung nach der Verkündung des neuen Pflanzenschutzgesetzes, das für manche der hier vertretenen Institutionen und Organisationen neue oder erweiterte Aufgaben, Arbeiten, Pflichten und Belastungen mit sich bringt. Die wesentliche Änderung gegenüber der bisherigen Ordnung dürfte zweifellos die Einführung der obligatorischen Prüfung aller in den Verkehr gelangenden Pflan- zenschutzmittel sein sowie die Beauftragung der Biologischen Bundesanstalt mit deren Prüfung und Zulassung. Damit wurde der Biologischen Bundesanstalt eine wichtige Hoheitsaufgabe übertragen, die eine Umwandlung ihres bisherigen Sta- tus in eine selbständige Bundesoberbehörde bedingte.

Aus dieser Statusänderung ist draußen im Lande der Eindruck entstanden, daß die Biologische Bundesanstalt nunmehr keine Forschungsanstalt mehr sei und in Zukunft nur oder überwiegend administrative Aufgaben, nämlich Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln, durchzuführen habe. Dieser völlig falschen Auffassung kann nicht deutlich genug entgegengetreten werden. Ich benutze daher sehr gerne diese Gelegenheit, gerade vor diesem Kreise zu erklären, daß es sich mit der Übernahme dieser Hoheitsaufgabe um eine zusätzliche Aufgabe handelt, durch welche die Forschungstätigkeit der Biologischen Bundesanstalt weder in

der Thematik noch in der Forschungskapazität beeinträchtigt werden soll. Das wird auch daraus erkennbar, daß für diese zusätzliche Hoheitsaufgabe besondere Gebäude und Einrichtungen geschaffen und zweckgebunden zusätzliche Stellen für wissenschaftliches und technisches Personal bewilligt wurden bzw. für das kommende Jahr vorgesehen sind. Wenn Personalanforderungen und Bewilligungen sich nicht völlig decken, so ist das sicher in der Verwaltung und in der Forschung keine Ausnahme. In vorliegendem Falle kommt hinzu, daß der Umfang der Prüfungen sich zur Zeit noch nicht übersehen läßt. Niemand kann mit einiger Sicherheit voraussagen, in welchem Umfange das jetzige Prüfungsvolumen, das auf freiwilligen privatrechtlichen Vereinbarungen zwischen Herstellern und Biologischer Bundesanstalt beruht, im Zuge der obligatorischen Prüfung sich erhöht. Ich möchte aber nochmals betonen, daß der Charakter der Biologischen Bundesanstalt als Forschungseinrichtung weder durch den neuen verwaltungsmäßigen Status noch durch die Übertragung der Hoheitsaufgaben beeinträchtigt werden soll. Daß der Charakter der Biologischen Bundesanstalt durch diese zusätzlichen hoheitlichen und administrativen Aufgaben nicht berührt wird, verdeutlicht eine Gegenüberstellung der Texte aus dem Haushalt 1968 und dem Entwurf zum Haushalt 1969:

*Aufgaben der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft*

*Haushalt 1968 — Kap. 1010*

Die Aufgaben der Anstalt ergeben sich aus dem Gesetz zum Schutze der Kulturpflanzen in der Fassung vom 26. August 1949 (Gesetzblatt der Verwaltung des Vereinigten Wirtschaftsgebietes S. 308). Sie umfassen die Erforschung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten sowie der tierischen und pflanzlichen Schädlinge an Pflanzen, die Förderung der Resistenz- und Immunitätszüchtung sowie die Erforschung biologischer und chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel und -verfahren. Ferner obliegen ihr die Prüfung und Anerkennung von Pflanzenschutzmitteln und -geräten.

*Entwurf — Haushalt 1969*

Nach dem Pflanzenschutzgesetz vom 10. Mai 1968 (Bundesgesetzbl. I S. 352) ist die Anstalt eine selbständige Bundesoberbehörde; sie hat im wesentlichen folgende Aufgaben:

1. die Unterrichtung und Beratung der Bundesregierung auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes und des Vorratsschutzes,
2. die Forschung auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes und des Vorratsschutzes sowie die Auswertung von Meldungen und Unterlagen, die hierfür von Bedeutung sind,
3. die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln sowie die Überwachung zugelassener Pflanzenschutzmittel,
4. die Prüfung der Eignung von Geräten und Verfahren des Pflanzenschutzes und des Vorratsschutzes sowie die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln, die nicht der Zulassung bedürfen,
5. die Entwicklung von Verfahren des Pflanzenschutzes und des Vorratsschutzes,
6. die Prüfung von Pflanzen auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schadorganismen und Krankheiten.

Man kann die Biologische Bundesanstalt — gleiches gilt für die Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere in Tübingen — als eine Forschungsanstalt besonderer Art klassifizieren, der neben der Forschung Aufgaben hoheitlicher und administrativer Art übertragen sind. Diese Doppelfunktion kommt auch in der Präsidentialverfassung beider Anstalten zum Ausdruck.

Lassen Sie mich in diesem Zusammenhang ein paar Gedanken zur Forschung allgemein und zu den speziellen Aufgaben der Bundesforschungsanstalten im Bereich des BML vortragen.

Ihnen allen sind die Begriffe Grundlagenforschung und Angewandte Forschung geläufig, wenn auch der einzelne vielleicht nicht immer exakte Definitionen damit verbindet. In neuerer Zeit hat der Begriff der Ressortforschung bei Wissenschaftlern innerhalb und außerhalb der Bundesforschungsanstalten zu Fragen und Zweifeln geführt, denen eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden soll. Das hängt m. E. damit zusammen, daß zwar eine ressortgebundene Forschung als Phänomen allgemein bekannt ist, der Begriff der Ressortforschung als solcher bis dahin mehr im inneren Dienstbereich der Verwaltung verwendet wurde.

Ich will daher versuchen, die Begriffe Grundlagenforschung, Angewandte Forschung und Ressortforschung zu definieren und insbesondere den letzteren Begriff im Verhältnis zu den beiden erstgenannten abzugrenzen. Ich möchte mich dabei der Wissenschaftsdefinition des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft bedienen, soweit sie für diese Überlegungen bedeutsam erscheinen. Dort heißt es u. a.:

- a) Grundlagenforschung (Reine Forschung) ist Forschung um ihrer selbst willen.
- b) Anwendungsorientierte Grundlagenforschung ist Grundlagenforschung, die beeinflusst ist durch die besondere praktische Bedeutung eines Themenbereiches.
- c) Angewandte Forschung (Zweckforschung) ist Forschung, die allein oder überwiegend auf praktische Anwendbarkeit ihrer Ergebnisse abzielt.
- d) Forschung der öffentlichen Hand (ohne Hochschulforschung) ist Forschung, die Bund und Länder, Gemeinden und Gemeindeverbände sowie sonstige Körperschaften — allein oder gemeinsam — in eigenen Forschungsstätten durchführen oder die sie als Vertragsforschung durchführen lassen.

Diese letztere Definition kann nicht voll befriedigen, weil sie im Gegensatz zu den Definitionen zu a)–c) nichts über Inhalt und Ziel der Forschung aussagt, sondern sich lediglich auf die Feststellung der Träger besagter Forschungseinrichtungen beschränkt. Wenn ich diese letztere Definition hinsichtlich der Träger einmal auf die Ressorts einenge und gleichzeitig um das Ziel erweitere, so könnte man Ressortforschung etwa wie folgt definieren:

Ressortforschung ist diejenige Forschung, deren die Regierung für ihre Arbeit bedarf und die in die Verwaltungshierarchie eingegliedert ist.

Ich bin mir darüber im klaren, daß auch diese Definition nicht recht befriedigen kann und sie eines Kommentars bedarf.

Zweifellos fällt die Grundlagenforschung, soweit sie als „Forschung um ihrer selbst willen“ unter a) definiert ist, nicht unter den Begriff der Ressortforschung. Fachressorts sind nun einmal von ihrer Aufgabenstellung her keine Mäzene der Forschung schlechthin, sie können also nicht Forschung sozusagen als Hobby betreiben. Sie können also die Forschung nur in dem Umfange fördern oder in eigenen Einrichtungen betreiben, wie sie die Ergebnisse für ihre politischen und

administrativen Arbeiten benötigen. In aller Regel wird Ressortforschung daher Anwendungsorientierte Grundlagenforschung oder Angewandte Forschung (= Zweckforschung) sein.

Wenn ich nochmals auf meine Definition der Ressortforschung zurückkommen darf, so bedeutet der Relativsatz „deren die Regierung für ihre Arbeit bedarf“ eine weitere Einengung, nämlich hinsichtlich des Umfanges der Forschung bzw. der Forschungseinrichtungen. Bestehen nämlich Forschungseinrichtungen außerhalb der Bundesverwaltung, die einen für die Arbeit der Regierung wichtigen Forschungsbereich abdecken, und deren Kontinuität weiterhin gesichert ist, so ist für eine eigene Bundesforschungseinrichtung kein Raum. Gleiches gilt, wenn die betreffende Forschungseinrichtung überholt bzw. für die Arbeit der Regierung ohne Bedeutung geworden ist. Daher ist spätestens beim Ausscheiden eines Direktors einer Bundesforschungsanstalt oder auch eines Institutsdirektors nicht primär die Frage des Nachfolgers zu stellen, sondern es ist zunächst die Frage zu beantworten, ob die Weiterführung der bisherigen Forschungseinrichtung geboten, ob statt dessen eine andere Arbeitsrichtung begründet oder ob die betreffende Forschungseinrichtung ersatzlos entfallen kann, wobei in letzterem Falle die haushaltsrechtliche Frage interessant ist, ob die freiwerdenden Mittel und Stellen zur Befriedigung eines zusätzlichen dringenden Bedarfes bei anderen Forschungsanstalten eingesetzt werden können. Unsere Tendenz geht dahin, soweit angängig, die Zahl der Forschungseinrichtungen zu verkleinern, die für die Regierungsarbeit notwendigen statt dessen jedoch personell und materiell so auszugestalten, daß sie ihren Forschungsaufgaben in höchstmöglichem Maße gerecht werden können.

Vielleicht muß ich noch etwas sagen zum Vergleich der Bundesforschungsanstalten mit Hochschulinstituten und Instituten der Max-Planck-Gesellschaft. Unsere Forschungseinrichtungen sind von der Aufgabenstellung her determiniert. Ein Institut für Virusforschung hat eben ausschließlich sich mit Virusfragen zu befassen und nicht etwa mit Fragen der Insektizidresistenz oder mit Bakteriophagen (ich habe hier wahllos zwei Themen aus Ihrem Vortragsprogramm herausgegriffen), es sei denn, daß diese Fragen zur Aufhellung von Virusproblemen beitragen.

Im Unterschied dazu sind Ordinarien und Direktoren von Max-Planck-Instituten in der Wahl ihrer Forschungsrichtung völlig frei — bisher wenigstens. So wäre es theoretisch durchaus möglich, daß alle Hochschulinstitute für Pflanzenkrankheiten oder Pflanzenschutz sich einseitig in ihrer Forschung mit Virusproblemen befaßten. Niemand könnte sie daran hindern. Es fehlt ferner das Kriterium der Kontinuität der Forschung bzw. der Forschungsrichtung, da bei einer Neuberufung die Fortsetzung einer bestimmten Forschungsrichtung, auch wenn sie für die Allgemeinheit oder die Regierungsarbeit wichtig wäre, nicht unbedingt gewährleistet ist.

Der Forscher in einer Bundesforschungsanstalt ist also in der Wahl der Forschungsrichtung und unter Umständen auch in der Auswahl der Forschungsthemen nicht so frei wie ein Ordinarius, dagegen ist er wie dieser ebenso völlig frei in der Durchführung (d. h. der anzuwendenden Methoden) und in den Ergebnissen seiner Forschung. Ich möchte dies besonders unterstreichen.

Vielleicht muß auch noch eine weitere Besonderheit erwähnt werden, in der sich die Ressortforschung von der Hochschulforschung unterscheidet:

*Es findet eine gewisse Leistungskontrolle insofern statt, als jährlich ein Bericht zu erstatten ist, der einen Überblick über abgeschlossene, neu begonnene und weiterlaufende Forschungsvorhaben, über Veröffentlichungen, Vorträge, Gutachten usw. gibt. Hochschulforscher sind nur bei von dritter Seite (Deutsche Forschungsgemeinschaft, VW-Stiftung, Industrie) finanzierten Forschungsvorhaben in der Regel zu einem Nachweis verpflichtet, während z. B. die Max-Planck-Gesellschaft in ihrem Jahresbericht in ähnlicher Weise sich selbst und der Öffentlichkeit Rechenschaft über die wissenschaftliche Tätigkeit und deren Ergebnisse ablegt.*

*Lassen Sie mich noch einmal zu meiner Definition der Ressortforschung zurückkehren und dabei vielleicht auch ein Mißverständnis versuchen auszuräumen. Wenn es gelegentlich in Verlautbarungen des BML heißt, daß die Forschung als Hilfestellung für die Agrarpolitik zu gelten habe, so besagt das nicht, daß die Ressortforschung immer und überall oder vorrangig kurzfristige agrarpolitische Fragen lösen helfen soll.*

*Das mag im Einzelfalle z. B. für Marktforschung und betriebs- und volkswirtschaftliche Fragen gelten. Bei experimentell arbeitenden Forschungsrichtungen ist dies schon von der Sache her meistens ausgeschlossen. Ressortforschung ist auch nicht so zu verstehen, daß es sich um reine Auftragsforschung handelt. Im Gegenteil wird erwartet, daß die Forschungsanstalten vorausschauend wichtige Probleme in ihr Forschungsprogramm einbeziehen, die für die Arbeit des Ministeriums bzw. für die Agrarpolitik erst in späterer Zeit von Bedeutung sein können. Bei derartigen vorausschauenden Forschungsprojekten ist fast immer eine Einbeziehung grundlegender Arbeiten in angemessenem Umfange unabweisbar. Bei einer Reihe unserer Bundesforschungsanstalten hat ohne Anregung oder gar Weisung unseres Hauses sich die m. E. gute Übung eingebürgert, daß jeweils ein mehrjähriges Forschungsprogramm aufgestellt und mit dem bei den meisten Anstalten bestehenden Beirat besprochen wird. Da an den Beiratssitzungen regelmäßig Fachbeamte des Ministeriums als Gäste teilnehmen, ist schon hierdurch sichergestellt, daß vordringliche Forschungswünsche des Ministeriums angemessen berücksichtigt werden, ohne daß es dazu eines besonderen Erlasses bedarf. Auf Grund des mehrjährigen Forschungsprogramms wird jeweils für ein Jahr ein Arbeitsprogramm aufgestellt, wobei unter Umständen eine gewisse Rangfolge und Dringlichkeit der Arbeiten postuliert wird. Dabei hat es sich bewährt, in dem Arbeitsprogramm die Forschungskapazität nicht von vornherein mit 100 % oder gar mehr auszuschöpfen, sondern einen gewissen Spielraum zu lassen, um vordringliche Forschungsvorhaben, die bei Aufstellung des Forschungsprogramms oder des Arbeitsprogramms nicht vorherzusehen waren, noch einbauen zu können. Das klingt vielleicht alles ein bißchen nach Planung und Sandkastenspiel; in Wirklichkeit wickeln sich die Dinge völlig unkompliziert und geräuschlos ab.*

*Damit möchte ich meinen kleinen Ausflug in die Gefilde der Forschung und Ressortforschung abschließen. Wenn meine Ausführungen hierzu, die nicht nur meine persönliche Auffassung wiedergeben, sondern in meinem Hause abgestimmt worden sind, dazu beigetragen haben, Unsicherheit und Mißdeutungen zu beseitigen, so haben sie ihren Zweck erfüllt.*

*Verleihung der Otto-Appel-Denk Münze durch*

*Herrn*

*Ministerialdirektor Prof. Dr. L. P i e l e n*

*Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn*

*an Herrn*

**Hofrat Professor Dr. Ferdinand Beran, Wien,**

*Es ist mir eine besondere Freude, den Direktor der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien, Herrn Prof. Dr. Ferdinand B e r a n , hier begrüßen zu können, dem die Otto-Appel-Denk Münze in diesem Jahr durch einstimmigen Beschluß des Kuratoriums der Stiftergruppe verliehen wurde. Hierdurch wurde eine der markantesten Persönlichkeiten des Pflanzenschutzes in unserem Nachbarlande Österreich mit dieser Denk Münze geehrt, die am 19. Mai 1952, dem 85. Geburtstage des deutschen Altmeisters der Phytopathologie, Geheimrat Prof. Dr. Appel, gestiftet wurde.*

*Ferdinand B e r a n wurde als Sohn eines Gartenbetriebsleiters in Wien geboren. Er entschloß sich zum Studium der Chemie, das er mit dem Ingenieur-Diplom beendete. Nach einjähriger Tätigkeit in der Privatindustrie trat er im Jahre 1928 in die Dienste der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien. Dort wurden ihm neben der Bearbeitung von Rauchschäden auch Untersuchungen über Arsenrückstände in Ernteprodukten übertragen, die ihn schon sehr früh mit einem Problem konfrontierten, das seine spätere Arbeitsrichtung entscheidend beeinflusst hat. Neben seiner beruflichen Tätigkeit ergänzte er seine Ausbildung für den Pflanzenschutz durch mikrobiologische Studien, die mit der Promotion abgeschlossen wurden.*

*Nunmehr wendete er sich ganz den Problemen des Pflanzenschutzes im Obstbau zu, da im Jahre 1931 die San-José-Schildlaus nach Österreich eingeschleppt wurde und bereits in Obstgebieten nachgewiesen werden konnte. So befaßte er sich mit den Bekämpfungsverfahren dieses gefährlichen Quarantäneschädlings und schuf durch seine Untersuchungen über Atemgifte die Grundlagen für die Anwendung der Blausäurebegasung von Obst und Baumschulmaterial in Österreich.*

*Nach Beendigung des 2. Weltkrieges übernahm B e r a n die Leitung und den Wiederaufbau der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, an der er im Jahre 1947 zum Direktor ernannt wurde. Seiner Initiative ist das österreichische Pflanzenschutzgesetz vom 2. 6. 1948 zu verdanken, dessen Kernstück die Prüfungs- und Registrierpflicht für Pflanzenschutzmittel bildet. Hierdurch wurde in voraussehender Weise der Landwirtschaft seines Landes die Versorgung mit zuverlässig wirksamen Pflanzenschutzmitteln gesichert. Dabei war sein ganzes Streben auf einen biologisch einwandfreien Pflanzenschutz gerichtet, in dem er neben der Nutzung aller modernen Pflanzenschutzmethoden den erhöhten Einsatz kulturtechnischer Pflanzenschutzmaßnahmen förderte. Tatkräftig war er an dem Ausbau des österreichischen Pflanzenschutzdienstes beteiligt, einer Organisationsform, die im wesentlichen auf der Zusammenarbeit mit den Länderkammern beruht und einen wirkungsvollen Pflanzenschutz sichert.*

*Aus seinen zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten seien besonders die Untersuchungen über die insektiziden Eigenschaften verschiedener chemischer Erzeugnisse und der systematischen Prüfung der Bientoxizität von Pflanzenschutz-*

mitteln hervorgehoben. Schon sehr früh befaßte sich B e r a n mit dem heute aktuellen Gebiet der auf bzw. in Ernteprodukten verbleibenden Pflanzenschutzmittelrückstände.

Seine Arbeiten ließen ihn die weltweite Bedeutung dieses Problems erkennen, und sie veranlaßten ihn, Vorschläge für eine internationale Regelung vorzulegen.

Neben all diesen Tätigkeiten fühlte er sich durch seine wissenschaftliche Arbeit der Hochschule verbunden, an der er als Lehrer — seit 1963 als Professor — den „Landwirtschaftlichen Pflanzenschutz“ vertrat.

Nicht zuletzt sei auf die Verdienste hingewiesen, die sich B e r a n durch die Gründung zweier Zeitschriften erworben hat. Seit 1947 liegt die Redaktion der „Pflanzenschutzberichte“ in seinen Händen. Die vorliegenden 37 bereits abgeschlossenen Bände geben Zeugnis von den Leistungen der österreichischen Pflanzenschutzforschung und haben zu ihrer internationalen Anerkennung beigetragen. „Der Pflanzenarzt“, ein mehr populär-wissenschaftliches Organ, hat sich seit seiner Gründung im Jahre 1948 als erfolgreich in der Förderung des praktischen Pflanzenschutzes im eigenen Lande erwiesen.

Ausgedehnte Studienreisen durch die USA und die Sowjetunion sowie der Besuch europäischer Pflanzenschutzinstitute schürften seinen Blick für die Möglichkeiten und Grenzen des modernen Pflanzenschutzes. Stets bemüht um die Lösung brennender Probleme auch auf internationaler Ebene, wurde B e r a n zum Mitbegründer der Europäischen und Mittelmeerländischen Pflanzenschutzorganisation (EPPO), der er an hervorragender Stelle als Mitglied des Exekutivkomitees und seit 1964 als Vizepräsident mit seinem Ideenreichtum immer neue Impulse verlieh.

Ein Höhepunkt seiner Amtszeit ist zweifellos die Präsidentschaft des VI. Internationalen Pflanzenschutzkongresses in Wien, in der seine wissenschaftlichen und organisatorischen Leistungen für den Pflanzenschutz auch die gebührende Anerkennung eines großen internationalen Gremiums fanden.

Dieses umfangreiche, auch über die Grenzen des eigenen Landes hinausreichende Wirken Ferdinand B e r a n s fand seine Würdigung durch die ihm zuteil gewordenen Ehrungen und Auszeichnungen. So wurde ihm im Jahre 1958 mit Entschließung des österreichischen Bundespräsidenten der Titel Hofrat verliehen. Fünf Jahre später erfolgte seine Ernennung zum a. o. Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Im Jahre 1956 zeichnete ihn der Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland mit dem silbernen Ehrenpreis „für besondere Verdienste auf dem Gebiete des internationalen Pflanzenschutzes“ aus, und noch in diesem Jahre verlieh ihm der Bundespräsident das Große Verdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland.

Mit Deutschland verbinden Professor B e r a n nicht nur Bande der gemeinsamen Sprache, sondern auch seit Jahren gepflegte freundschaftliche Beziehungen mit der Biologischen Bundesanstalt und dem Deutschen Pflanzenschutzdienst, denen die Stürme der Zeit nichts anzuhaben vermochten. Möge diese Denkmünze ein weiterer Beweis dafür sein, welche Hochschätzung Prof. B e r a n in deutschen Landen entgegengebracht wird.

In diesem Sinne überreiche ich Ihnen, sehr geehrter Herr Prof. B e r a n , nun die Otto-Appel-Denkmünze.

*Der Text der Verleihungsurkunde hat folgenden Wortlaut:*

*„In Anerkennung der überragenden Verdienste um die Landwirtschaft durch grundlegende wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes und durch erfolgreiche Förderung der internationalen Zusammenarbeit in diesem Bereich, die zu wesentlichen Erkenntnissen und Fortschritten geführt haben, wird*

*Herrn Hofrat Prof. Dr. Ferdinand Beran,  
Direktor der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien,  
die Otto-Appel-Denkünze verliehen.*

*Die Verleihung dieser Münze, die zu Ehren des deutschen Altmeisters der Phytopathologie, Geheimrat Prof. Dr. Dr. h. c. Dr. h. c. Dr. h. c. Otto Appel gestiftet wurde, bringt die Wertschätzung zum Ausdruck, die dem wissenschaftlichen und organisatorischen Wirken von Herrn Prof. Dr. Beran auch im Deutschen Pflanzenschutzdienst entgegengebracht wird. Sein richtungsgebendes Wirken wird bleibenden Wert behalten.“*

*Berlin, den 19. Mai 1968.*



Vortrag von Herrn Hofrat Professor Dr. F. B e r a n  
Wien

### **Pflanzenschutzmittelökologie, eine Schwerpunktaufgabe der internationalen Umweltforschung**

*Wenn eine geistige Berufsarbeit eine besondere Würdigung erfährt, drängt sich die Gedankenassoziation der Begriffe denken und danken auf, die sich aus der Tatsache ergibt, daß das Denken zum Danken führt, wie umgekehrt die heute viel beklagte Undankbarkeit meist eine Folge mangelnden Denkens ist. Erfolg in einem geistigen Beruf ist der Fähigkeit zu danken, richtig zu denken; wir haben sie den Erbanlagen ebenso zu danken wie denjenigen, die unsere Denkfähigkeit von Jugend auf gefördert und geschult haben, unseren Eltern, Erziehern und Lehrern, denen wir unsere ganze Dankbarkeit schulden, woran man bei einem Anlaß wie dem heutigen besonders erinnert wird.*

*Ich aber habe heute vor allem allen Persönlichkeiten zu danken, die meine Bemühungen um die Erfüllung der mir gestellten Aufgaben in dieser besonderen Art zu würdigen beschlossen. Diese Ehrung freut mich deshalb ganz besonders, weil sie einem Repräsentanten eines kleinen Landes mit engeren Möglichkeiten zuteil wird, einem Lande, das zwar im Herzen Europas liegt, aber heute noch in manchen anderen Erdteilen nicht selten als Austria mit Australia verwechselt wird. Die Ehre ist für mich um so größer, als die Würdigung aus einem Lande kommt, in dem hervorragende Forscherpersönlichkeiten wirkten und wirken, die die Pflanzenschutzwissenschaft in besonderem Maße befruchtet und bereichert haben, aus einem Lande, das auch über eine Industrieforschung von hohen Graden verfügt, deren Arbeitsergebnisse und -erfolge in aller Welt genutzt werden. Die hohe Auszeichnung, die ich heute empfangen durfte, trägt ja einen solchen großen Namen, den eines deutschen Gelehrten, der mit seinem Wirken die Geschichte des Pflanzenschutzes einer ganzen Epoche geprägt hat. Ich darf diese Ehrung als Anerkennung der Bemühungen des von mir seit 23 Jahren geleiteten Institutes, dem ich 40 Jahre lang angehöre, und seiner Mitarbeiter um die Bearbeitung von Pflanzenschutzproblemen und um die Beistellung von Bausteinen für das große Wissenschaftsgebäude des Pflanzenschutzes auffassen, und nochmals meinen, meines Landes und meiner Mitarbeiter, die sich mitgeehrt fühlen dürfen, aufrichtigen Dank für diese hohe Auszeichnung zum Ausdruck bringen.*

*Obwohl es gebräuchlich ist, bei diesem Anlaß einen historischen Überblick zu geben über das vom Geehrten vertretene Fachgebiet, gehe ich von dieser Übung ab, weil der vorjährige in Wien abgehaltene VI. Internationale Pflanzenschutzkongreß berufenen Vertretern der Phytopathologie, Entomologie und Phytopharmazie Gelegenheit gab, ausgezeichnete zusammenfassende Darstellungen ihrer Disziplinen zu geben, so daß sich zwangsläufig Wiederholungen ergeben hätten, wenn ich meinen Vortrag allgemein der Phytopharmazie gewidmet hätte. Ich habe daher für mein Referat ein Thema gewählt, das heute wohl alle, die in irgendeinem Zweig der Pflanzenschutzwissenschaft tätig sind, beschäftigt, aber auch weit über den Kreis unserer Wissenschaft hinaus zur Diskussion steht. Selbstverständlich kann es sich im Hinblick auf die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nicht um ein gründliches wissenschaftliches Referat, sondern nur um eine lückenhafte philosophische Betrachtung handeln.*

Wir stehen zweifellos an einer Wende im Pflanzenschutz, die sich in der Pflanzenschutzforschung schon seit langem abzeichnete, in praktischen Bereichen unserer Disziplin aber erst in jüngerer Zeit nach außen hin deutlich erkennbar wird. Wenn ich im Titel meines Vortrages den Begriff „Pflanzenschutzmittel-ökologie“ gebrauche, so möchte ich diesen Begriff in der gleichen Bedeutung verstanden wissen, die dem heute viel gebrauchten englischen Terminus „Environmental science“ zukommt. Es fallen unter den letzteren Begriff alle Zivilisationseinflüsse, alle Auswirkungen technologischer Prozesse auf die Umwelt des Menschen. So befaßt sich die Environmental science mit den Fragen der Luftverunreinigung, Wasserverschmutzung und besonders intensiv auch mit der Pflanzenschutzmittelausbreitung, oder Vergiftung der Natur, wie es in der chemophoben Ausdrucksweise heißt. Die Verwendung des Ökologie-Begriffes für die Auswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel erfolgt in Analogie zur Verwendung dieses Terminus für Strahlenwirkungen; so hat z. B. Kühnelt in seinem Ökologie-Buch ein ganzes Kapitel der Radioökologie, d. h. den Umwelteffekten durchdringender ionisierender Strahlen, gewidmet.

Die ökologische Betrachtung der Pflanzenschutzmittelanwendung zeigt, wie schwierig und heikel die Aufgabe ist, unsere Kulturpflanzen vor schädlichen Einflüssen zu schützen. Denn diese Aufgabe muß überwiegend innerhalb komplizierter ökologischer Systeme bewältigt werden und jede Pflanzenschutzmaßnahme, welches Verfahren wir immer auch anwenden, stellt einen Eingriff in diese Systeme dar. Diese Eingriffe können ohne nachteilige Folgen bleiben, sie können aber auch unerwünschte oder gefährliche Auswirkungen haben. Das Vorstellungsbild nun, das heute über den modernen Pflanzenschutz weit verbreitet ist und demzufolge wir Pflanzenschutz betreiben, ohne uns über diese unerwünschten Folgen auch nur Gedanken zu machen, entspricht nicht mehr dem heutigen Stand der Pflanzenschutzwissenschaft.

Schon längst wird die Pflanzenschutzaufgabe nicht nur darin gesehen, den Schadensfaktor zu determinieren und dann zu eliminieren, sondern jedes Pflanzenschutzproblem wird, von der Kulturpflanze ausgehend, die es zu schützen gilt, betrachtet, und die Bearbeitung schließt die ganze Umwelt der Pflanze bzw. des Pflanzenbestandes ein, wozu die Schädlinge, Krankheitserreger, Unkräuter, ebenso gehören wie die erwünschten Organismen, z. B. solche, die auf Kosten phytophager Formen leben; es gehört dazu das Substrat, in dem die Kulturpflanzen wachsen, der Boden, der aus verschiedenen Gründen für die Pflanzenschutzarbeit wichtig ist: weil in ihm pflanzenschädliche Organismen leben, weil er den Lebensraum für nützliche Lebewesen bildet und nicht zuletzt weil seine Eigenschaften für die Wirkungen und Auswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel, also für angestrebte und unerwünschte Effekte, so wichtig sind. Es gehört zu dem Lebensraum ferner die Luft, deren schlechte Qualität phytotoxische Auswirkungen haben kann, und schließlich, aber nicht zuletzt, der Mensch, dessen Schutz vor schädlichen Auswirkungen der Vorrang vor dem Pflanzenschutz gebührt und auch eingeräumt erhält.

In diesem komplexen und empfindlichen System spielt sich die Pflanzenschutzarbeit ab und es ist gewiß eine schwierige Aufgabe, aus diesem System heraus einen Faktor zu eliminieren, ohne die anderen biotischen Faktoren dieses Systems zu beeinträchtigen, eine Zielsetzung des ökologischen Pflanzenschutzes.

Die Hervorhebung dieser Betrachtungsweise bedeutet aber nicht die Feststellung, daß wir einen ökologischen Pflanzenschutz in höchster Perfektion gesichert haben oder daß ein solcher überhaupt verwirklichtbar wäre. Das ist nicht der Fall; es handelt sich aber um ein Konzept, dessen Verwirklichung zwar Schranken gesetzt sind durch betriebswirtschaftliche, allgemein ökonomische und arbeitskräftemäßige Realitäten der Pflanzenproduktion von heute, das aber konsequent und mit Erfolg verfolgt wird, wie an zahlreichen Beispielen gezeigt werden kann.

Wir müssen aber zugeben, daß wir bezüglich der Pflanzenschutzmittelökologie bzw. ihrer systematischen praktischen Nutzung erst in den Anfängen stecken, wenn auch allenthalben Vorkehrungen getroffen werden, die vielleicht in einem solchen Ausmaß gar nicht gerechtfertigt sind; wir können aber auch nicht ausschließen, daß vielleicht aus den gleichen Gründen in mancher Beziehung den tatsächlichen Notwendigkeiten nicht ausreichend Rechnung getragen wird.

Die Bedeutung der ganzen Problematik ergibt sich allein schon aus dem wirtschaftlichen Gewicht der Anwendung chemischer Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel, das einerseits aus den Chemikalienmengen zu erkennen ist, die alljährlich zur Anwendung kommen, und einem Wert in der Größenordnung von mindestens einer Milliarde Dollar entsprechen, andererseits aus dem enormen Nutzeffekt, den dieser Chemikalienaufwand bringt und mit einem Vielfachen dieser Ziffer zu veranschlagen ist.

Bezeichnend für die große, allgemeine Beachtung, die die gegenständlichen Probleme finden, ist z. B. die Tatsache, daß in der BRD erstmalig in umfassender Form gesetzmäßig im neuen Pflanzenschutzgesetz der Unerläßlichkeit der Berücksichtigung der Umweltauswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel Rechnung getragen wurde, indem ausdrücklich auch die Belange des Schutzes der menschlichen Gesundheit und darüber hinaus allgemein des Schutzes der Umwelt vor schädlichen Auswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel in eigenen Bestimmungen berücksichtigt erscheinen. Auch die FAO hat durch eine spezielle Working Party ein Modell für die offizielle Pflanzenschutzmittelreglementierung geschaffen, in dem ausdrücklich auf die environmental hazards hingewiesen wird. Alle diese gesetzlichen und sonstigen Hinweise verlangen nun eine Realisierung. Die Erkenntnis von der Notwendigkeit solcher Vorkehrungen hat bisher meines Erachtens noch nicht den entsprechenden Niederschlag in der Vorgangsweise bei Zulassung chemischer Pflanzenschutzmittel gefunden, oder zumindest scheint mir eine rationellere und systematischere international koordinierte Vorgangsweise wünschenswert. Ich möchte im folgenden kurz einige Gedanken zur Erstellung eines solchen Konzeptes darlegen:

Wie ich schon eingangs erwähnte, verdienen und finden die Gefahren, die sich aus der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel für die menschliche Gesundheit ergeben könnten, besondere und bevorzugte Beachtung. Mit Wartezeitenregelungen und provisorischer Festlegung von Toleranzen — auch die in der BRD erlassene Höchstmengenverordnung wurde von den Schöpfern dieser gesetzlichen Regelung als vorläufige Lösung erklärt — hat man jene Schritte unternommen, die vom Standpunkt des Gesundheitsschutzes vorrangig erforderlich erschienen. Man hat der Industrie die Durchführung ausgedehnter toxikologischer Untersuchungen auferlegt, deren Ergebnisse in dicken Folianten Niederschlag finden, die, davon bin ich überzeugt, von keiner offiziellen Prüfstelle wirklich eingehend

studiert werden können, sondern in den Ablagen der Mittelprüfstellen eine sanfte Schlummerstelle finden. Man müßte meinen, daß die für den Gesundheitsschutz geltenden Gesichtspunkte für alle Länder und Menschen aller Rassen gleich oder ähnlich sein müßten. Trotzdem finden wir sehr verschiedene Beurteilungen der Gefährlichkeit gleicher Stoffe, die in sehr unterschiedlichen Zulassungsbedingungen ihren Niederschlag finden, ein Umstand, der vor allem für den internationalen Warenverkehr nachteilig ist. Wir verlangen von den Erzeugerfirmen Informationen nicht nur über die Zusammensetzung der Präparate, sondern auch über den Dampfdruck der Wirkstoffe, über akute und chronische Toxizität, über die Hautverträglichkeit, Inhalationstoxizität, über das Rückstandsverhalten usw. Welche Nutzenanwendung ziehen wir aus diesen Daten? Ein wichtiger Faktor für die Gefährlichkeit eines Produktes, die Relation zwischen Anwendungsmenge und Toxizität, scheint kaum berücksichtigt, so daß unter Umständen ein Wirkstoff, der nur ein Drittel der akuten Toxizität eines anderen Stoffes besitzt, auch wesentlich günstiger beurteilt wird, wenn von ihm z. B. die fünffache Aufwandmenge im Vergleich zu dem giftigeren Produkt erforderlich ist. Meiner Meinung nach müßte die Summe aller die Toxizität bestimmenden Faktoren verarbeitet werden (z. B. in entsprechenden Computer-Programmen), um zu einer toxikologischen Charakterisierung zu gelangen, die den praktischen Anforderungen tatsächlich entspricht und die Aufstellung verschiedener Gefahrenklassen und einheitlicher Anwendungsrichtlinien ermöglicht. Man würde dadurch vielleicht erreichen, daß nicht, wie dies immer geschieht, aus rein qualitativen Tatbeständen weitgehend quantitative Schlüsse gezogen werden. Als Beispiel führe ich die unterschiedliche Beurteilung der Gefährlichkeit von DDT an, ein Insektizid, das bekanntlich nun schon mehr als zwei Jahrzehnte in Gebrauch steht. Wir finden für DDT alle Stufen der Reglementierung, vom vollständigen Anwendungsverbot, wie es z. B. in Ungarn ausgesprochen wurde, bis zur liberalsten Anwendungsmöglichkeit, wie sie beispielsweise in den USA mit einer Toleranz von nicht weniger als 7 ppm besteht.

Ich meine daher, daß zwar die Anforderungen, die an die Erzeuger bezüglich Beistellung toxikologischer Daten gestellt werden, ausreichend wenn nicht sogar überspitzt sind, daß aber die Deutung der gelieferten Daten und ihre systematische Nutzung noch weitgehend offen erscheinen. Es gibt verschiedene Gremien, die sich mit Methoden der Pflanzenschutzmittelprüfung, der Prüfung der Effektivität, befassen. Ich glaube, daß die von mir angeschnittene Frage auch wert wäre, in Kreisen von Sachverständigen diskutiert und bearbeitet zu werden. Das gleiche gilt für wichtige wirkungsbestimmende Eigenschaften der Pflanzenschutzmittel: Wer weiß von den offiziellen Beratern Bescheid über die Beständigkeit auch nur der wichtigsten Pflanzenschutzstoffe unter verschiedenen Bedingungen; die Beständigkeit auf grünen Pflanzen, auf leblosem Material, in verschiedenen Böden, unter verschiedenen Temperatur- und Belichtungsverhältnissen, über den Einfluß von Mikroorganismen und Feuchtigkeit. Wir werden oft in Verlegenheit durch diesbezügliche Fragen gebracht, deren richtige Beantwortung für die Beurteilung von Bekämpfungssituationen notwendig ist. In dieser Beziehung scheint mir ein echter Mangel im Prüfungsgeschehen vorzuliegen.

Nicht zu übersehen ist übrigens auch die praktische Unmöglichkeit einer wirklich wirksamen Überwachung der Einhaltung der Toleranzen. Wo ist man in der Lage, leicht und schnell verderbliche Importsendungen in ausreichendem Ausmaß und mit der gebotenen Beschleunigung auf Rückstände zu untersuchen? Welche

*Gewähr besteht, daß die forcierte Ausstattung nicht spezialisierter Institute mit Gaschromatographen nicht zu Fehlbeurteilungen führt?*

*Trotzdem kann ich aus eigener Erfahrung sagen, daß auch eine sehr lückenhafte, stichprobenweise Rückstandskontrolle wirksam sein kann, wenn Exporteure wegen Toleranzüberschreitungen zu beanstandender Früchte auf die Unzulässigkeit solcher Importe hingewiesen werden. Auf internationaler Ebene aber müßte auch nach einem Weg gesucht werden, daß Ergebnissen von Rückstandsuntersuchungen auch seitens der Produktionsländer Rechnung getragen wird, indem die Pflanzenschutzarbeit eine entsprechende Änderung erfährt. Ich führe als Beispiel hohe Rückstandswerte von PCNB in Salat auf, die seit langem festgestellt werden, ohne daß sich an dem bekanntgegebenen Zustand etwas ändert.*

*Besonders notwendig aber dürfte die Ausweitung oder Rationalisierung der Prüfung der sonstigen unerwünschten Nebenwirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel sein. Als Paradebeispiel möge die Beurteilung der Bienengefährlichkeit von Pflanzenschutzmitteln dienen. Wir sind heute in der Lage, mit Hilfe des sogenannten Gefahrensummenindex jeden Pflanzenschutzstoff innerhalb von 24 Stunden auf seine Bienengefährlichkeit zu prüfen, ohne daß ein Verzicht auf die aufwendige praktische Prüfung in blühenden Beständen, wie sie heute noch überall, auch bei uns, üblich ist, zu Fehlbeurteilungen führt. Wir verfügen über exakte toxikologische Daten, und zwar betr. Kontaktgiftwirkung und orale Wirkung, von nicht weniger als 247 Pflanzenschutzstoffen (Insektiziden, Fungiziden, Herbiziden), wie sie sicherlich in dieser Vollständigkeit sonst nirgends vorliegen, und die allgemeine Einführung der sehr ausgefeilten Methodik könnte größte Sicherheit auf diesem Gebiet schaffen. Das vorliegende Material zeigt, daß die utopisch scheinende Forderung nach gegen schädliche Insekten hochwirksamen, für Bienen verträglichen Insektiziden infolge erstaunlicher Selektivitäten insektizider Stoffe durchaus erfüllbar ist. So verzeichnen wir in der Körperklasse der Organophosphorverbindungen ein breites Band der Bienengefährlichkeit, die sich vom bienenverträglichsten Produkt (Phenkaptan, Gefahrensummenindex 0,4) zum bienengefährlichsten Insektizid dieser Gruppe (DDVP, Gefahrensummenindex 792) wie 1 : 2000 verhält. Wir verfügen über 9 Phosphorinsektizide, die als minder bienengefährlich und damit als weitgehend harmlos für Bienen oder sogar als bienenungefährlich klassifiziert werden konnten.*

*Nicht so leicht ist die Beurteilung der Fischtoxizität, da wir es hier zum Unterschied zu der Bienenfrage mit einer großen Zahl unterschiedlicher Arten zu tun haben. Dementsprechend sind auch unsere Kenntnisse über die Fischtoxizität von Pflanzenschutzmitteln noch bescheiden. Die von Bauer dankenswerterweise beigegebene Studie zeigt, wie z. B. Insektizide, die geradezu als euzönotisch beurteilt werden, wie Thiodan und Toxaphen, zu den Stoffen höchster Fischgefährlichkeit zählen, und daß umgekehrt Stoffe mit viel höherer Warmblütertoxizität, wie Demetonmethyl, viel harmloser für manche Fischarten sind. Parathion z. B., das Aldrin in seiner Warmblütertoxizität um ein Vielfaches übertrifft, zeigt gegenüber Karpfenfischen etwa nur  $\frac{1}{50}$  der Toxizität von Aldrin. Es mangelt an brauchbaren Richtlinien für eine möglichst umfassende Beurteilung der Fischgefährlichkeit von Pflanzenschutzmitteln, was z. B. die Zulassung von Herbiziden, die zur Grabenentkrautung wie allgemein in Gewässernähe zur Anwendung kommen sollen, verzögert. Es ist dies eine höchst aktuelle Angelegenheit, deren Klärung sehr dringlich erscheint; auch hierfür wird im Hinblick auf die bestehenden*

Mängel, auf die besonders Johannes in seiner Monographie über die Anwendung von Herbiziden in Gewässern hingewiesen hat, der empfohlene Weg beschriftet werden müssen.

Für die Klassifizierung der Stoffe nach der Fischgefährlichkeit dürfte der von Bauer gemachte Vorschlag sehr brauchbar sein. Eine rasch durchführbare Prüfung nach international zu vereinbarenden Methoden — diesbezügliche Bemühungen sind im Gange — ist notwendig.

Womöglich noch größere Unklarheiten herrschen bezüglich der Beeinflussung jagdbarer Tiere und der Vögel durch Pflanzenschutzmittel. So wie es möglich ist, zumindest mit jedem Insektizid Bienen abzutöten und trotzdem unter den praktischen Anwendungsverhältnissen zahlreiche dieser Produkte bienenungefährlich sind, darf auch aus der Tatsache einer bestimmten Toxizität nicht ohne weiteres auf eine immense Gefährlichkeit der Stoffe für jagdbares Wild geschlossen werden. Wir versuchen das Problem experimentell zu klären und haben in Zusammenarbeit mit der Jagdwirtschaft und der Industrie die Auswirkungen bestimmter intensiver Pflanzenschutzmittelanwendungen auf Wild in einem Behandlungsgebiet studiert. In einem Revier mit rund 2300 Stück jagdbaren Tieren pro Jahr wurden während der Bekämpfungsperiode, während der Wuchsstoffherbizide, Phosphorinsektizide, systemische Insektizide, Lindan, zinnhaltige Fungizide, Anwendung fanden, systematisch Suchen nach Fallwild durchgeführt. Insgesamt wurden 25 Stück Fallwild, und zwar 17 Rehe, 1 Fasan, 7 Hasen, gefunden. Genaue veterinärmedizinische Untersuchungen ergaben in allen Fällen eindeutige Todes- bzw. Krankheitsursachen, während in keinem einzigen Fall durch Rückstandsuntersuchungen eine Intoxikation nachweisbar war. Bei den in einzelnen Exemplaren festgestellten Pflanzenschutzmittelmengen handelte es sich um Spuren z. B. im Größenordnungsbereich von  $\frac{1}{100}$  bis  $\frac{1}{1000}$  ppm Dieldrin, das selbst während der Untersuchungszeit nicht angewendet wurde, und ebenso unbedeutende HCH-Mengen, mit Ausnahme eines an Pasteurellose zugrunde gegangenen Hasen, der 2,9 ppm HCH in der Leber und 0,32 ppm HCH im Magen hatte. Es liegt mir fern, dieses Ergebnis bisher nur zweijähriger Versuche zu verallgemeinern, doch zeigt es, daß auch die Tatsache des Fundes von Fallwild, auch wenn dieses in mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Arealen aufgelesen wird, nicht ohne weiteres auf Intoxikationen durch Pflanzenschutzmittel schließen läßt, wie dies oft geschieht. Nur die Analyse von Organanteilen kann in dieser Hinsicht die Kausalität zwischen Pflanzenschutzmittelanwendung und Tod erweisen, wenn eine andere Todesursache auf Grund veterinärmedizinischer Untersuchungen ausgeschlossen werden kann.

Viel ausgedehntere Untersuchungen führen wir nunmehr schon das fünfte Jahr durch, um die Auswirkungen der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf höhlen- und halbhöhlenbrütende Singvogelarten in Obstanlagen zu studieren. Die Untersuchungen zeigten vor allem, wie sehr die Applikationstechnik von bestimmendem Einfluß auf mögliche Auswirkungen ist und daß es zu Vogelverlusten z. B. bei Anwendung von Höchstdruckgeräten und erhöhten Insektizidkonzentrationen kommen kann, daß aber auch intensivste Pflanzenschutzmittelanwendung ohne nachteilige Folgen für die Vogelwelt bleiben kann. Aber auch auf diesem Gebiet verfügen wir über zu geringe Kenntnisse über die Vogeltoxizität von Pflanzenschutzstoffen und über die Bedingungen, unter denen eine Vogelgefährdung erfolgen kann.

*Für die Herbizide wird die Frage der Verträglichkeit und Unverträglichkeit für bestimmte Kulturen zwar von den Erzeugerfirmen umfassend geprüft, die Gebrauchsvorschriften für diese Produkte geben aber nicht immer ausreichend Aufschluß darüber, von welchen Kulturen ein bestimmtes Herbizid unbedingt ferngehalten werden muß, oder nach welcher Zeit eine Nachfrucht auf einem behandelten Areal zulässig ist. Der Beratungsapparat könnte wesentlich entlastet werden, wenn Negativlisten mit Angabe von Nachbaufristen zur Verfügung stünden.*

*Besondere und mehr Beachtung als bisher verdient das Verhalten der Pflanzenschutzstoffe im Boden in bezug auf Gefahren einer Kontamination von Folgefrüchten, aber auch von Grundwasser. Zumindest für in den Boden zu applizierende Pflanzenschutzstoffe müßte eine Klarstellung in dieser Hinsicht vor Anerkennung eines Produktes obligatorisch sein; wieder eine vordringliche Aufgabe für Methodenspezialisten.*

*Die angeführten Beispiele zeigen wohl, wie notwendig es wäre, die Prüfungsmethodik abzuändern und zu erweitern. Was bisher an die Pflanzenschutzmittelökologie betreffenden Wünschen und Forderungen vorliegt, stellt nur einen Schlagwortkatalog dar. Es sind wohl Überlegungen notwendig, in welcher praktisch realisierbaren Weise den beispielsweise angeführten Notwendigkeiten Rechnung getragen werden könnte.*

*Selbstverständlich umfaßt das Studium der Pflanzenschutzmittelökologie auch die erwünschten Wirkungen der Pflanzenschutzstoffe. Abgesehen vom eigenen direkten Pflanzenschutzeffekt, der aus dieser Betrachtung ausgeklammert werden kann, hat die Pflanzenschutzmittelanwendung neben unerwünschten auch erwünschte Nebenwirkungen. Ich möchte nur andeutungsweise die bessere Ausfärbung von Obstfrüchten durch organische Fungizide, die nutritive Wirkung organischer Phosphorinsektizide und organischer Fungizide sowie die stimulierende Wirkung verschiedener Pflanzenschutzstoffe erwähnen.*

*Nicht unterlassen möchte ich auch den Hinweis auf die Nebenwirkungen von Pflanzenkrankheiten, Pflanzenschädlingen und Unkräutern auf die Gesundheit von Menschen und Tieren, Nebenwirkungen, die durch Verwendung chemischer Pflanzenschutzmittel vermieden werden können, die damit neben dem Pflanzenschutzeffekt in engerem Sinne, also der Verhütung von Ertragsausfällen, einen sehr erwünschten Nebeneffekt ergeben. Ich darf auf die von Bartels und Cramer (1966) veröffentlichte Studie über diesen Gegenstand verweisen, die eine gute Übersicht über diese Effekte vermittelt.*

*In diesem Zusammenhang ist die Erstellung integrierter Bekämpfungsprogramme auf der Grundlage erarbeiteter pflanzenschutzmittelökologischer Ergebnisse und eine systematische Einbeziehung kulturtechnischer Pflanzenschutzverfahren in diese Programme im Sinne der wiederholt von H. Braun ausgesprochenen Vorschläge eine besonders vordringliche Aufgabe.*

*Neue Überlegungen, auch vom pflanzenschutzmittelökologischen Standpunkt, erfordert die Verwendung von Saatgut, das nach der Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln vertrieben und dem Landwirt in die Hand gegeben wird. Diese Vorgangsweise erfordert in zweierlei Hinsicht besondere Beachtung:*

1. Es kann eine Kollision mit Bestimmungen eintreten, die vom Standpunkt des Rückstandsproblems erlassen wurden; wenn z. B. solches Saatgut importiert wird und eine Behandlung mit einem Produkt erfolgte, das im Bezieherland für den betreffenden Zweck nicht zugelassen ist, so können Vorkehrungen, die man beispielsweise zum Schutz der Böden und des Grundwassers oder im Interesse der Vermeidung einer Kontamination von Nachfrüchten getroffen hat, unwirksam werden.

2. Wenn Pillensaatgut, das heute schon im Zuckerrübenbau in beachtlichem Ausmaß verwendet wird, aber auch für andere Kulturen in Frage kommt, Pflanzenschutzstoffe inkorporiert enthält, so wäre wohl die Pille vom Standpunkt der Pflanzenschutzmittelreglementierung so zu behandeln, wie etwa ein gebrauchsfertiger insektizider Köder, d. h. sie müßte auch der obligaten Pflanzenschutzmittelprüfung unterliegen und außerdem auch in jeder Hinsicht geprüft werden, die vom pflanzenschutzmittelökologischen Standpunkt erforderlich erscheint.

Wir benötigen ein neues Modell für die Pflanzenschutzmittelprüfung, wir brauchen expeditiv Methoden für die Feststellung der Begleitwirkungen der Pflanzenschutzstoffe und einheitliche Richtlinien für die Berücksichtigung gegenständlicher Befunde.

Einige Worte darf ich aber auch noch über die Notwendigkeit verlieren, Schritte zu unternehmen, um eine Hemmung und Erschwernis der Pflanzenschutzarbeiten zu vermeiden, wie es sie auch immer wieder und in allen Staaten der Welt durch die unberechtigte Kritik an chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen gibt. Ich halte es nicht für richtig, wenn man grundsätzlich davon absieht, unrichtigen Behauptungen entgegenzutreten. Langsam aber sicher gewinnt die zu einer Protestbewegung sich entwickelnde Opposition gegen den chemischen Pflanzenschutz an Boden, auch in sehr einflußreichen Kreisen in Politik und Wirtschaft, und unliebsame Folgen dieser Entwicklung sind, wenn die Pflanzenschutzwissenschaft untätig dieser systematischen Verteufelung des chemischen Pflanzenschutzes gegenübersteht, Erschwernisse, die der Intensivierung und Verbesserung der Pflanzenschutzarbeit abträglich sind. Ich denke an Restriktionen, Verbote usw. Auch in dieser Hinsicht scheint mir ein offensives Konzept, das die Pflanzenschutzmittelökologie mehr berücksichtigt als dies bisher der Fall war, wünschenswert und nützlich. Wesentlich erscheint, die Kettenreaktion, die manche Alarmnachricht auslöst, zu unterbrechen.

Die ökologische Arbeitsweise im Pflanzenschutz, die Aktivitäten auf dem Gebiete der biologischen Schädlingsbekämpfung und des integrierten Pflanzenschutzes, berechtigen die Pflanzenschützer wohl, an den ersten Pulten des Orchesters der Naturschützer zu sitzen, wie andererseits die wirtschaftlichen Auswirkungen der Pflanzenschutzarbeit dieser in der Rangordnung der in der Pflanzenproduktion zu treffenden technischen Vorkehrungen einen hervorragenden Platz einräumen.

Einen wichtigen Faktor auf diesem Gebiete erblicke ich in einer intensiven Durchführung sogenannter Einkaufskorb-Rückstandsuntersuchungen (Total diet analysis), die wir in Europa nicht zu fürchten haben, und in einer systematischen Aufklärung der Konsumenten über die tatsächliche Rückstandssituation.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß wir noch davon entfernt sind, alle Begleitphänomene der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zu kennen und zu meistern. Vor allem wollte ich darauf hinweisen, daß wir auch bei der Prüfung



chemischer Pflanzenschutzmittel Umstellungen werden vornehmen müssen. Die Prüfungen werden heute noch so durchgeführt, wie dies vor Jahrzehnten auch schon der Fall war, hinsichtlich der Ermittlung der Wirkung vielleicht — zumindest in manchen Bereichen — sogar überflüssig aufwendig. Hingegen mangelt es an Informationen über wichtige Eigenschaften, an einheitlichen Methoden, diese Informationen rationell zu gewinnen, aber auch an der Nutzung vorliegender Informationen. In dieser Hinsicht scheint mir eine Erweiterung der Prüfung erforderlich, auch auf die Gefahr hin, daß das eine oder andere Präparat nicht in so kurzer Zeit Zulassung findet, als dies vielleicht erwartet wird. Eine solche Vorgangsweise muß die Konsequenz sein aus den vorliegenden Erkenntnissen über mögliche unerwünschte Auswirkungen der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, auch die Konsequenz aus den z. B. bei Ihnen gesetzlich verankerten Grundsätzen zur Sicherung eines ökologischen Pflanzenschutzes. Diese Forderung darf nicht als fortschrittsfeindlich angesehen werden, ihre Erfüllung stellt höchstens eine produktive Hemmung des Fortschrittes dar.

Man wird sich wohl oder übel entschließen müssen, den konventionellen Prüfungsweg zu kürzen zugunsten der Erweiterung von Befunden, die vom Standpunkt der Pflanzenschutzmittelökologie gebraucht werden. Nur dann werden wir die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel so in den Griff bekommen, daß wir mit den chemischen Verfahren die gestellten Anforderungen erfüllen und allmählich die Protestbewegungen, deren Kritik wir immer wieder erdulden müssen, zum Stillstand bringen können.

Ich habe versucht, die Pflanzenschutzmittelökologie herauszustellen als den Weg, den wir schon gehen und auch künftig beschreiten und vor allem ausbauen müssen, um die Errungenschaften, die uns die Pflanzenschutzforschung vermittelt, ohne wesentliche Nachteile nutzen zu können. Es bedarf hierzu gewisser Anstrengungen in der Richtung, die aufzuzeigen ich mir erlaubte. Bei konsequenter Verfolgung der Zielsetzungen des ökologischen Pflanzenschutzes und vor allem der systematischen Berücksichtigung der Erkenntnisse der Pflanzenschutzmittelökologie, werden die vielen neuen Möglichkeiten, die uns der moderne Pflanzenschutz bietet, echte und anhaltende Fortschritte für die Pflanzenschutzarbeit bringen und das Spottwort Johann Nestroy's über den Fortschritt

„Überhaupt hat der Fortschritt das an sich, daß er viel größer ausschaut als er wirklich ist“,

wird für den modernen Pflanzenschutz keine Gültigkeit haben.

## Bodenhygiene aus der Sicht des Pflanzenschutzes

Vorsitz: *K l o k e* (Berlin)

**F. GROSSMANN,**

Institut für Phytopathologie, Justus Liebig-Universität Gießen

### Prinzipien der Bodenhygiene

Der Begriff „Bodenhygiene“ hat vielfach Eingang in den phytomedizinischen Sprachgebrauch gefunden. Dies ändert jedoch nichts an der Tatsache, daß er im Grunde genommen unzutreffend ist. Bei wörtlicher Auslegung muß nämlich der Eindruck entstehen, es handele sich hier um Bestrebungen zur „Gesunderhaltung“ des Bodens, etwa im Sinne der Erhaltung seiner Struktur oder seiner Ertragsfähigkeit. So bedeutsam diese Fragen auch für den Pflanzenarzt sind, so geht es ihm doch nicht um den Boden als solchen, sondern um dessen Eignung als Medium zur Heranzucht gesunder Pflanzen. In diesem Sinne definiert auch *R e i n m u t h* (1960): „Die Bodenhygiene umfaßt diejenigen phytohygienischen Maßnahmen, die darauf gerichtet sind, den Boden in einem für die Entwicklung gesunder Kulturpflanzenbestände geeigneten Zustand zu erhalten, bzw. in einen solchen zu überführen.“

Bodenhygiene aus der Sicht des Pflanzenschutzes ist also in Wirklichkeit Pflanzenhygiene, die eine Gesunderhaltung der Kulturen durch entsprechende Gestaltung der Bodenverhältnisse anstrebt. Dieses Ziel kann grundsätzlich auf zwei Wegen verfolgt werden:

1. Durch Herbeiführung von Wachstumsbedingungen, die eine möglichst geringe Prädisposition der Pflanzen für Krankheits- und Schädlingsbefall erwarten lassen;
2. durch Ausschaltung pathogener Belastungen, soweit sie vom Boden ihren Ausgang nehmen.

Im ersten Fall stellen also die Wirtspflanzen, im zweiten Fall die Erreger den Ansatzpunkt der Bemühungen dar.

Was nun den ersten Aspekt anbetrifft, so decken sich hier die Ziele der Phyto-  
medizin weitgehend mit denen des Pflanzenbaus überhaupt. Denn ein optimal sich entwickelnder, leistungsfähiger Pflanzenbestand wird in der Regel — wenn auch nicht immer — ein hohes Maß von Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge besitzen.

Die Schaffung von Bedingungen, die das Heranwachsen eines solchen Bestandes gewährleisten, vor allem durch Maßnahmen der Bodenbearbeitung und Düngung, ist in erster Linie Aufgabe des Pflanzenbauers, wenn auch im Hinblick auf die Resistenz der Pflanzenarzt zu Rate gezogen werden sollte.

Das spezifische Anliegen des Pflanzenschutzes ist jedoch die Ausschaltung pathogener Faktoren in der Umwelt, im vorliegenden Falle im Boden. Diese Faktoren können nichtparasitärer oder parasitärer Natur sein, und daraus ergibt sich auch die folgende Gliederung.

## I. Ausschaltung oder Verminderung nichtparasitärer Belastungen

In diesem Bereich geht es vor allem um die Vermeidung physikalischer Störungen und um die Verhinderung des Auftretens chemischer Schadstoffe im Boden.

### a) Vermeidung physikalischer Störungen

Es ist allgemein bekannt, daß die Entwicklung der Pflanzen durch Verdichtungen im Boden, wie etwa Pflugsohlen und Ortsteinschichten, stark beeinträchtigt wird. Dadurch wird nicht nur die Widerstandskraft der Pflanzen gegen parasitäre Einflüsse herabgesetzt, sondern es können auch unmittelbar pathologische Veränderungen, z. B. Kümmerwuchs, Beinigkeit, Absterbeerscheinungen usw., ausgelöst werden. Die Beseitigung solcher Strukturschäden ist daher ein dringendes Erfordernis der Bodenhygiene.

Eine besondere Akzentuierung haben diese Probleme in jüngster Zeit durch die zunehmende Verwendung schwerer Ackergeräte, insbesondere Schlepper, Mäh-drescher und Hackfrucht-Vollerntemaschinen, erfahren. Der Einsatz solcher Geräte führt zu Bodenpressungen, welche das Wurzelwachstum der Kulturen stören und damit deren Wasser- und Nährstoffversorgung behindern (R a d e m a c h e r 1965). Technische Maßnahmen zur Verminderung des Bodendrucks und termin-gerechter Geräteinsatz sind die wichtigsten hygienischen Vorkehrungen zur Verhütung derartiger Schäden.

### b) Ausschaltung chemischer Schadstoffe

Die Anreicherung phytotoxischer Substanzen im Boden hat häufig noch viel nachteiligere Folgen für das Pflanzenwachstum als die rein mechanischen Behinderungen. Pflanzenschädliche Stoffe können entweder von Natur aus in den Böden vorhanden sein (z. B. hohe Salzkonzentrationen in ariden Gebieten) oder durch die Tätigkeit des Menschen dorthin gelangen.

Zu den natürlich auftretenden Schadstoffen können auch solche gerechnet werden, die bei der Zersetzung von Pflanzenresten entstehen. Erst kürzlich berichteten z. B. C a r l e y und W a t s o n (1967), daß wässrige Extrakte aus zahlreichen Ernterückständen die Wurzelentwicklung von Klee-, Rettich- und Weizenkeimlingen hemmen. Benzoesäure und Phenylelessigsäure sind die hauptsächlichen Komponenten der phytotoxischen Wirkung der Rückstände von Gerste, Baumwolle und verschiedenen Leguminosen (T o u s s o u n et al. 1968). Auch phenolische Verbindungen können in pflanzenschädlicher Konzentration im Boden auftreten (W a n g et al. 1967). Die Bedingungen, unter denen solche Substanzen gebildet werden und sich in gefährlichem Maße anhäufen, verdienen ein sorgfältiges Studium.

Andere schädliche Chemikalien werden dem Boden als Abfallprodukte der menschlichen Zivilisation zugeführt. In dieser Hinsicht bereitet die zunehmende Verunreinigung der Abwässer durch Detergentien und andere Schadstoffe erhebliche Sorgen. Mit der Auswirkung von Immissionen und Mineralölen auf den Boden als Pflanzenstandort wird sich der Vortrag von K l o c k e befassen.

Schließlich sorgt der Pflanzenschutz selbst dafür, daß phytotoxische Stoffe in den Boden gelangen. Dies gilt besonders für die Herbizide, deren eigentliche Aufgabe ja gerade darin besteht, Pflanzen abzutöten. Zwar soll sich diese Wirkung

nur gegen die Unkräuter richten, wie wir aber alle wissen, kommt es bei unsachgemäßer Anwendung, ungünstiger Witterung oder ungenügendem Abbau immer wieder zu Schäden an den Kulturpflanzen. Vor allem die Frage des Abbaus von Herbiziden und anderen Pflanzenschutzmitteln im Boden ist daher auch zu einem Problem der Pflanzenhygiene geworden. Auf diesem Gebiet liegt bereits ein umfangreiches Schrifttum vor, auf das hier nicht näher eingegangen werden kann. Vielmehr mag der Hinweis genügen, daß sich einige Referate im Verlauf dieser Sitzung mit Transport und Abbau bestimmter Pflanzenschutzmittel im Boden beschäftigen werden. Neuere Versuche, Wirkstoffreste im Boden durch Bindung an Aktivkohle unschädlich zu machen (z. B. Lichtenstein et al. 1968), verdienen zwar theoretisches Interesse, dürften aber für die Praxis vorläufig kaum Bedeutung erlangen.

#### c) Standortwahl

In den vorangehenden Abschnitten war das Augenmerk auf die Verhinderung oder Beseitigung nichtparasitärer Störungen im Boden gerichtet. Grundsätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, solchen Störungen auszuweichen, und dies geschieht durch entsprechende Standortwahl. Zwar umfaßt der Standort mehr als nur den Boden und sicher spielt er auch im Hinblick auf parasitäre Erkrankungen eine wichtige Rolle. Daß aber durch Wahl geeigneter Böden gerade auch nichtparasitäre Belastungen für die Pflanze vermieden werden können, mag am Beispiel der Eisenfleckigkeit der Kartoffel erläutert werden, von der man schon seit langem weiß, daß sie vorwiegend auf leichten Sand- und Moorböden vorkommt. Braun und Wilcke (1967) konnten in eingehenden Untersuchungen nachweisen, daß überdies enge Beziehungen zur Art des Bodenprofils bestehen: Verdichtungshorizonte fördern das Auftreten der Krankheit um so mehr, je näher sie an die Bodenoberfläche heranrücken. Offenbar ist mangelndes Wasserhalte- und -nachlieferungsvermögen des Bodens wesentlich am Ursachenkomplex der Eisenfleckigkeit beteiligt. Die pflanzenhygienische Forderung muß hier lauten, daß anfällige Sorten unter solchen Bedingungen nicht angebaut werden dürfen.

## II. Ausschaltung oder Verminderung parasitärer Belastungen

Viele Erreger und Schädlinge greifen die Pflanzen vom Boden her an und werden daher oft als „bodenbürtig“ bezeichnet. Darüber hinaus läßt sich unschwer zeigen, daß auch zahlreiche andere Parasiten, die nicht im eigentlichen Sinne bodenbürtig sind, sich vorübergehend im Boden aufhalten oder in diesem gewisse Entwicklungsstadien durchlaufen, so daß sie wenigstens zeitweilig bodenhygienischen Maßnahmen zugänglich sind. Diese Maßnahmen können darauf gerichtet sein, das Entstehen einer Bodenverseuchung zu unterbinden, sie können den Zweck haben, eine bereits vorhandene Verseuchung wieder zu beseitigen, und sie können schließlich versuchen, das Zusammentreffen der Parasiten mit den Pflanzen im Boden zu verhindern.

#### a) Verhütung der Einschleppung

Eine der wirksamsten hygienischen Vorkehrungen gegen bodenbürtige Schadorganismen besteht zweifellos darin, die Kontamination noch nicht verseuchter Flächen zu verhindern. Sie wird vor allem dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn

die Parasiten passiv verbreitet werden. Die Gefahr der Verschleppung durch Mensch und Tier, durch Bearbeitungsgeräte, Pflanzgut, Bewässerungsmaßnahmen u. dgl. gehört zum allgemeinen Lehrbuchwissen und braucht hier nicht weiter erörtert zu werden.

Dagegen zwingen neue technische Verfahren zur Düngeraufbereitung und Abfallverwertung immer wieder zur hygienischen Überprüfung. Beispielsweise untersuchte Rieder (1966) den Einfluß des Schwemmistes auf die Keimfähigkeit von Unkrautsamen. Besondere Probleme werfen die Abfälle menschlicher Siedlungen auf, die in immer größeren Mengen anfallen und nach Möglichkeit der Landwirtschaft und dem Gartenbau in Form organischer Dünger wieder zur Verfügung gestellt werden sollen. Auf der letzten Pflanzenschutztagung hat Sprau (1967) über das Verhalten von Zysten des Kartoffelnematoden in Kläranlagen berichtet. An unserem eigenen Institut führen wir seit Jahren Untersuchungen über hygienische Fragen bei der Schnellaufbereitung von Müllkomposten durch, für die in einigen größeren Städten besondere Anlagen errichtet worden sind. Glücklicherweise hat sich dabei gezeigt, daß die bei diesen Schnellverfahren erzielten Temperaturen in den allermeisten Fällen ausreichen, um phytopathogene Formen zu inaktivieren.

#### b) Regulierung abiotischer Faktoren im Boden

Schon vorhandene Parasiten können sich im Boden nur dann stärker entwickeln und vermehren, wenn ihre ökologischen Ansprüche erfüllt werden. Für die Bodenhygiene ergibt sich daraus die Forderung, die Bedingungen so zu gestalten, daß sie für die Entwicklung der Schaderreger möglichst ungünstig sind. Allerdings sind diesem Konzept in der Praxis verhältnismäßig enge Grenzen gesetzt, einmal im Hinblick auf die technische Durchführbarkeit, zum andern aber auch deshalb, weil ja die Voraussetzungen für ein optimales Wachstum der Kulturpflanzen gewahrt bleiben müssen.

Trotzdem gibt es einige Beispiele für ein solches Vorgehen. Von den abiotischen Faktoren läßt sich der Säuregrad des Bodens relativ leicht verändern, so daß Erreger mit einseitigen pH-Ansprüchen ausgeschaltet werden können. Die Verhinderung des Kohlhernie-Befalls durch Kalkung und die Zurückdrängung des Kartoffelschorfes durch physiologisch saure Düngung sind altbekannte Rezepte der Bodenhygiene. Neuere Untersuchungen zeigen, daß auch für manche Nematoden eine eindeutige Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens besteht. So hat *Pratylenchus penetrans* ein ausgeprägtes Optimum bei pH 5,5–5,8 (Morgan and MacLean 1968); Aufkalkung auf pH 7 und darüber führt zu einem raschen Rückgang der Population. — Durch Regulierung des Feuchtigkeitsgrades sowie von Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt des Bodens können ebenfalls gewisse Erreger in Schach gehalten werden. Erinnerung sei hier nur an die Hydrophilie vieler Bodenpilze, insbesondere von Phycomyceten, und etwa an die Tatsache, daß die Entwicklung von *Ophiobolus graminis* an den Wurzeln durch erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration gehemmt wird. In dieser Hinsicht kommt Be- und Entwässerungsmaßnahmen wie auch der Bodenbearbeitung eine wesentliche Bedeutung zu. Gelegentlich kann aber gerade auch Nichtbearbeitung von Vorteil sein; so wurde bei Versuchen mit dem sog. Direktsäverfahren festgestellt, daß Weizen auf nichtbearbeiteten Flächen weniger von Fußkrankheiten befallen wird (Brooks and Dawson 1968), ein Phänomen, das allerdings in seinen Zusammenhängen noch nicht genügend geklärt ist.

## c) „Aushungerung“ der Schadorganismen

Zu den Ansprüchen, die bodenbürtige Parasiten an ihre Umwelt stellen, gehört naturgemäß auch eine ausreichende Ernährung. Eines der wichtigsten bodenhygienischen Prinzipien besteht deshalb darin, den Schadorganismen die Nahrungsgrundlage zu entziehen und sie auf diese Weise allmählich „auszuhungern“.

Dieses Vorhaben ist allerdings kaum durchführbar bei solchen Erregern, die auch zu saprophytischer Lebensweise im Boden befähigt sind. Im Gegenteil, bei ihnen besteht die Gefahr, daß sie in den Boden eingebrachte organische Substrate besiedeln und sich zusätzlich auf ihnen vermehren. Z. B. können sich bestimmte *Fusarium*- und *Cochliobolus*-Arten auf Weizenstroh im Boden entwickeln (Burgess and Griffin 1967), *Fusarium* und *Pythium* spp. auch auf Gerstenblättern, die dem Boden in grünem Zustand beigemischt werden (MacWithey 1967).

Glücklicherweise besitzen jedoch die meisten bodenbürtigen Erreger nur eine geringe saprophytische Konkurrenzfähigkeit. Viele von ihnen können sich zwar an den Resten befallener Pflanzen, etwa an Getreidestoppeln, einige Zeit halten, gehen aber nach und nach zugrunde, wenn ihnen keine geeigneten Wirtspflanzen geboten werden. Macer (1961) fand, daß *Cercospora herpotrichoides*, der Erreger der Halmbruchkrankheit, auf Weizenstroh im Boden mindestens drei Jahre lebensfähig bleibt; von diesem Pilz bewachsene Strohstückchen zersetzen sich sogar langsamer als unbeimpfte. Für *Ophiobolus graminis* gehen die Angaben stark auseinander, wohl in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen; während Butler (1959) nach einem Jahr keine Infektionen mehr erhielt, wurde in einer neueren dänischen Arbeit (Petersen og Christensen 1968) ein Überleben bis zu drei Jahren festgestellt. Im übrigen wies Garrett (1966) nach, daß die Lebensdauer von Pilzen auf Stroh u. a. von ihrer Fähigkeit zum Zellulose-Abbau und im Zusammenhang damit auch von der Stickstoff-Versorgung abhängt. Das Prinzip der Aushungerung ist natürlich nicht nur auf Pilze, sondern auch auf andere Bodenbewohner, z. B. auf Nematoden, anwendbar. Ältere Untersuchungen von Oostenbrink (1950) über den Kartoffelnematoden hatten gezeigt, daß die Zahl der Larven nach einjährigem Fruchtwechsel auf rund die Hälfte, nach zweijährigem Anbau von Nichtwirtspflanzen auf etwa ein Viertel des Ausgangswertes zurückgeht. In kürzlich veröffentlichten Studien kommt Kiel (1968) zu einem etwas anderen Ergebnis: Im ersten Jahr nach Kartoffeln nimmt die Population nur wenig ab, während im zweiten Jahr im allgemeinen eine starke Populationsminderung zu verzeichnen ist. Er zieht daraus den Schluß, daß eine mindestens dreijährige Anbaupause für Kartoffeln oder Tomaten eingehalten werden müsse.

Naturgemäß ist die Fruchtfolge das wichtigste Instrument zur Aushungerung bodenbürtiger Parasiten. Hierin liegt, vom Standpunkt des Pflanzenschutzes aus gesehen, ihre hauptsächliche, wenn auch keineswegs ihre ausschließliche Bedeutung. Neben den Hauptwirtspflanzen spielen auch die Nebenwirte für die Populationsdynamik der Schadorganismen eine wesentliche Rolle. Zudem läßt sich der Begriff „Wirtspflanze“ nicht immer eindeutig abgrenzen. Wiederholt wurde nämlich festgestellt, daß beispielsweise Welkeerreger aus den Gattungen *Fusarium* und *Verticillium* sich in der Rhizosphäre und in den Wurzeln nichtanfälliger Pflanzen entwickeln und vermehren können (Armstrong and Armstrong 1948, Lacy and Horner 1966 u. a.). Gelegentlich geht dies so-

gar soweit, daß sich die Pathogene systemisch in den Gefäßen ausbreiten, ohne daß äußerlich Symptome erkennbar sind.

Zu den offenbaren und heimlichen Wirtspflanzen gehören vielfach auch Unkräuter. Dafür sind zahlreiche Beispiele bekannt, die hier nicht im einzelnen genannt zu werden brauchen. Es sei aber betont, daß das Konzept der Aushungierung zum Scheitern verurteilt ist, wenn die Parasiten auf Unkräuter ausweichen können, und daß daher die Unkrautbekämpfung in vielen Fällen auch als eine bodenhygienische Maßnahme gesehen werden muß.

#### d) Aktivierung von Ruhestadien

Häufig überdauern die Schadorganismen im Boden in Form von Ruhestadien. Erwähnt seien hier nur Nematodenzysten, Sklerotien und Chlamydosporen von Pilzen sowie ruhende Unkrautsamen. Da diese dormanten Stadien oft viele Jahre lebensfähig bleiben, ohne einer Nahrung zu bedürfen, ist ihnen mit Aushungierung kaum beizukommen. Vielmehr gilt es, die Dormanz in Abwesenheit geeigneter Wirtspflanzen zu brechen, da die aktivierten Formen gewöhnlich rasch zugrundegehen.

Der Gedanke ist nicht neu. Schon vor rund 40 Jahren wurde an der damaligen Nematodenbekämpfungsstelle des Instituts für Pflanzenbau in Halle eine Vielzahl chemischer Verbindungen auf ihre Fähigkeit geprüft, die Larven des Rübennematoden zum Ausschlüpfen aus den Zysten zu veranlassen (R a d e m a c h e r und S c h m i d t 1933). Trotz erfolgversprechender Hinweise im einzelnen blieben diese Arbeiten nur von theoretischem Interesse. In der Praxis erwies es sich als wirksamer, das Schlüpfen durch den Anbau sog. Feindpflanzen herbeizuführen. Beim Kartoffelnematoden haben resistente Kartoffelsorten die Funktion von Feindpflanzen übernommen und werden mit gutem Erfolg zur Bodenentseuchung eingesetzt.

Im Grundsatz ähnliche Verhältnisse liegen bei Pilzen vor. Die Dauersporen des Kohlhernie-Erregers, *Plasmodiophora brassicae*, können teilweise schon durch Mineralsalze zum Keimen gebracht werden (B o c h o w 1960/61). Wirksamer sind jedoch organische Dünger, wie Kompost oder Stallmist (B o c h o w und S e i d e l 1964). In Rußland konnte durch Anwendung von Rinder- und Schweinemist sowie Guano eine Entseuchung des Bodens von Kartoffelkrebs-erregern erzielt werden (D o r o ž k i n 1958, zit. nach R e i n m u t h 1960). Über gleichartige Versuche mit Müllklärschlamm-Kompost wird R e i t h m e i e r berichten.

Natürliche Böden weisen normalerweise eine Hemmwirkung auf, durch die das Auskeimen von Sporen und auch von Sklerotien verhindert wird (L o c k w o o d 1964). Die Ursachen dieser als Fungistasis — oder besser Mykostasie — bezeichneten Erscheinung sind noch umstritten, doch steht fest, daß die Keimhemmung in vielen Fällen durch Zugabe organischer Nährstoffe zum Boden aufgehoben wird. Eine Quelle solcher Nährstoffe stellen schon die Wurzelausscheidungen dar, als deren wirksame Bestandteile vor allem Aminosäuren und Zucker angesehen werden müssen (vgl. S c h u l z 1968 b). Auch durch Einarbeitung von Pflanzenmaterial in den Boden kann die Mykostasie vorübergehend reduziert werden. So wird z. B. die Keimung der Chlamydosporen von *Fusarium solani* f. *phaseoli* in der unmittelbaren Umgebung von Pflanzenresten stimuliert, worauf teilweise eine rasche Lysis der Keimschläuche folgt (T o u s s o u n et al. 1963). Ähnliche Zu-

sammenhänge wurden u. a. auch für die Sporangien von *Pythium ultimum* festgestellt (Agnihotri and Vaartaja 1967). In eigenen Versuchen konnten wir eine Förderung der Konidienkeimung von *Cercospora herpotrichoides* durch Gründüngung beobachten (Schulz et al. 1966). Das Referat von Menzinger wird sich ebenfalls mit diesen Fragen befassen.

Das Prinzip der Bodenentseuchung durch Aktivierung von Ruhestadien ist in seinen Grundzügen auch auf Unkräuter anwendbar. Die Vorstellung, die Masse der im Boden vorhandenen Unkrautsamen durch chemische Stimulantien zur Keimung anzuregen, um sie dann anschließend leicht vernichten zu können, wird jedoch wohl ein Wunschbild bleiben.

#### e) Förderung von Antagonisten

Neben den abiotischen und trophischen Faktoren bilden vor allem auch biotische Einflüsse ein wirksames Regulativ für die Entwicklung der Schadorganismen im Boden. In dieser Hinsicht kommt dem Komplex der Antagonisten eine besondere Bedeutung zu, wobei der Ausdruck „Antagonisten“ hier im weitesten Sinne gemeint ist und neben Antibionten auch Hyperparasiten und Konkurrenten einschließt. Ferner gehören hierzu die Bakteriophagen, über deren bodenhygienische Funktion sich Stille äußern wird. Die Gesamtheit dieser Gegenspieler stellt eine wesentliche Komponente des sog. „antiphytopathogenen Potentials“ dar, wie es von Reinmuth (1963) umrissen worden ist.

Unter den Maßnahmen, die es gestatten, Zahl und Aktivität von Antagonisten zu beeinflussen, muß zunächst die Fruchtfolge erwähnt werden. Zogg (1959) wies nach, daß Böden mit verschiedenen Rotationen sich unterschiedlich gegen eine Verseuchung mit *Ophiobolus graminis* auswirken, und führte dies auf die Zusammensetzung der Mikroflora zurück. Doch sind die konkreten Beweise für eine Zunahme von Antagonisten nach bestimmten Vorfrüchten bisher spärlich. Amerikanischen Untersuchungen (Bohnenblust 1967) zufolge enthält der Boden nach dem Anbau von Sojabohnen mehr Gegenspieler eines Kartoffelschorf-Erregers als nach Weizen, Hafer, Flachs und Mais. Interessant ist in diesem Zusammenhang ein Befund von Weinhold und Bowman (1968), wonach die antibiotische Aktivität von *Bacillus subtilis* gegen *Streptomyces scabies* bei Kultur auf Sojabohnen-Extrakten 2,5- bis 3mal größer ist als auf Gersten-Auszügen. Domsch und Gams (1968) konnten in umfangreichen Versuchen mit Weizen, Erbsen und Raps keine wesentliche Zunahme antagonistischer Pilze und Streptomyzeten in Abhängigkeit von der Vorfrucht feststellen; sie kommen daher zu dem Schluß, daß die günstige Wirkung sog. „Gesundungsfrüchte“ nicht auf der Förderung von Antagonisten beruht. Mit dem antiphytopathogenen Potential in getreidereichen Fruchtfolgen wird sich der Vortrag von Bachthaler beschäftigen.

Auch in bezug auf die organische Düngung sind die Zusammenhänge keineswegs genügend geklärt. Zwar wird die häufig beobachtete Befallsminderung durch Stallmist, Kompost, Strohdüngung usw. von den meisten Autoren auf das verstärkte Auftreten von Antagonisten zurückgeführt, doch wird diese Annahme kaum jemals bewiesen. Allerdings besteht an der Zunahme saprophytischer Mikroorganismen im ganzen kein Zweifel, so daß zumindest mit gesteigerter Konkurrenz im Boden gerechnet werden kann. Der phytosanitäre Effekt der organischen Düngung erstreckt sich nicht selten auch auf Nematoden, wofür in der Re-



gel die Anhäufung von Prädatoren und nematophagen Pilzen verantwortlich gemacht wird. Darüber hinaus konnten Patrick et al. (1965) zeigen, daß beim Abbau von Roggen-Rückständen im Boden Substanzen mit spezifischer Toxizität für einige parasitische Nematoden entstehen.

Besonders eingehende Untersuchungen sind über die Gründüngung durchgeführt worden, deren Bedeutung als Vorbeugungsmaßnahme gegen bestimmte bodenbürtige Krankheiten vielfach belegt ist. An ihrer Wirkung, die sicher sehr komplexer Natur ist (vgl. Grossmann 1968), hat die Förderung von Antagonisten einen wesentlichen Anteil. Papavizas und Davey (1960) fanden in Studien mit *Rhizoctonia solani* erhöhte Zahlen antagonistischer Aktinomyzeten nach Einbringung grünen Pflanzenmaterials in den Boden. Entsprechende Beziehungen sind auch für *Ophiobolus graminis* (Ehle 1966) und *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* (Selçuk und Grossmann 1967) nachgewiesen worden. Nach Henis et al. (1967) nimmt ferner die Zahl antagonistischer Bakterien und Pilze zu. Schulz (1968 a) beobachtete eine rasche Lysis der Hyphen von *Cercospora herpotrichoides* in grüingedüngten Böden.

Überhaupt ist die Lysis von Pilzhypen ein in natürlichen Böden weitverbreiteter Vorgang, der an die mikrobielle Tätigkeit gebunden ist. In den letzten Jahren hat man versucht, diese Erscheinung in spezifischer Weise für die Bodenhgiene nutzbar zu machen. Man ging davon aus, daß die Zellwände höherer Pilze zu einem erheblichen Teil aus Chitin bestehen und daß es daher möglich sein müsse, durch chitinspaltende Enzyme die Hypen zu zerstören. Zusätze von Chitin zum Boden sollten zu einer Anreicherung chitinabbauender Mikroorganismen und damit zu einer Erhöhung der Chitinase-Aktivität führen. Tatsächlich gelang es auf diese Weise, bodenbürtige Fusariosen deutlich einzuschränken (Mitchell and Alexander 1961 u. a.). Neben der Verstärkung der lytischen Faktoren dürften auch antibiotische Einflüsse sowie die Konkurrenz um Kohlenstoffquellen am Effekt des Chitins beteiligt sein. Phycomyceten, z. B. *Pythium* sp., deren Hypenwände kein Chitin enthalten, werden jedoch eher gefördert (Singh and Pandey 1965). Wie vielschichtig diese Probleme sind, zeigt auch der kürzlich veröffentlichte Befund, daß durch Chitinase die Chlamydosporen-Ketten von *Thielaviopsis basicola* zerlegt werden, wodurch die Verbreitung und Keimung der Einzelsporen dieses Erregers ermöglicht wird (Christias and Baker 1967).

#### f) Bodenentseuchung

Eine der wirksamsten Methoden zur Ausschaltung bodenbürtiger Parasiten ist ohne Zweifel die direkte Bodenentseuchung. Neben den physikalischen und biologischen Verfahren hat die Entseuchung durch chemische Präparate in der letzten Zeit eine zunehmende Bedeutung erlangt und man braucht kein Prophet zu sein, um vorauszusehen, daß diese Entwicklung ihren Höhepunkt noch nicht erreicht hat. Es mag fraglich sein, inwieweit Entseuchungsmaßnahmen noch zur Hygiene zu rechnen sind, zumal die Abgrenzung dieses Bereichs im Rahmen der Phyto-medizin niemals ganz eindeutig war. Persönlich bin ich zwar der Überzeugung, daß derartige Maßnahmen, die fast stets prophylaktisch angewendet werden, durchaus hygienischen Charakter haben. Wenn ich mich trotzdem hier auf einen allgemeinen Hinweis beschränken möchte, so deshalb, weil das Gebiet der Bodenentseuchung, das zuletzt vor zehn Jahren auf der Pflanzenschutztagung in Han-

nover ausführlich behandelt wurde, inzwischen so umfangreich geworden ist, daß sich schon aus diesem Grunde ein näheres Eingehen verbietet.

Immerhin werden einige Vorträge im Verlauf der heutigen Sitzung der chemischen Bodenentseuchung gewidmet sein. Von diesen kommt das Referat von Kradel unseren bisherigen Gedankengängen insofern nahe, als beim Einsatz niedriger Aufwandmengen, wenn auch vielleicht unausgesprochen, auf die Mitwirkung indirekter hygienischer Zusammenhänge vertraut wird.

#### g) Verhinderung der Koinzidenz von Parasiten und Wirtspflanzen

Natürlich strebt die Bodenhygiene in erster Linie eine Vernichtung oder wenigstens Verminderung der bodenbürtigen Schaderreger an. Ihre Möglichkeiten sind damit jedoch noch nicht erschöpft. In manchen Fällen ist schon viel gewonnen, wenn ein Zusammentreffen der Parasiten mit den Pflanzen verhindert wird.

Ältere Erfahrungen, wonach sorgfältiges Unterpflügen der Stoppeln die Fußkrankheitsgefahr für nachfolgenden Weizen herabsetzt, werden durch neuere Untersuchungen von Cunningham (1967) bestätigt. Derselbe Gedanke liegt der Empfehlung von Wilhelm et al. (1967) zugrunde, als Maßnahme gegen die *Verticillium*-Welke der Baumwolle den Boden mit einem Rigolpflug tief zu wenden; auf diese Weise gelangen die Mikrosklerotien des Pilzes in tiefere Schichten, wo sie nach und nach absterben.

Hin und wieder kann man die Koinzidenz der Erreger mit den Pflanzen auch dadurch verringern, daß man die Vektoren kurz hält. So fand Richter (1968), daß Fruchtfolgen, die nur eine geringe Populationsdichte von *Trichodorus*-Arten zulassen, gleichzeitig die von diesen Nematoden übertragene viröse Kringerkrankheit der Kartoffeln einschränken.

#### Schlusßbemerkung

Abb. 1 faßt noch einmal die wichtigsten Prinzipien der Bodenhygiene in schematischer Form zusammen. Dieses Schema ist zweifellos stark vereinfacht und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ebenso mußte sich auch dieser Vortrag darauf beschränken, die wichtigsten Grundzüge der Bodenhygiene herauszuarbeiten und anhand einiger Beispiele zu erläutern. Dennoch dürfte die Vielfalt

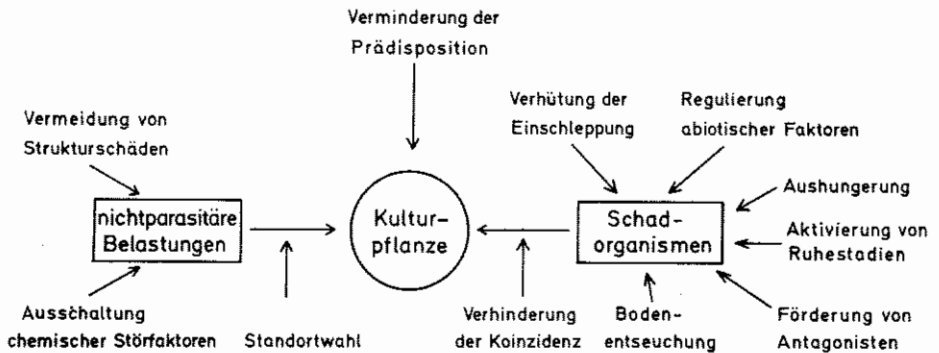


Abb. 1. Die wichtigsten Prinzipien der Bodenhygiene.

und Vielschichtigkeit bodenhygienischer Zusammenhänge deutlich geworden sein. Die sich daraus ergebenden Möglichkeiten zur Gesunderhaltung unserer Kulturpflanzen sind noch lange nicht erschöpft; ihre konsequente Ausnutzung könnte viele zusätzliche Bekämpfungsmaßnahmen überflüssig machen. Eine wohldurchdachte, planmäßige Bodenhygiene gehört somit zu den unentbehrlichen Grundlagen des integrierten Pflanzenschutzes.

### S u m m a r y

Soil hygiene as seen from the view point of plant protection is in fact plant hygiene which attempts to keep the crops healthy by appropriate manipulation of soil conditions. Besides providing the highest possible resistance for the plants it is especially concerned with the elimination of parasitic and non-parasitic stresses which originate from soil. In this regard the following principles are pointed out:

1. Avoidance of structural damages in the soil
2. Prevention of appearance of phytotoxic substances
3. Selection of proper locations for growing
4. Prevention of introduction of pathogens
5. Regulation of abiotic factors
6. "Starving out" of parasites
7. Activation of dormant states in absence of suitable host plants
8. Stimulation of antagonists
9. Prevention of coincidence of pathogens and plants

These principles are discussed on the basis of a few selected examples. In doing so, it is attempted to demonstrate the diversity and complexity of soil hygienic correlations. Many additional control measures could be spared by consequently taking advantage of the possibilities resulting from these correlations. A well planned systematic soil hygiene, therefore, belongs to the essential fundamentals of an integrated plant protection.

### L i t e r a t u r

- Agnihotri, V. P., and Vaartaja, O., Effects of amendments, soil moisture contents, and temperatures on germination of *Pythium* sporangia under the influence of soil mycoastasis. — *Phytopathology* 57. 1967, 1116—1120.
- Armstrong, G. M., and Armstrong, J. K., Nonsusceptible hosts as carriers of wilt Fusaria. — *Phytopathology* 38. 1948, 808—826.
- Bochow, H., Über die Beeinflussung von *Plasmodiophora brassicae* Wor. durch Mineralsalze. — *Phytopath. Ztschr.* 40. 1960/61, 420—421.
- , und Seidel, D., Beiträge zur Frage des Einflusses einer organischen Düngung auf den Befall von Pflanzen durch parasitische Pilze. IV. Wirkungen einer Stallmist- bzw. Strohdüngung auf *Plasmodiophora brassicae* Wor., *Ophiobolus graminis* Sacc. und *Helminthosporium sativum* P., K. et B. — *Phytopath. Ztschr.* 51. 1964, 291 bis 310.
- Bohnenblust, K. E., Growth and survival of the pathogen causing russet scab on potatoes. — *Diss. Abstr.* 27 B. 1967, 4207.

- Braun, H., und Wilcke, D. E., Bodenprofile und ihre Beziehungen zum standortbedingten Auftreten der Eisenfleckigkeit bei Kartoffeln. — *Phytopath. Ztschr.* 59. 1967, 305–336.
- Brooks, D. H., and Dawson, M. G., Influence of direct-drilling of winter wheat on incidence of take-all and eyespot. — *Ann. appl. Biol.* 61. 1968, 57–64.
- Burgess, L. W., and Griffin, D. M., Competitive saprophytic colonization of wheat straw. — *Ann. appl. Biol.* 60. 1967, 137–142.
- Butler, F. C., Saprophytic behaviour of some cereal root-rot fungi. IV. Saprophytic survival in soils of high and low fertility. — *Ann. appl. Biol.* 47. 1959, 28–36.
- Carley, H. E., and Watson, R. D., Plant phytotoxins as possible predisposing agents to root rots. — *Phytopathology* 57. 1967, 401–404.
- Christias, C., and Baker, K. F., Chitinase as a factor in the germination of chlamydospores of *Thielaviopsis basicola*. — *Phytopathology* 57. 1967, 1363–1367.
- Cunningham, P. C., A study of ploughing depth and foot and root rots of spring wheat. *Ir. J. agric. Res.* 6. 1967, 33–39.
- Domsch, K. H., und Gams, W., Die Bedeutung vorfruchtabhängiger Verschiebungen in der Bodenmikroflora. II. Antagonistische Einflüsse auf pathogene Bodenpilze. — *Phytopath. Ztschr.* 1968 (im Druck).
- Ehle, H., Einfluß der Gründüngung auf die Actinomycetenpopulation des Bodens unter besonderer Berücksichtigung der gegen *Ophiobolus graminis* Sacc. wirksamen Antagonisten. — *Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz* 73. 1966, 326–334.
- Garrett, S. D., Cellulose-decomposing ability of some cereal foot-rot fungi in relation to their saprophytic survival. — *Trans. Brit. mycol. Soc.* 49. 1966, 57–68.
- Grossmann, F., Wirkungsmechanismen der Gründüngung gegenüber bodenbürtigen Pflanzenkrankheiten. *Qualitas Pl. Mater. veg.* 15. 1968, 239–256.
- Henis, Y., Sneh, B., and Katan, J., Effect of organic amendments on *Rhizoctonia* and accompanying microflora in soil. — *Can. J. Microbiol.* 13. 1967, 643–650.
- Kiel, W., Fruchtfolgeversuche zur Populationsdynamik des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.). — *Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Berlin, N. F.* 22. 1968, 32–37.
- Lacy, M. L., and Horner, C. E., Behavior of *Verticillium dahliae* in the rhizosphere and on roots of plants susceptible, resistant, and immune to wilt. — *Phytopathology* 56. 1966, 427–430.
- Lichtenstein, E. P., Fuhremann, T. W., and Schulz, K. R., Use of carbon to reduce the uptake of insecticidal soil residues by crop plants. Effects of carbon on insecticide adsorption and toxicity in soils. — *J. agric. Food Chem., Washington*, 16. 1968, 348–355.
- Lockwood, J. L., Soil fungistasis. — *Ann. Rev. Phytopath.* 2. 1964, 341–362.
- Macer, R. C. F., The survival of *Cercospora herpotrichoides* Fron in wheat straw. — *Ann. appl. Biol.* 49. 1961, 165–172.
- MacWhithey, H. S., Characterization of fungus spore populations of crop residues by direct observation and plating of comminuted residue. — *Mycologia* 59. 1967, 921–924.
- Mitchell, R., and Alexander, M., The mycolytic phenomenon and biological control of *Fusarium* in soil. — *Nature, London*, 190. 1961, 109–110.

- Morgan, G. T., and MacLean, A. A., Influence of soil pH on an introduced population of *Pratylenchus penetrans*. — *Nematologica* 14. 1968, 311—312.
- Oostenbrink, M., Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber), een gevaarlijke parasiet voor de eenzijdige aardappel-cultuur. — Versl. Meded. plantenziektenkdg. Dienst, Wageningen, Nr. 115. 1950.
- Papavizas, G. C., and Davey, C. B., *Rhizoctonia* disease of bean as affected by decomposing green plant materials and associated microfloras. — *Phytopathology* 50. 1960, 516—522.
- Patrick, Z. A., Sayre, R. M., and Thorpe, H. J., Nematocidal substances selective for plant-parasitic nematodes in extracts of decomposing rye. — *Phytopathology* 55. 1965, 702—704.
- Petersen, H. I., og Christensen, B. D., *Ophiobolus graminis* Sacc. og *Cercospora herpotrichoides* Fron. Undersøgelse over svampenes levetid på celluloseholdigt materiale nedgravet i forskellige dybder. — *Tidsskr. Planteavl* 71. 1968, 534—537.
- Rademacher, B., Die Bedeutung des Einsatzes schwerer Ackergeräte für den Pflanzenschutz. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig*, 17. 1965, 19—21.
- , und Schmidt, O., Die bisherigen Erfahrungen in der Bekämpfung des Rüben-nematoden (*Heterodera schachtii* Schm.) auf dem Wege der Reizbeeinflussung. — *Arch. Pfl.bau* 10. 1933, 237—296.
- Reinmuth, E., Probleme der Bodenhygiene. — *Sitzungsber. dtsh. Akad. Landw.wiss. Berlin* 9. 1960, H. 12.
- , Phytopathologische Probleme auf dem Gebiet der Bodenfruchtbarkeitsforschung. — *Wiss. Ztschr. Univ. Rostock, Math.-naturwiss. Reihe*, 12. 1963, 269—277.
- Richter, E., Untersuchungen über den Einfluß der Fruchtfolge auf die Populationsdichte freilebender Nematoden im Zusammenhang mit der Kringerigkeit-Pfropfenbildung der Kartoffel. II. Auftreten der Virose. — *Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz* 75. 1968, 65—72.
- Rieder, G., Der Einfluß des Schwemmistes auf die Keimfähigkeit von Unkrautsamen. — *Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz* 73. 1966, 670—685.
- Schulz, F. A., Untersuchungen über den Einfluß der Gründüngung auf die Halmbruchkrankheit des Weizens und ihren Erreger *Cercospora herpotrichoides* Fron. I. Beeinflussung einzelner Entwicklungsphasen des Pilzes im Boden. — *Phytopath. Ztschr.* 62. 1968 a, 1—20.
- , Untersuchungen über den Einfluß der Gründüngung auf die Halmbruchkrankheit des Weizens und ihren Erreger *Cercospora herpotrichoides* Fron. III. Ursächliche Zusammenhänge zwischen Pflanzenwachstum, Gründüngung und Konidienkeimung. — *Phytopath. Ztschr.* 62. 1968 b, 205—219.
- , Fehrmann, H., und Grossmann, F., Einfluß von Pflanzenwachstum und Gründüngung auf die Sporenkeimung von *Cercospora herpotrichoides* Fron auf natürlichem Boden. — *Naturwissenschaften* 53. 1966, 534—535.
- Selçuk, M., und Grossmann, F., Einfluß der Gründüngung auf das Auftreten der *Fusarium*-Welke an Baumwolle in Gefäßversuchen. — *Plant and Soil* 26. 1967, 413—431.
- Singh, R. S., and Pandey, K. R., Stimulation of *Pythium aphanidermatum* in soil amended with chitinous materials. — *Indian J. exp. Biol.* 3. 1965, 146—147.
- Sprau, F., Das Verhalten von Zysten des Kartoffelnematoden in Kläranlagen. — *Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem* H. 121. 1967, 39—44.

- Toussoun, T. A., Patrick, Z. A., and Snyder, W. C., Influence of crop residue decomposition products on the germination of *Fusarium solani* f. *phaseoli* chlamydospores in soil. — *Nature, London*, 197, 1963, 1314–1316.
- , Weinhold, A. R., Linderman, R. G., and Patrick, Z. A., Nature of phytotoxic substances produced during plant residue decomposition in soil. — *Phytopathology* 58, 1968, 41–45.
- Wang, T. S. C., Tze-Ken Yang, and Tze-Tang Chuang, Soil phenolic acids as plant growth inhibitors. — *Soil Sci.* 103, 1967, 239–246.
- Weinhold, A. R., and Bowman, T., Selective inhibition of the potato scab pathogen by antagonistic bacteria and substrate influence on antibiotic production. — *Plant and Soil* 28, 1968, 12–24.
- Wilhelm, S., Sagen, J. E., Tietz, H., and George, A., Rigolen plowing for control of *Verticillium* wilt in cotton. — *Calif. Agric.* 21, (5) 1967, 2–4.
- Zogg, H., Studien über die biologische Bodenentseuchung. II. Beeinflussung der Pathogenität von *Ophiobolus graminis* Sacc. durch die Mikroflora verschiedener Böden mit verschiedenen Fruchtfolgen. — *Phytopath. Ztschr.* 34, 1959, 432–444.

## R. DIERCKS und G. BACHTHALER,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Zum antiphytopathogenen Potential des Bodens bei steigenden Getreideanteilen in der Fruchtfolge

Das Streben nach Betriebsvereinfachung führt heute vielfach zum verstärkten Getreideanbau auf Kosten der Blattfrüchte. Erschwerend kommt hinzu, daß unter den nunmehr erhöhten Getreideanteilen in der Fruchtfolge Weizen, Gerste und Hafer dominieren, Roggen dagegen stark in den Hintergrund tritt. Daraus resultiert die Gefahr verstärkten Auftretens der beiden Erreger von Getreidefußkrankheiten *Cercospora herpotrichoides* und *Ophiobolus graminis* sowie des Getreidezystenälchens *Heterodera avenae*. Am Prinzip der 2- bis 3-jährigen Anbaupause anfälliger und empfindlicher Getreidearten, dem traditionellen Abwehrverfahren gegen Fruchtfolgeparasiten des Getreides (B o c k m a n n 1968) kann daher nur selten noch festgehalten werden. Um so mehr erscheinen Untersuchungen gerechtfertigt, mit welchen Schäden tatsächlich zu rechnen ist, wenn dieses Prinzip durchbrochen wird. Gewisse Mindererträge könnten, betriebswirtschaftlich gesehen, schon deshalb in Kauf genommen werden, weil verstärkter Getreidebau zur Senkung der Produktionskosten führt.

Erst kürzlich hat R e i n m u t h (1968) zusammenfassend auf die Bedeutung der Fruchtfolge für die Höhe des antipathogenen Potentials des Bodens hingewiesen und Arbeiten u. a. von Z o g g (1959, 1963) in Erinnerung gebracht, wonach 2 Wirkungskomponenten zu unterscheiden sind: Einerseits ist es der Grad der Wirtseignung einer Vorfrucht, der die nachfolgende Populationshöhe eines Fruchtfolgeparasiten bestimmt. Andererseits spielt eine nicht unwesentliche Rolle, daß je nach Fruchtart und Fruchtfolge die „biologische Aktivität“ bzw. „Abwehrkraft“ eines Bodens unterschiedlich beeinflußt werden kann. Antagonisten und andere fungi- bzw. biostatische Effekte können gefördert oder auch gehemmt werden. Während früher ausschließlich der Vorfruchtwert einer Pflanzenart im Hinblick auf die Wirtseignung maßgebend für die Beurteilung des Gesundheitsgrades einer Fruchtfolge war, setzt sich heute langsam die Erkenntnis durch, daß auch die zweitgenannte Wirkungskomponente in Betracht zu ziehen ist. Arbeiten aus England lassen u. a. erkennen, daß bei ununterbrochenem Getreideanbau der Wirtspflanzencharakter sogar bis zu einem gewissen Grade an Bedeutung verlieren kann, weil die biologische Abwehrkraft des Bodens steigt (u. a. C o l l i n g w o o d 1962, G l y n n e 1965, G r e g o r y 1966, S l o p e 1967). Auch Z o g g (1967) hat kürzlich auf ähnliche Beobachtungen hingewiesen.

Wir hielten es daher für notwendig, die Fragestellung zahlreicher unserer langjährigen, ursprünglich z. T. nur pflanzenbaulich ausgerichteten Fruchtfolgeversuche auch auf die Klärung dieser phytopathologischen Zusammenhänge auszuweiten. Zwei dieser Versuche, die auf dem Versuchsgut Puch bei Fürstenfeldbruck/Obb. (Bodenart Lößlehm) laufen, sind inzwischen ausgewertet worden. Unter nachdrücklichem Vorbehalt, daß verallgemeinernde Schlußfolgerungen verfrüht wären, lassen sich die vorläufigen Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:\*)

\*) Die ausführliche Darstellung der Versuchsmethodik und der Einzelergebnisse erfolgt in einer gesonderten Veröffentlichung.

1. Unter bestimmten Bedingungen läßt sich der Anbau von Weizen und Gerste in der Fruchtfolge offenbar weiter ausdehnen als nach traditioneller Lehrmeinung angenommen wird. Zumindest scheint bei der Vierfelderwirtschaft mit 75 %igem Anteil von Weizen und Gerste die fungistatische Potenz des Bodens gegenüber *Cercospora herpotrichoides* nicht wesentlich geringer zu sein als beim Doppelfruchtwechsel mit nur 50 %igem Anteil.
2. Raps und Kartoffeln lassen bei langjährigem Wechsel mit Weizen in ihrem Vorfruchtwert keine Unterschiede erkennen. Dies trifft sowohl für die Aggressivität von *Cercospora herpotrichoides* und *Ophiobolus graminis* als auch für die Kornerträge zu.
3. Gründüngung tendiert in ihrer Einflußnahme auf die biologische Abwehrkraft des Bodens gegenläufig. Bei unmittelbar folgendem W-Weizen kann *Cercospora herpotrichoides* schwach gefördert, *Ophiobolus graminis* gehemmt werden. Damit finden Befunde von Schulz, Fehrmann und Großmann (1966) sowie Großmann (1954) und Ehle (1966) eine Bestätigung.
4. Selbst 16jährige Monokultur von Getreide (anfänglich nur W-Roggen, später Hafer, S-Gerste, S-Weizen und W-Weizen im Wechsel) hat die Leistungskraft des 1968 angebauten W-Weizens nicht wesentlich gemindert. Der Befall mit *Ophiobolus graminis* ist unter diesen Bedingungen sogar völlig unterdrückt worden.
5. Beim Verseuchungsgrad des Bodens mit dem Getreidezystenälchen *Heterodera avenae* ergeben sich eindeutige Beziehungen zur Höhe der Getreideanteile in der Fruchtfolge, insbesondere in Form von Hafer und S-Gerste. Auf die Kornerträge von W-Weizen und S-Gerste blieb der Befall jedoch ohne Einfluß. Kommende Beobachtungen werden sich darauf konzentrieren müssen, ob im Laufe der Zeit auch gegen *H. avenae* mit biologischen Abwehreffekten zu rechnen ist, wie sie von Duddington und Duthoit (1960), Collingwood (1962) und Eren und Pramer (1968) u. a. in Form gehäuftem Auftretens nematophager Bodenpilze beobachtet wurden.

#### Summary

There are reported 2 long-term continuous rotation trials. It is their most important preliminary result, that cultivation of wheat and barley obviously may be extended in the crop rotation far more than is allowed according to the traditional opinion. At least the fungistatic efficacy of the soil towards *Cercospora herpotrichoides* and *Ophiobolus graminis* in a four-course rotation with 75 % wheat and barley seems not to be lower than in a four-course rotation with 2 times foliage plants following 2 times wheat and barley. The infestation of the soil with *Heterodera avenae* however increases with higher percentage of cereals without any reduction in yield of winter-wheat and spring-barley.

#### Literatur

- Bockmann, H., Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. II. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 15. 1963, 33–37.
- , Fruchtfolgeaufbau und Fruchtfolgeumstellung im Hinblick auf die Weizenfußkrankheiten und Hafernematoden. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 20. 1968, 113–119.



- Collingwood, C. A., Continuous corn growing and cereal root eelworm in the South West. — N.A.A.S. quart. Rev. 14. 1962, 70—73.
- Duddington, C. L., and Duthoit, Cecily M. G., Green manuring and cereal root eelworm. — Plant Path., London, 9. 1960, 7—9.
- Ehle, H., Einfluß der Gründüngung auf die Actinomycetenpopulation des Bodens unter besonderer Berücksichtigung der gegen *Ophiobolus graminis* Sacc. wirksamen Antagonisten. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 73. 1966, 326—334.
- Eren, J., and Pramer, D., Use of a fluorescent brightener as aid to studies of fungistatic and nematophagous fungi in soil. — Phytopathology 58. 1968, 644—646.
- Fuchs, W. H., und Großmann, F., Kalkstickstoffversuche zu halbruchkrankem Weizen. — Agrochimica 4. 1960, 216—235.
- Glynn, Mary D., Crop sequence in relation to soil-borne pathogens. — Ecology of soil-borne plant pathogens, Berkeley and Los Angeles 1965, 423—433.
- Gregory, P. H., Fungus diseases of cereals. — Rept. Rothamst. exp. Stat. 1966, 122—124.
- Großmann, F., Das saprophytische und parasitische Wachstum von *Ophiobolus graminis* Sacc. unter dem Einfluß verschiedener Fruchtfolgepflanzen und -maßnahmen. — Phytopath. Ztschr. 22. 1954, 35—70.
- Reinmuth, E., Die Beeinflussung des antiphytopathogenen Potentials (a. P.) des Bodens durch organische Düngung und Vorfrucht. Pflanzenschutzberichte, Wien, 38. 1968, 23—31.
- Schulz, F. A., Fehrmann, H., und Großmann, F., Einfluß von Pflanzenwachstum und Gründüngung auf die Sporenkeimung von *Cercospora herpotrichoides* Fron auf natürlichem Boden. — Naturwissenschaften 53. 1966, 534—535.
- Slope, D. B., Disease problems of intensive cereal growing. — Ann. appl. Biol. 59. 1967, 317—319.
- Zogg, H., Studien über die biologische Bodenentseuchung II. — Phytopath. Ztschr. 34. 1959, 432—444.
- , Studien über die biologische Bodenentseuchung IV. — Phytopath. Ztschr. 48. 1963, 272—286.
- , Probleme der biologischen Bodenentseuchung.— 19. Int. Symp. Fytofarm., Fytiat., Gent, 1967, 401—408.

## K. REITHMEIER,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Über die Wirkung von Müllklärschlammkompost gegen den Kartoffelkrebs

Die ständig steigende Zahl neuer Herde von Rassen des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum*) und die veränderte Rechtssituation, die mit dem Erlaß der „Verordnung zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses“ vom 14. März 1966 eingetreten ist, machen es erforderlich, nach Wegen zu suchen, um einen befallenen Acker möglichst schnell wieder entseuchen zu können.

Über die Möglichkeiten der Chemotherapie in Form von Bodenentseuchungsmitteln ist vorerst noch wenig bekannt. Die Aufwendungen, die hierfür nötig wären, dürften der Praxis wahrscheinlich auch gar nicht zugemutet werden. Dagegen zeigen russische Arbeiten, daß praktische Chancen in der biologischen Bodenentseuchung liegen könnten. So soll z. B. nach D o r o z k i n (1959) möglich sein, mittels gezielter Gaben von Rinder-, Schweine- und Geflügeldung die im allgemeinen über Jahre verzögerte Keimung der Dauersporangien von *Synchytrium endobioticum* so intensiv anzuregen, daß bei gleichzeitiger Wirtspflanzenkarenz eine erheblich schnellere Selbstreinigung des Bodens zustande kommt als unter normalen Bedingungen ohne eine derartige organische Düngung.

In Ostdeutschland führten B o c h o w (1958) sowie R e i n m u t h und B o c h o w (1960) ähnliche Arbeiten mit *Plasmodiophora brassicae*, dem Erreger der Kohlhernie durch und kamen zu folgenden Ergebnissen: Beimengung von 3–5 Gewichtsprozenten Komposterde zum Kultursubstrat der Versuchsgefäße hatte wiederum Keimstimulierung der Dauersporangien zur Folge, während höhere Kompostgaben die Sporenkeimung hemmten oder sogar völlig verhinderten.

Diese letzteren Beobachtungen und die nahe Verwandtschaft von *Plasmodiophora brassicae* mit *Synchytrium endobioticum* bildeten den Anstoß für die Arbeiten, mit denen ich im Jahre 1967 unter Leitung von Herrn Priv.-Doz. Dr. D i e r c k s an der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München begann.

Die E r g e b n i s s e der ersten orientierenden Gewächshaus- und Laborversuche lassen sich wie folgt zusammenfassen\*):

1. Die Beimengung von 3 Volumenprozent Müllklärschlammkompost (MKK) zu einer sandigen Lehmerde erhöht die Infektionsrate gegenüber dem gleichen Substrat ohne MKK deutlich. Wahrscheinlich liegt eine Stimulierung der Sporenkeimung vor. Mit höher werdenden Kompostgaben tritt dagegen um so deutlicher eine fungistatische Wirkung in Erscheinung. Ab ca. 40 0/0iger Beimischung unterbleibt die Infektion völlig.

\*) Die Darstellung der Versuchsmethodik und der Einzelergebnisse soll später in einer gesonderten Veröffentlichung erfolgen.

2. Die Dauer der fungistatischen Potenz reinen Müllklärschlammkompostes ist begrenzt. Bei Pflanzungen 28 Wochen nach der künstlichen Bodenverseuchung setzten wieder normale Infektionen ein.
3. Offensichtlich ist Müllklärschlammkompost ein Substrat, das maßgeblich im Sinne von Reinmuth und Seidel (1966) das antiphytopathogene Potential des Bodens zu beeinflussen vermag. Bereits laufende Versuche werden klären müssen, ob ähnlich wie es in Rußland (Dorozkin 1959) mit Stallmist gelungen ist, auch durch geringe Kompostgaben unter praktischen Bedingungen eine so intensive Förderung der Zoosporangienkeimung induziert werden kann, daß bei gleichzeitiger Wirtspflanzenkarenz schon innerhalb kurzer Zeit ein ausreichender Entseuchungseffekt eintritt.

#### Summary

Experiments were carried out about the inhibition or activation effect of different dosis of refuse and sludge compost on the infection of potatoes (sort Deodara) by the strain 1 of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

#### Literatur

- Bochow, H., Beiträge zur Frage des Einflusses einer organischen Düngung auf den Befall von Pflanzen durch parasitische Pilze. I. Über den Einfluß verschiedener Kompostgaben auf den Herniebefall (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). — Phytopath. Ztschr. 33. 1958, 127—134.
- Dorozkin, N. A., Die biologischen Grundlagen der agrotechnischen Bekämpfungsverfahren gegen den Kartoffelkrebserreger (*Synchytrium endobioticum* [Schilb.] Perc.). — Rostlinna Vyroba 5. 1959, 131—143.
- Reinmuth, E., und Bochow, H., Beiträge zur Frage des Einflusses einer organischen Düngung auf den Befall von Pflanzen durch parasitische Pilze. II. Untersuchungen über die Wirkungsweise einer Kompostdüngung auf den Infektionsverlauf des Herniepilzes (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) — Phytopath. Ztschr. 33. 1960, 401—421.
- Reinmuth, E., und Seidel, H., Die Bedeutung des antiphytopathogenen Potentials im Rahmen der Bodenhygiene. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. N. F., Berlin, 20. 1966, 3—7.

#### Diskussion

1. Die Frage, worauf die eigentliche MKK-Wirkung zurückzuführen ist, konnte unter nochmaligem Hinweis auf den orientierenden Charakter der Versuche nicht beantwortet werden. Den Mechanismus aufzuklären, ist das weitere Ziel unserer Untersuchungen.
2. Zur Frage des Mikroorganismengehaltes von MKK wurde auf eine Untersuchungsmethode verwiesen, die zu diesem Zweck vom Kompostwerk Blaubeuren entwickelt wurde. (Spohn, E., und F. Kneer, Über die Atmung von Kompost. — Organischer Landbau 415. 1968, 68—71.) Die hierbei meßbaren Werte lassen auf einen hohen Mikroorganismenbesatz im MKK schließen.

**W. MENZINGER,**

Ingenieurakademie für Gartenbau, Osnabrück

**Zur Keimungsphysiologie von *Fusarium*-Chlamydosporen im Boden**

Ausgangspunkt für die Untersuchungen, deren Ergebnisse hier mitgeteilt werden, waren Beobachtungen, die in Kalifornien gemacht wurden. Dort treten in Forstbaumschulen z. T. starke Verluste bei Kiefernanzuchten (*Pinus lambertiana*) durch *Fusarium oxysporum* f. sp. *pini* auf. Im Boden der Baumschulen lassen sich jederzeit hohe Keimzahlen des Pilzes nachweisen. Es gelingt hingegen nicht, aus den Böden benachbarter alter Kiefernforsten Fusarien zu isolieren. Auch eine Anreicherung dieser Forstböden mit *Fusarium* mißlang. Die in den Boden eingebrachten Chlamydosporen nahmen zahlenmäßig sehr schnell ab und waren unabhängig von der ursprünglichen Menge nach 3–4 Jahren im Boden nicht mehr nachweisbar. Das widerspricht den bisher bekannten Angaben, nach denen Chlamydosporen von *Fusarium* z. T. 40–50 Jahre im Boden überleben können, steht aber in Einklang mit der oft beschriebenen Tatsache, daß Böden von Nadelwäldern kein *Fusarium* enthalten.

Mit Hilfe chromatographischer Methoden konnte festgestellt werden, daß die auf diesen Böden lagernde dicke Nadelschicht etwa 15 verschiedene Aminosäuren enthält. Diese können durch Niederschläge aus den Nadeln extrahiert und in den Boden eingewaschen werden und bringen die dort vorhandenen Chlamydosporen von *Fusarium* zum Keimen. Auch in abgeworfenen Nadeln anderer Koniferen, sowie in abgestoßenen Laubblättern und in reifem Getreidestroh konnte eine ebenso hohe Zahl von Aminosäuren nachgewiesen werden. Versuche ergaben, daß sowohl die Menge der am Untersuchungsort fallenden Niederschläge als auch die der in den Nadeln enthaltenen Aminosäuren genügen würden, um eine Keimrate von über 90 % der im Boden vorhandenen Chlamydosporen von *F. oxysporum pini* zu erreichen. Keimteste mit Sporensuspensionen ohne Boden, denen reine Aminosäuren beigemischt wurden, ergaben eine Keimrate jeder einzelnen Aminosäure von ca. 90 % bei  $10^{-1}$  mol. Lösungen und eine Rate von ca. 20 % bei  $10^{-6}$  mol. Lösungen. Auch andere *Fusarium*-Arten reagieren ähnlich.

Durch den beschriebenen Vorgang entsteht im gesamten Boden somit derselbe Effekt, der normalerweise nur durch die Wurzelexsudate der Wirtspflanzen in deren Rhizosphäre hervorgerufen wird, und der dort die Voraussetzung für eine Infektion ist. Hier aber könnte weder eine Infektion eintreten, noch kann es zur Bildung neuer Chlamydosporen kommen, da schon wenige Stunden nach der Keimung eine Lyse der Keimhyphen beginnt, die um so intensiver ist, je höhere Mengen von Aminosäuren zugegeben werden. Durch die auf diese Weise in Abwesenheit der Wirtspflanze erzwungene Keimung der Dauerorgane und die anschließende Abtötung der Keimhyphen kommt es zu einer sehr starken Reduzierung der Population im Boden. Die Klärung, wieweit die zuletzt genannten, im Labor gewonnenen Ergebnisse auf natürliche Verhältnisse in unsere Breiten zu übertragen sind, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Ebenso bleibt zu prüfen, ob dieses das einzige Phänomen ist, das für den beobachteten starken Rückgang von *Fusarium*-Populationen in natürlichen Forstböden verantwortlich ist.

## S u m m a r y

Investigations the results of which are reported here, had been initiated by the observation that high populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *pini* which had been brought into soils of pine forests will be drastically reduced, so that after 2—4 years all attempts of reisolating the fungus from soil were unsuccessful. Analysis by means of chromatography of water extracts of the pine duff which covers the pine forest soils yielded at least 15 amino acids. All of them very intensively stimulate germination of chlamydo spores of *Fusarium* in spore suspensions as well as in soil. A single amino acid is able to induce a germination rate of more than 90 %. In laboratory tests germination of chlamydo spores in soil is followed by lysis of the germ tubes within a few hours. Thus, infection of host plants or production of new resting stages could not take place. Whether the same process will be responsible for the reduction of *Fusarium* in natural forest soil, as described, will need further investigation.

**B. STILLE,**

Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

**Bakteriophagen in bodenhygienischer Sicht**

Für das Überleben, die Massenvermehrung wie für die Verdrängung pflanzenpathogener Bakterien im Boden sind zahlreiche Faktoren verantwortlich. Sie sind in ihrer Gesamtheit bisher kaum zu erfassen und in ihrem Zusammenwirken noch nicht zu überblicken. Andeutungsweise seien genannt: Bodentyp, Bodenbearbeitung und Düngung, Klimabereich und klimatische Fluktuationen, Fruchtfolge sowie durchlaufene Epidemien; ferner die Anreicherung bestimmter Pflanzenreste, die einerseits saprobiontischen Parasiten als Nährsubstrat dienen, andererseits aber auch direkte Hemmwirkungen ausüben oder indirekt hemmend wirken können, indem im Verlaufe ihrer Zersetzung mikrobizide Substanzen entstehen. Eine bedeutende Rolle spielen die Nahrungskonkurrenz der Mikroben untereinander, ferner die Antibiose und endlich auch die Tatsache, daß die Mikroben sich häufig gegenseitig parasitieren können: So werden Pilze von Bakterien und Pilzen ebenso parasitiert wie Bakterien ihre besonderen Parasiten haben, bei denen es sich teils um andere Bakterien, teils um die winzigen von Stolp entdeckten Bdellovibrionen und teils um Bakterienviren, die sogenannten Bakteriophagen handelt.

In Systemen, die weniger komplex sind als Ackerböden, z. B. in Abwässern, bei der Essiggärung und bei der Käseherstellung, können Bakteriophagen mitunter stark eingreifen und entscheidend zur Selbstreinigung und Entseuchung der Gewässer beitragen; sie können aber auch störend wirken und Fehlgärungen in Industrie und Haushalt verursachen.

Einer tiefgreifenden Selbstreinigung bakteriell verseuchter Acker- und Gartenböden durch Bakteriophagen stehen jedoch eine Reihe natürlicher Gegebenheiten entgegen. Dazu gehören einerseits die Inhomogenität des Bodens mit seinen ökologischen Nischen und Adsorptionskräften und andererseits die Tatsache, daß sich unter dem Bakteriophagenangriff resistente, insbesondere temperente, Bakterienstämme herausbilden und durchsetzen können. So wenig lohnend ein gezielter Einsatz von Anreicherungen spezifischer Bakteriophagen zur Bekämpfung bakterieller Pflanzenkrankheiten auch sein mag, ganz allgemein handelt es sich bei dem Verhalten der Bakterien gegenüber ihren Phagen um ein lebenswichtiges biologisches Grundphänomen: es würden nämlich mit der gleichen Wahrscheinlichkeit wie pflanzenpathogene Bakterienarten auch alle übrigen Bodenbakterien — wie Stickstoffbinder, Nitrifikanten, Zellulosezerersetzer, Proteolyten usw. — durch deren spezifische Bakteriophagen ausgeschaltet, und letztlich wäre die katastrophale Folge eine totale Unterbrechung des gesamten Mineralisationsvorganges und eine Blockierung des Kreislaufes der Stoffe in der Natur. Eine negative Wirkung von Bakteriophagen in bodenhygienischer Hinsicht besteht nach den Befunden amerikanischer Forscher darin, daß sie bestimmte *Rhizobium*-Rassen im Boden weitgehend reduzieren bzw. ausschalten können, so daß es dann bei Kleearten — insbesondere Luzerne — zu mangelhafter Knöllchenausbildung oder zur Infektion durch leistungsschwächere Symbionten kommen kann, einer Erscheinung, die dann als „Bodenmüdigkeit“ bei den betroffenen Leguminosenarten registriert wird. In ähnlicher Weise dürfte

auch das Infektionspotential pflanzenpathogener Bakterien im Boden herabgesetzt werden, zumal die Resistenz gegenüber einem bestimmten Phagen für die Erreger keinen absoluten Schutz darstellt: Es können sich dann vielmehr sekundär andere spezifische Bakteriophagentypen anreichern, welche die ursprünglich resistenten Bakterien lysieren.

Wenn auch die Aussichten gering erscheinen müssen, Bakteriophagen zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten einzusetzen, sei es durch eine direkte Zugabe oder aber durch eine Anreicherung durch Kulturmaßnahmen, so stellen sie dennoch für die Lösung zahlreicher bodenhygienischer Fragen ein lohnendes Forschungsobjekt dar. Ich muß mich hier aus zeitlichen Gründen auf einige Andeutungen beschränken und dabei auf methodische Einzelheiten verzichten. So gestattet der qualitative und quantitative Nachweis spezifischer Bakteriophagen, den Verseuchungsgrad von Böden durch bestimmte pflanzenpathogene Bakterienarten und deren lokale Verteilung und Ausbreitung weitgehend zu erfassen. Sowohl aus nichtverseuchten als auch aus wiedergesundeten Böden lassen sich die entsprechenden Phagen nicht kulturell gewinnen, da sie in ersteren primär nicht vorhanden sind und in letzteren nach dem Verschwinden ihrer Wirtszellen zugrunde gehen. Rein-isolierte Phagen halten sich nämlich in Sterilfiltraten über sehr lange Zeiträume, da sie keinen eigenen Stoffwechsel haben, im Boden werden sie dagegen in die allgemeinen mikrobiellen Abbauprozesse mit einbezogen, da sie reich an organischen Stoffen sind. Der Nachweis spezifischer Phagen dürfte somit bei weiterer Erforschung aller komplexen Begleitfaktoren auch die Prognose von zu erwartenden Pflanzenbakteriosen erleichtern; das trifft nach japanischen Forschern für einen Sonderfall bereits heute zu: bei der experimentell leichter zugänglichen Bewässerungskultur im Reisanbau gestattet der zahlenmäßige Phagennachweis eine zeitliche Voraussage, wann mit einem Krankheitsausbruch durch *Xanthomonas oryzae* zu rechnen ist.

Erwähnenswert sind ferner jene Arbeiten, die sich mit der Erforschung der Überwinterung pflanzenpathogener Bakterienarten in Pflanzenteilen — wie Wurzelstöcken, Blättern, Früchten und Samen — sowie im freien Boden und in der Rhizosphäre mit Hilfe des Phagennachweises befassen und so die Grundlage zu gezielten bodenhygienischen Maßnahmen darstellen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die verwandtschaftliche Klassifizierung pathogener Bakterienarten durch Bakteriophagen. Bei der Unzahl bisher beschriebener und als gesonderte Spezies bereits benannter Krankheitserreger ist nämlich häufig deren gesamtes Wirtsspektrum noch weitgehend unbekannt, so daß es trotz möglicher Identität zu Mehrfachbenennungen oder aber auch zu mangelhafter Trennung nicht-identischer Arten gekommen ist. Wenn auch z. Z. eine gesicherte Klärung dieses Fragenkomplexes allein durch Bakteriophagen kaum möglich erscheint, so stellt ihr Einsatz in Verbindung und Ergänzung mit anderen Identifizierungsmethoden (z. B. dem kulturellen Nachweis, dem Infektionsverhalten, der Serologie) eine wesentliche Bereicherung dar.

Es ist ferner möglich, mit Hilfe von Phagen verhältnismäßig leicht und rasch zu entscheiden, ob Saatgut in bakterieller Hinsicht einwandfrei oder aber mit Krankheitskeimen, die den späteren Ausbruch von Bakteriosen befürchten lassen, behaftet ist. In umgekehrter Richtung liegen bereits begrenzte Erfolge vor bei der Sanierung bakterien-infizierten Saatgutes durch die Behandlung mit spezifischen Phagen.

Als letztes Anwendungsgebiet von Phagen möchte ich hier die Möglichkeit erwähnen, die Wirksamkeit von bakteriziden Chemikalien bei der Saatgutbehandlung, in infizierten Pflanzenteilen und auch im verseuchten Freiland zu kontrollieren, da nach der Ausmerzung der Krankheitserreger eine Phagenvermehrung unterbleibt.

Mit dieser gedrängten und nicht-erschöpfenden Übersicht hoffe ich angedeutet zu haben, daß die Bakteriophagen im biologischen Geschehen, und nicht zuletzt auch in bodenhygienischer Sicht, eine wichtige Rolle spielen und daß trotz zahlreicher wesentlicher Erkenntnisse noch ein lohnendes Gebiet für weitere Forschungen offensteht.

#### S u m m a r y

A concised survey is given about the importance of bacteriophages (Bph.) in the light of soil hygienic considerations. Various reasons account for narrow limits towards biological self purification of soils, infested by pathogenic bacteria. However, a reduction of infestation potentials of plantpathogenic bacteria by Bph. is likely to occur, just as a diminution of certain Rhizobium strains, both effects imposing disturbances upon host-parasite relationships. Bph. are well suitable to evaluate the degree of soil infestation. They further reflect the rate of survival of plantpathogenic bacteria throughout seasonal changes, and they provide information about the efficiency of soil disinfectans in the natural environment. Bph. can be used in seed examination to reveal seeds infested by bacteria and to scrutinize chemical compounds regarding their efficiency for seed protection.



Vorsitz: *Großmann* (Gießen)

## A. KLOKE,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für nichtparasitäre Pflanzenkrankheiten, Berlin-Dahlem

### Einflüsse der Immissionen auf den Boden\*

In der Kette Boden—Pflanze—Tier—Mensch ist der Boden das erste Glied. Seine Gesundheit, Ertragsfähigkeit und Fruchtbarkeit im Interesse des Menschen zu erhalten und zu verbessern, sollte Aufgabe aller sein, nicht nur die des Landwirtes. Der Fortschritt auf den verschiedensten Gebieten hat es mit sich gebracht, daß heute Stoffe auf oder in den Boden gelangen, an deren Bedeutung für die Gesundheit des Bodens vor 10 Jahren noch niemand dachte. Von einigen dieser Stoffe soll hier gesprochen werden. In der Zukunft werden bestimmt noch viele andere hinzukommen, denen wir unsere Aufmerksamkeit schenken müssen.

#### 1. Blei

Bei der Verbrennung von Bleitetraäthyl in Ottomotoren, das dem Benzin in Mengen von 0,02—0,06 Vol % beigemischt wird, entstehen verschiedene Bleiverbindungen. Diese Bleiverbindungen bleiben in Aerosolform eine gewisse Zeit in der Luft beiderseits der Verkehrswege und gelangen langsam auf Pflanze und Boden. Über die Anreicherung der Pflanze mit Blei haben Cannon und Bowles (1962), Kloke und Riebartsch (1964), Kloke, Riebartsch und Leh (1966), Leh (1966), Suchodoler (1967), Amberger (1967), Keller und Preis (1967) und andere Autoren im einzelnen berichtet und gesagt, daß der Bleigehalt der Pflanzen an den Rändern der Verkehrswege  $> 500$  ppm Pb erreichen kann. Die Höhe der Kontamination der Pflanzen mit Blei ist abhängig von:

1. der Verkehrsdichte
2. der Entfernung der Pflanze von der Fahrbahn
3. der Expositionszeit der Pflanzenorgane
4. der Oberflächenbeschaffenheit des Blattes, rauh, gewellt, behaart
5. der Stellung des Blattes (senkrecht, waagrecht)
6. der Menge und Verteilung der Niederschläge
7. der Windstärke und Windrichtung.

Der Bleigehalt pflanzlicher Nahrung ist abhängig von folgenden Faktoren:

1. der Herkunft des Pflanzenmaterials (verkehrsnahe, verkehrsfremd)
2. der Art der zum Verzehr kommenden Pflanzenteile (Wurzel, Knolle, Rübe, Zwiebel — innere oder äußere Pflanzenteile — ober- oder unterirdisch gewachsen)
3. gewaschener oder ungewaschener Verzehr von rohem Pflanzenmaterial
4. der Art der Zubereitung zum Verzehr (geschält, ungeschält)
5. Verzehr roh oder gekocht.

\*) Bezüglich der in Coburg gezeigten Diapositive wird auf die jeweils angegebene Literatur verwiesen.

Bei einer angenommenen Verkehrsdichte von 10 000 Autos/Tag, wie sie auf normal befahrenen Autobahnen auftritt, ergibt sich eine Bleizufuhr von jährlich 3 mg/kg Boden, wenn man annimmt, daß das ausgestoßene Blei beiderseits der Fahrbahn bis zu einer Entfernung von 50 m verbleibt. Der Bleigehalt wird hier also bei 10 000 Autos/Tag jährlich um 3 ppm erhöht. Welche Bedeutung das Blei hat, geht auch aus dem Benzinverbrauch in der Bundesrepublik hervor. Bei einem Verbrauch von 10 Millionen Tonnen jährlich und einem Bleitetraäthylgehalt von 0,02 bis 0,08 Vol % bzw. einem Pb-Gehalt von 210 bis 850 mg/l Benzin beträgt der Bleiausstoß 2100 bis 8500 t jährlich.

50 Jahre Autoverkehr bedeuten eine Erhöhung des Bleigehaltes beiderseits der Fahrbahn bis 50 m um 100 bis 200 ppm. Je km Autobahn beträgt die unter Bleizufuhr stehende Fläche 10 ha, bei 10 000 km Autobahnen und stark befahrenen Straßen also 100 000 ha, wenn man nur eine Verbleibung bis zu 50 m beiderseits annimmt. In Wirklichkeit geht sie aber — allerdings mit abnehmender Intensität — weiter.

Der natürliche Bleigehalt des Bodens liegt nach Winogradow (1954) bei 0 bis 44 ppm, nach Swaine (1955) bei 16 ppm, nach Scheltinga (1955) in holländischen Böden zwischen 7 und 110 ppm und nach Balks in westfälischen Böden zwischen 10 und 80 ppm. Wir fanden in einigen Böden Werte zwischen 5 und 57 ppm (Kloke 1965). Die Bleigehalte werden also nach einem Menschenalter um das 3- bis 10fache höher liegen. Liegt nun in der stetigen Erhöhung der Bleigehalte des Bodens um etwa 3 ppm jährlich eine Gefahr? (Vgl. auch Balks 1961, Knickmann 1959).

In einem Gefäßversuch haben wir zu Quarzsand als Substrat steigende Mengen Blei als Bleinitrat gegeben und eine sehr starke Erhöhung des Bleigehaltes in verschiedenen Pflanzenteilen von Tomaten, Kartoffeln und Weidelgras festgestellt (Kloke 1965). Wenn auch der größere Teil des in der Pflanze schwer beweglichen Bleies in oder an den Wurzeln verblieb, so ist die Erhöhung in den oberirdischen Pflanzenteilen doch erheblich. Eine Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums konnten wir in den Gefäßversuchen allerdings nicht feststellen. Da Blei von allen Schwermetallen im Boden am stärksten von seinen Sorptionskörpern festgehalten wird, ist die Bleiaufnahme aus einem natürlichen Boden wesentlich geringer. Hierüber liegen noch keine Untersuchungen vor. Auch ist heute noch nicht bekannt, welche Bleimengen für den Menschen noch vertretbar sind. Entsprechende Richtwerte erarbeitet zur Zeit eine Arbeitsgruppe der VDI-Kommission „Reinhaltung der Luft“, Düsseldorf.

Für das Tier hat die Futtermittelrechtskommission der EWG als vorläufigen Grenzwert 10 ppm Pb in der Trockensubstanz des Gesamtfutters festgelegt (Anonym 1965). Dieser Wert wird im Futter aus der Verkehrsnähe heute um ein Vielfaches überschritten. Da aber nicht nur Futter von verkehrsnahen Standorten verfüttert wird, dürfte der Wert insgesamt noch nicht erreicht werden. Trotzdem ist es erforderlich, die Bleianreicherung sowohl im Boden als auch in der Pflanze zu verfolgen, da einmal dem Boden zugeführtes Blei aus ihm nicht wieder entfernt werden kann und auch nicht ausgewaschen wird. Im Interesse der Gesundheit von Boden, Pflanze, Tier und Mensch würde es jedoch liegen, wenn andere Chemikalien als Bleitetraäthyl dem Benzin als Antiklopffmittel zugesetzt werden.

## 2. Streusalze

Ein weiteres gravierendes Problem sind die Streusalze, die in jedem Winter auf den Straßen ausgestreut werden müssen (Sauer 1967). Das „Merkblatt für Auftausalze gegen Winterglätte auf Straßen“, das von der „Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen“ herausgegeben wird, nennt:

- |   |                   |
|---|-------------------|
| a) vergälltes Koch-, Stein- oder Siedesalz                  | NaCl              |
| b) Rückstandssalze aus der Kalirohsalzverarbeitung, zumeist | NaCl              |
| c) Magnesiumchlorid   | MgCl <sub>2</sub> |
| d) Calciumchlorid   | CaCl <sub>2</sub> |
| e) Mischungen aus a), c) und d).                            |                   |

NaCl wirkt bis Temperaturen von etwa  $-6$  bis  $-10^{\circ}\text{C}$

MgCl<sub>2</sub> „ „ „ „  $-15^{\circ}\text{C}$

CaCl<sub>2</sub> „ „ „ „  $-20^{\circ}\text{C}$

Nach Th e m l i t z (1964) lagen die je km Autobahn gestreuten Mengen im Winter 1961/62 zwischen 2,19 t (Schleswig-Holstein) und 13,5 t (Bayern), im Winter 62/63 zwischen 4,13 t (Schleswig-Holstein) und 29,02 t (Nordrhein-Westfalen). Im Bundesdurchschnitt wurden 1961/62 7,87 t und 62/63 18,26 t je km verstreut. Bei  $2 \times 8 = 16$  m Fahrbahnbreite ergeben sich Salzmengen von durchschnittlich 490 bzw. 1140 g je m<sup>2</sup>. Örtlich dürften die gegebenen Salzmengen um ein Vielfaches höher liegen. Die Wirkungen der Salzlösungen, die der fließende Verkehr auf die Bepflanzung der Mittel- und Randstreifen schleudert, sind erheblich, wie Sauer (1967) berichtet.

Geht man von 20 t Salz/km aus, so kommen auf den laufenden Meter 20 kg Salz, von dem die Hälfte beiderseits der Fahrbahn auf den Boden gelangt, wenn man annimmt, daß die andere Hälfte abfließt (oder an den Wagen hängen bleibt). 5 kg Salz müssen von etwa 5 m<sup>2</sup> Boden aufgenommen werden. Vergleicht man diese Mengen jetzt mit einer Kalidüngung von 100 kg K<sub>2</sub>O = 250 kg 40iger Kali/ha = 25 g/m<sup>2</sup>, so ist die Salzanreicherung des Bodens 40mal so hoch wie bei dieser Düngung. Neben der unmittelbaren Pflanzenschädigung müßte es also zu einer Versalzung des Bodens mit NaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> und CaCl<sub>2</sub> kommen. Solange der Boden im Winter gefroren ist, wird ein Teil der Salzmengen abfließen. Dieses geht auch aus Zahlen von Th e m l i t z (1964) hervor, der bei einer entsprechenden Untersuchung keine Erhöhung der Salzkonzentration im Boden fand. Holmes (1961) und Holmes und Baker (1966) stellten in Böden von Massachusetts allerdings eine Anreicherung des Bodens mit Salzen fest und als Folge davon eine Erhöhung des Chloridgehaltes der Blätter der Straßenbäume.

Auf die Bedeutung der Streusalze für die Bäume an Straßen weisen auch Ruge und Stach (1968) und Ruge (1968) hin, die ebenfalls eine Erhöhung des Chloridgehaltes in den Blättern feststellten. Gerade für die Bäume an unseren Straßen in den Städten bedeutet das Streusalz eine ungeheure Gefahr, da durch diese Salze mit den Ionen Na<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup> und vor allem Cl<sup>-</sup> andere Pflanzennährstoffe langsam aus dem Boden verdrängt werden. Ein Ersatz durch Düngung findet aber nicht statt. Über die Schäden an Pflanzen in Parkanlagen und Straßen, die heute ein besonderes Problem darstellen, berichten Holmes, Chater und Becker eingehend.

### 3. Erdgas

Über Schäden an Pflanzen durch Erdgas haben Kühne und Köster (1967) aus Leer und Oldenburg berichtet. Da der gleiche Fall in diesem Sommer auch in Limburg an der Lahn auftrat (Schwerdt 1968), möchte ich kurz darauf eingehen. Erdgasschäden traten, soweit mir bekannt, bisher in Gent/Belgien an Platanen, in Leer und Limburg an Linden nach der Umstellung von Leuchtgas auf Erdgas auf. Sie wurden auch in den USA festgestellt (Adams und Ellis 1960, Pironne 1962). Leuchtgas wird relativ feucht und mit niedrigen Drücken angeliefert, Erdgas aber trocken und mit höheren Drücken. Hierdurch trocknen die Dichtungen in den Muffenverbindungen der Rohrleitungen aus und werden durch die höheren Drucke vom Erdgas langsam herausgedrückt, so daß das Erdgas austreten kann. Eine andere Ursache für den Austritt von Gasen war kürzlich in Berlin-Dahlem zu beobachten. Gasspürtrupps hatten im Boden Gas festgestellt. Die Freilegung der Rohrleitung zeigte, daß die Wurzeln von zwei Kastanien das Gasrohr in die Zange genommen und eingedrückt hatten. Das Rohr war geborsten. Im Boden verdrängt das Gas die Bodenluft und schafft anaerobe Verhältnisse. Die Mikroflora stellt sich von Aerobiern auf Anaerobier um, und es kommt zu einer Reduzierung der Manganverbindungen. Der Gehalt an reduziertem, pflanzenaufnehmbarem Mangan ( $Mn^{++}$ ) kann so hoch werden, daß Pflanzenschäden eintreten. Der Boden selbst wird, vornehmlich durch die anaerobe Zersetzung des organischen Materials, schwarz und stinkt u. a. nach Buttersäure. Fehlende Bodenluft, Zersetzungsprodukte und hohe Gehalte an pflanzenaufnehmbarem Mangan rufen den Tod der Bäume und Sträucher über den Muffen hervor. Das Erdgas selbst enthält keine pflanzenschädigenden Stoffe wie das Leuchtgas (Pironne 1960). Bei Gasaustritten in den Boden ist es nach Reparatur der Rohrleitung nicht erforderlich, den Boden auszuheben, da sich bald nach Luftzufuhr wieder die normalen Bodenverhältnisse einstellen. Bei der Umstellung von Leuchtgas auf Erdgas ist die Verlegung von neuen Rohrleitungen anzuraten.

### 4. Mineralöle

Über die Verunreinigung des Bodens mit Mineralölen haben Grummer (1964), Klocke und Sahm (1961), Klocke und Leh (1963, 1966 a, b) berichtet. Sie tritt immer dann ein, wenn durch Unglücksfälle aus Rohrleitungen, Tankwagen und Heizöltanks Öle in den Boden kommen. Der Verein von Gas- und Wasserfachmännern in Frankfurt sammelt alle Berichte über Ölunfälle. Ihre Zahl ist in den letzten Jahren erschreckend gestiegen.

Neben einer Gefahr der Verunreinigung des Grundwassers wird durch die Verölung des Bodens für mehrere Jahre jeder Pflanzenwuchs unterdrückt. Bei oberflächlichen Bodenverölungen ist das Zumischen von nicht veröltem Boden im Verhältnis von 2 Teilen gesundem zu 1 Teil veröltem Boden erforderlich. Die Gefahr für eine längere Verhinderung des Pflanzenwuchses ist um so geringer, je leichter das Öl ist. Benzin verschwindet schneller aus dem Boden (zumeist durch Verdampfen) als Heizöl. Mineralöle können im Boden Jahrzehnte nachweisbar bleiben (Zimmermann 1965).

### 5. Radioaktivität

Die Atombombenversuche in der Atmosphäre wurden auf der nördlichen Halbkugel zwar seit langem eingestellt, trotzdem wird auch heute noch vor allem Strontium-90 aus den damaligen Versuchen dem Boden zugeführt (Hardy

u. a. 1968). Nach dem letzten Bericht des BMwF betrug die Zufuhr zum Erdboden im Dezember 1967  $1,2 \text{ mCi/km}^2$  Gesamtbeta-Aktivität, dagegen im Juni 1963  $110 \text{ mCi/km}^2$  (A n o n y m 1968).

Zur Zeit füllt die Zufuhr den Rückgang durch Zerfall noch auf, so daß ein Gleichgewicht besteht. Die Gesamt-Radioaktivität des Bodens als Folge der früheren Atombombenversuche hat somit ihren Höchstwert, der örtlich sehr unterschiedlich ist und zwischen  $1000$  und  $4000 \text{ pCi/km}^2$  liegt, erreicht. In den nächsten Jahren ist also mit einem langsamen Rückgang zu rechnen, wenn nicht neue Versuche auf der nördlichen Halbkugel durchgeführt werden. Fallout aus Atombombenversuchen auf der südlichen Halbkugel erreicht aufgrund bestimmter Strömungsverhältnisse in den höheren Luftschichten die nördlichen Breiten nicht. Schäden an Pflanzen und Böden rufen die derzeitigen Gehalte an strahlenden Stoffen im Boden nicht hervor.

### S c h l u ß

Alle Stoffe, die durch Dritte in und auf den Boden gelangen, beeinflussen seine Fruchtbarkeit und letztlich auch Ertrag und Pflanzenqualität. Die Wirkungen kleiner Mengen müssen für den Boden nicht immer nachteilig sein (K l o c k e 1965). Sie beeinflussen nicht nur die chemischen, sondern auch die physikalischen Bodenverhältnisse. Schadstoffe, wie sie hier genannt sind, sollten jedoch dem Boden nicht zugeführt werden. Auf die klassischen Stoffe der Rauchschadenskunde wie Schwefeldioxid und Fluor wurde bewußt nicht eingegangen. Es kam darauf an, an Beispielen zu zeigen, daß allen Abfällen, die der Fortschritt der Menschheit mit sich bringt, größte Aufmerksamkeit gewidmet werden muß, damit die Landwirtschaft auch in Zukunft hohe Erzeugnisse ohne schädliche Rückstände wie Blei liefern kann. Aber nicht nur für die landwirtschaftlichen Erzeugnisse ist die Reinerhaltung des Bodens von Bedeutung, sondern auch für das Wachstum der Pflanzen an Straßen und in Grünanlagen.

### S u m m a r y

Emissions of a modern industrialized society such as (1) lead from gas combustion of cars, (2) salt used against snow and ice on roads, (3) gas escaping from pipes when changing from lighting-gas to natural gas, (4) mineral oils that by accidents soak into the soil, and (5) radioactive fall-out have been discussed in relation to plant growth. A greater consideration of these factors is requested.

### L i t e r a t u r

- A d a m s, R. S., and E l l i s, R., Some physical and chemical changes in the soil brought about by saturation with natural gas. — Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 24. 1960, 41–44.
- A m b e r g e r, A., Moderne Betrachtungsweise und aktuelle Fragen der Pflanzenernährung. — Bayer. landw. Jahrb. 44. 1967, Sonderh. 2, 10–22.
- A n o n y m, Mitt. Verb. deutsch. Landw. Unters.- u. Forschungsanst. Nr. 3. 1965, 81.
- , Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung 4. Vierteljahr 1967. — Herausg. Bundesminister für Wissenschaftliche Forschung Bonn, 1968, 179 S.

- Balks, R., Untersuchungen über den Bleigehalt des Bodens. — Kali-Briefe Fachgeb. I, 1961, Folge 11.
- Cannon, H. L., and Bowles, J. M., Contamination of vegetation by tetraethyl lead. — *Science* 137. 1962, 765–766.
- Grummer, H. J., Untersuchungen an einem mit Rohöl überfluteten Sandboden im Emsland. — *Landw. Forsch.* 17. 1964, 229–243.
- Hardy, E. P., Meyer, M. W., Allen, J. S., and Alexander, L. T., Strontium-90 on the earth's surface. — *Nature*, London, 219. 1968, 584–587.
- Holmes, F. W., Salt injury to trees. — *Phytopathology* 51. 1961, 712–718.
- , and Baker, J. H., Salt injury to trees. II. Sodium and chloride in roadside sugar maples in Massachusetts. — *Phytopathology* 56. 1966, 633–636.
- , Chater, C. S., and Becker, W. B., Culture, diseases, injuries and pests of maples in shade and ornamental plantings. — *Cooperative Extension Coll. Agric. Univ. Massachusetts*, Publ. 443.
- Keller, T. H., and Preis, H., Der Bleigehalt von Fichtennadeln als Indikator einer verkehrsbedingten Luftverunreinigung. — *Schweizer. Ztschr. Forstw.* 3. 1967, 143 bis 162.
- Kloke, A., Luftverunreinigung in der Landschaft. — *Naturschutz in Niedersachsen* 1965, H. 9/10, 5–27.
- , Bericht an den Bundesminister für wiss. Forschung zum Forschungsauftrag über die Aufnahme von Blei durch Kulturpflanzen. 1965.
- , und Leh, H.-O., Der Einfluß von Mineralölen im Boden auf die Pflanzenentwicklung. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, Braunschweig, 15. 1963, 85–88.
- , und —, Untersuchungen über das Verhalten von Heiz- und Treibölen im Boden. — *Wasser und Boden* 18. 1966, 422–425.
- , und —, Untersuchungen über die Beeinflussung der Pflanzenentwicklung durch Verunreinigung des Bodens mit Heiz- und Treibölen. — *Wasser und Boden* 18. 1966, 324–328.
- , und Riebartsch, K., Verunreinigung von Kulturpflanzen mit Blei aus Kraftfahrzeugabgasen. — *Naturwissenschaften* 51. 1964, 367–368.
- , —, und Leh, H.-O., Verunreinigung von Kulturpflanzen mit Blei aus Kraftfahrzeugabgasen. — *Landw. Forsch.* 20. 1966, Sonderh., 119–123.
- , und Sahm, U., Der Einfluß von Heizöl im Boden auf die Pflanzenentwicklung. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, Braunschweig, 13. 1961, 124–126.
- Knickmann, E., Zur Nutzung unfruchtbarer Böden mit hohem Gehalt an Blei und Zink. — *Ztschr. Pflernährg., Düngung, Bodenkunde* 84. 1959, 255–258.
- Kühne, H., und Köster, P., Erdgasschäden an Straßenbäumen. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, Braunschweig, 19. 1967, 121–122.
- Leh, H.-O., Verunreinigung von Kulturpflanzen mit Blei aus Kraftfahrzeugabgasen. — *Gesunde Pflanzen* 18. 1966, 21–24.
- Pirone, P. P., The response of shade trees to natural gas. — *Garden J. New York bot. Garden* 10. 1960, 25–29.
- Ruge, U., Die Gefährdung der Straßenbäume in Großstädten. — *Gartenwelt* 68. 1968, 284–286.
- , und Stach, W., Über die Schädigung von Straßenbäumen durch Auftausalze. — *Angew. Bot.* 42. 1968, 69–77.

- Sauer, G., Über Schäden an der Bepflanzung der Bundesfernstraßen durch Auftausalze. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 19. 1967, 81–87.
- Scheitlinja, H., Lood in grond, plant en dier. — Landbouwkundig Tijdschr. 67. 1955, 153–154.
- Schwerdt, K., Mündliche Mitteilung 1968.
- Suchodoller, A., Untersuchungen über den Bleigehalt von Pflanzen in der Nähe von Straßen und über die Aufnahme und Translokation von Blei durch Pflanzen. — Ber. schweiz. bot. Ges. 77. 1967, 266–308.
- Swaine, D. J., The trace-element content of soils. — Farnham Royal Bucks. England, Commonwealth Agric. Bureaux, 1955, 83–87.
- Themlitz, R., Auswirkung der Salzanwendung auf Straßen im Winterdienst in bodenkundlicher, agrikulturchemischer und pflanzenphysiologischer Hinsicht unter besonderer Berücksichtigung der Gehölzflora. — Referat, gehalten auf der Sitzung der Forschungsges. f. d. Straßenwesen e. V. am 26./27. 5. 1964.
- Winogradow, A. P., Geochemie seltener und nur in Spuren vorhandener chemischer Elemente im Boden. — Akademie-Verlag Berlin 1954, 184–187.
- Zimmermann, W., Hygienische Beurteilung der Versickerung von Erdölprodukten. — Gutachten über das Verhalten von Erdölprodukten im Boden, angefertigt im Auftrag des Bundesministers für Gesundheitswesen 1965, 49–77.

## C. VAN ASSCHE, H. VAN DEN BROECK und A. VANACHTER

Laboratorium voor Phytopathologie en Plantenbescherming  
Katholieke Universiteit, Leuven — Belgie

### Einfluß der relativen Bodenfeuchtigkeit auf die Evolution chemischer Bodenentseuchungsmittel \*)

Der Bodenfeuchtigkeitsgrad bestimmt in sehr hohem Maße die Wirksamkeit der chemischen Bodenentseuchung, die gewünschte pestizide Tiefenwirkung und die phytotoxische Nachwirkung. Der Feuchtigkeitszustand des Bodens beeinflusst die Entwicklung des verwendeten Formulierungsproduktes, das sich — bei bestimmten Konsistenzen — zersetzt, sich auflöst oder hydrolysiert wird. Er ist wegen seines wichtigen Einflusses auf die Porosität oder Dichte bestimmend für die Verbreitungsmöglichkeit des toxischen Gases; sowohl in Funktion der Tiefenwirkung als auch in Funktion der Nachwirkung, der Polarität und eventuellen Adsorption entsprechend. Die Empfindlichkeit des biotischen Materials ist seinem Hydratationsgrad und dem der umgebenden Zone entsprechend variabel.

#### I. Einfluß des Bodenfeuchtigkeitsgehaltes auf die Verbreitung und Nachwirkung von Basamid, Trapex, Chlorpikrin und Vapam

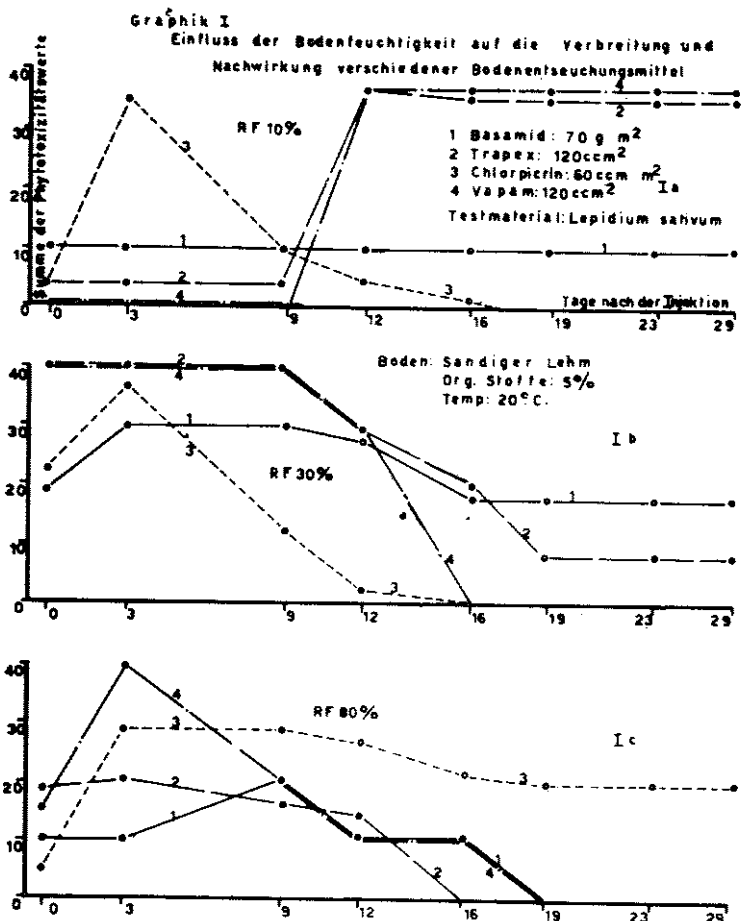
3,5-Dimethyltetrahydro-1,3,5-Thiadiazine-2-Thion (Basamid) und Na-N-Methyldithiocarbamat (Vapam) zersetzen sich im Wasser zu dem aktiven Methylisothiocyanat. Dieser eigene Bestandteil von Trapex geht, so wie Trichlornitromethan von Chlorpikrin, geradewegs in die Gasphase über. Der Einfluß des Feuchtigkeitsgrades wurde in einem leichten, sandigen Lehmboden mit mehreren Feuchtigkeitsstufen untersucht (10 ‰, 30 ‰, 60 ‰ und 80 ‰ RF). Die Graphik I gibt den Vergleich in den Böden mit 10 ‰ (a), 30 ‰ (b) und 80 ‰ (c) relativen Feuchtigkeitsgrad wieder. Die Zahlen der Phytotoxizität geben eine Illustration der phytotoxischen Tiefenwirkung in verschiedenen Augenblicken (Van Assche et al. 1967).

Im allgemeinen verbreiten sich alle Produkte in der Tiefe bei zunehmendem Feuchtigkeitsgrad von 30 bis 80 ‰ RF schlechter, da die Zunahme des Feuchtigkeitsgrades mit der abnehmenden Bodenpermeabilität übereinstimmt. Dies ist für die Produkte (Basamid, Trapex und Chlorpikrin), von denen sich der aktive Bestandteil fast ausschließlich als Gas durch die Poren verbreiten kann, am deutlichsten. Die Vapamflüssigkeit (Na-N-Methyldithiocarbamat) ist jedoch in Wasser löslich und kann sich langsam durch Diffusion in dem ununterbrochenen Wasserfilm verbreiten; die Zunahme der Feuchtigkeit hat jedoch eine deutliche Verlangsamung der Verbreitung von Vapam (b  $\rightarrow$  c) zur Folge, doch im Gegensatz zu den anderen Produkten ist die endgültige Verbreitung wegen der Diffusion auch maximal.

In äußerst trockenen Böden (10 ‰ RF) ist die Tiefenwirkung, vor allem für die Produkte mit Methylisothiocyanat (M.I.T.) als aktivem Bestandteil, besonders schlecht und die Nachwirkung besonders lang. Unter diesen Umständen kann

\*) Untersuchungen unter dem Schutz von IWONL.





sich Basamid in Pulverform schwierig zu dem aktiven Methylisothiocyanat zersetzen. Die hinzugefügten Flüssigkeiten werden als Imbibitionsflüssigkeit an der Anwendungsstelle festgehalten. Darüber hinaus zersetzt sich Vapam nur in einer verdünnten Lösung oder zusammen mit Säuren oder mit Salzen von schweren Metallen ( $\text{CH}_3\text{-NH-CS-SNa} \rightarrow \text{NaSH} + \text{CH}_3\text{-N} = \text{C} = \text{S}$ ) richtig zu M.I.T. In trockenen Böden dauert die Nachwirkung des M.I.T.-Gases besonders lange (a, 2 und 4), weil dieses apolare Element bei trockenen Verhältnissen adsorbiert wird, im Gegensatz zu feuchten Böden (a  $\rightarrow$  c), in denen das Methylisothiocyanat hydrolysiert und neutralisiert wird (c, 2 und 4) ( $\text{CH}_3\text{-N} = \text{C} = \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-NH}_2 + \text{H}_2\text{S}$ ).

Bei 80 % RF jedoch wird das poläre Vapamprodukt an der Anwendungstiefe adsorbiert (auf der Teilgraphik c bleibt die Linie von Vapam horizontal zwischen dem 12. und dem 16. Tag), es ist in konzentrierter Lösung stabil, in diesem Fall in der Anwendungstiefe.

Chlorpikrin verschwindet schnell in trockenen Böden (a, 3). In feuchten Böden dauert die phytotoxische Nachwirkung wegen der geringen Bodenpermeabilität sehr lange (c, 3).

## II. Fungizide Tiefenwirkung und phytotoxische Nachwirkung von SN 113

SN 113 ist eine Mischung aus 20 % M.I.T., 65 % DD und 15 % CP, letztere Komponente ist gegenüber Ditrापex neu. Ein Mischprodukt braucht auf dem Gebiet der chemischen Bodenentseuchung nicht a priori eine pejorative Bedeutung zu haben, angesichts der großen Verschiedenheit der parasitären Mikroflora und Mikrofauna, die in demselben Augenblick im Boden vernichtet werden muß, während zugleich auch eine synergistische Wirkung der Komponenten möglich ist.

In diesen Versuchen wurde mit einem sandigen Lehmboden und einer Topferde gearbeitet, die 5 % bzw. 31 % organisches Material enthielten. Die Ergebnisse sind im Histogramm I und in der Graphik II illustriert.

Die maximale Kontrollgrenze war für den fungiziden Charakter 30 cm und für den phytoziden 35 cm. Obschon es keinen extrem feuchten Boden gibt, dann ist die biozide Tiefenwirkung des SN 113, Ditrापex und CP in sandigem Lehmboden auffallend geringer bei 60 % RF als bei trockneren Verhältnissen. Die pestizide Tiefenwirkung des CP und SN 113 ist auch größer als die des Ditrापex, obwohl die Gasverbreitung an sich mit einer letalen Dosis (*Lepidium sativum*) ebenso groß sein kann. Die Hinzufügung von CP zeigt sich vor allem im letalen Effekt *Fusarium* gegenüber, was sich am stärksten in trockneren Böden äußert, am günstigsten für Chlorpikrin (Graphik I und Histogramm I).

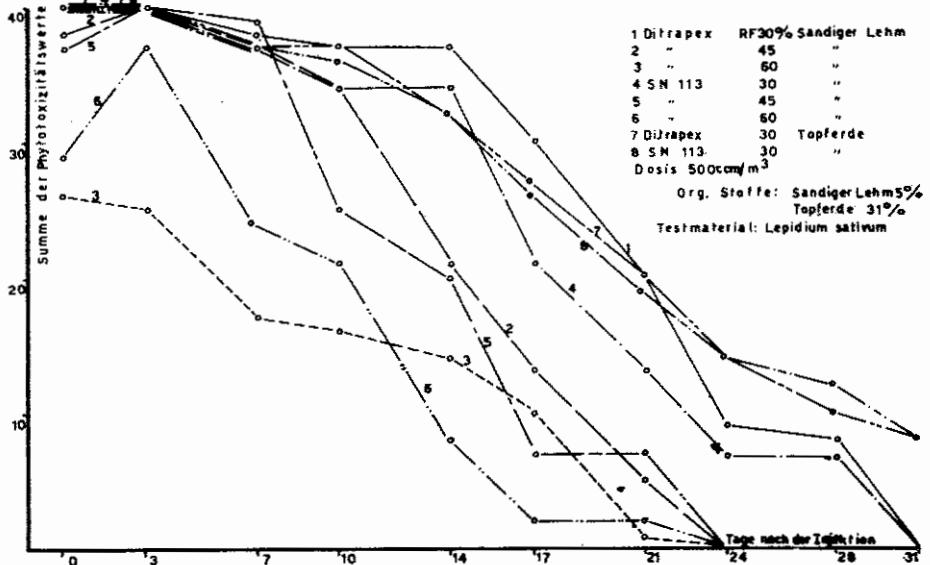
Durch die größere Porosität der Topferde gibt es eine größere Bodenpermeabilität und bessere Gasverbreitung als in dem sandigen Lehmboden; dadurch ist auch der Unterschied zwischen den nicht extrem feuchten Böden gering.

Diese stärkere Bodenpermeabilität erklärt einerseits die größere pestizide Tiefenwirkung des Ditrापex in Topferde als im sandigen Lehmboden, bei 60 % RF, sowohl *Fusarium* als auch *Lepidium* gegenüber; andererseits ist jedoch eine zu große Verbreitung der Gase die Ursache, daß die letale Konzentration des SN 113 *Fusarium* gegenüber bei trocknerer Topferde (30 % und 45 % RF) weniger tief reicht als bei den übereinstimmenden sandigen Lehmböden.

Obwohl SN 113 vor allem in intensiven Glaskulturen eine weniger gefährliche Anwendung findet als reines CP, so unterscheiden sie sich doch vor allem in der Nachwirkung: CP ist in feuchten Tonböden gefährlich, SN 113 und Ditrापex dagegen in trocknen humusreichen Böden wegen des Mangels an Hydrolyse und wegen der erhöhten Adsorption der M.I.T.-Komponente.

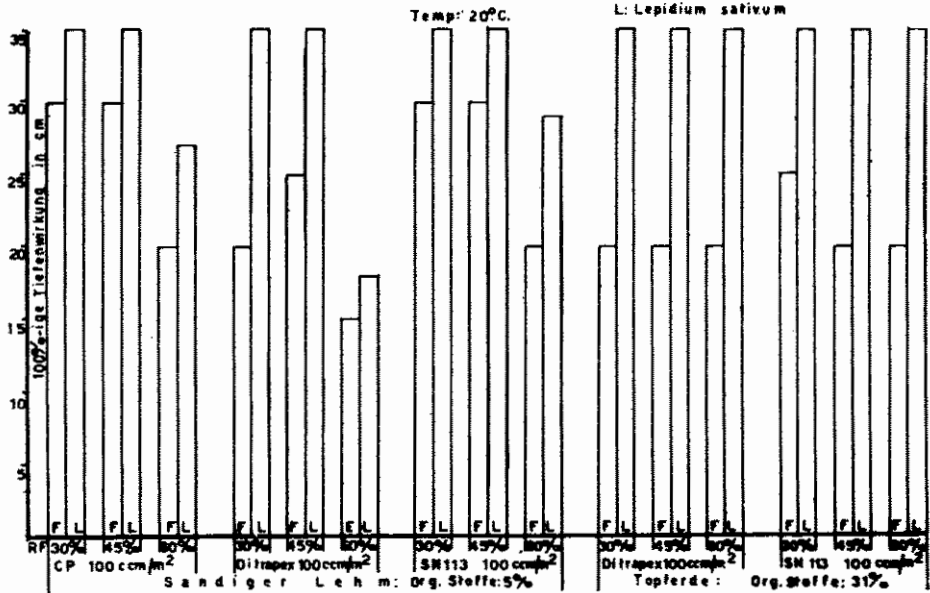
Die Graphik II gibt die Entwicklung der Zahlen der Phytotoxizität wieder. Sie illustriert nochmals den Einfluß der RF auf die Permeabilität sowohl für Ditrापex als auch für SN 113. Die höchsten Werte werden wegen der Porosität in den trockensten Böden am schnellsten erreicht (1 <-> 2 <-> 3 und 4 <-> 5 <-> 6). Die phytotoxische Nachwirkung ist mangels der Hydrolyse in den trockensten Böden am größten (1 und 4 <-> 2 und 5 <-> 3 und 6); die Adsorption der M.I.T.-Komponente ist größer, wenn das trockne Humuselement zunimmt (7 und 8 <-> 1 und 4).

Graphik II  
Toxische Nachwirkung von SN 113 in einem Sandigen Lehm und einer Topferde  
in Funktion der Feuchtigkeit



Histogramm I

Fungizide Tiefenwirkung von SN 113 in einem Sandigen Lehm und einer Topferde in Funktion der Feuchtigkeit



### III. Einfluß der relativen Bodenfeuchtigkeit auf die Effektivität des Dichlorpropen-Dichlorpropans

Bei der Anwendung von DD in bezug auf *Heterodera spec.* im Boden hat man schon oft festgestellt, daß nach der Injektion die oberste Schicht ungenügend desinfiziert wurde, sowohl bei trocknen als auch bei feuchten Verhältnissen (Van den Broeck 1968); letztere sind auch für Chlorpikrin, besonders im Herbst, für die phytotoxische Nachwirkung in bezug auf die nachfolgenden Kulturen sehr wichtig.

Man kann sich vorstellen, daß der Boden eine gewisse Zeit nach der Injektion bearbeitet wird, sowohl, um die Pestizidzone zu fördern als auch, um die toxische Karenzzeit zu verkürzen. Durch frühere Versuche, die in unserem Laboratorium durchgeführt wurden, hat sich schon erwiesen, daß die RF für die Verbreitung der letalen Konzentration im Boden wichtig ist, aber es hat sich auch gezeigt, daß der Rhythmus der Bodenbearbeitung von diesem Feuchtigkeitsgrad abhängig ist. Sogar bei einer Dosis von 100 ccm pro m<sup>2</sup> war das Umwenden des Bodens nach sieben Tagen zu spät (niedrige RF) oder nicht so effektiv (hohe RF), um auch die obersten Lagen der Anbaufurchen zu desinfizieren. Auch in dem nächsten Versuch wurde DD auf eine Tiefe von 15 cm mit Dosen von 60 bzw. 30 ccm pro m<sup>2</sup> angewendet. Der Boden war ein lehmiger Tonboden (Zuckerrübenboden) mit RF-Werten von 40 ‰, 60 ‰ oder 80 ‰. Als Testmaterial wurden die Samen des *Lepidium sativum* verwendet; verschiedenen Publikationen zufolge ist die Dosis curativa davon höher als für Zysten (Goring 1967).

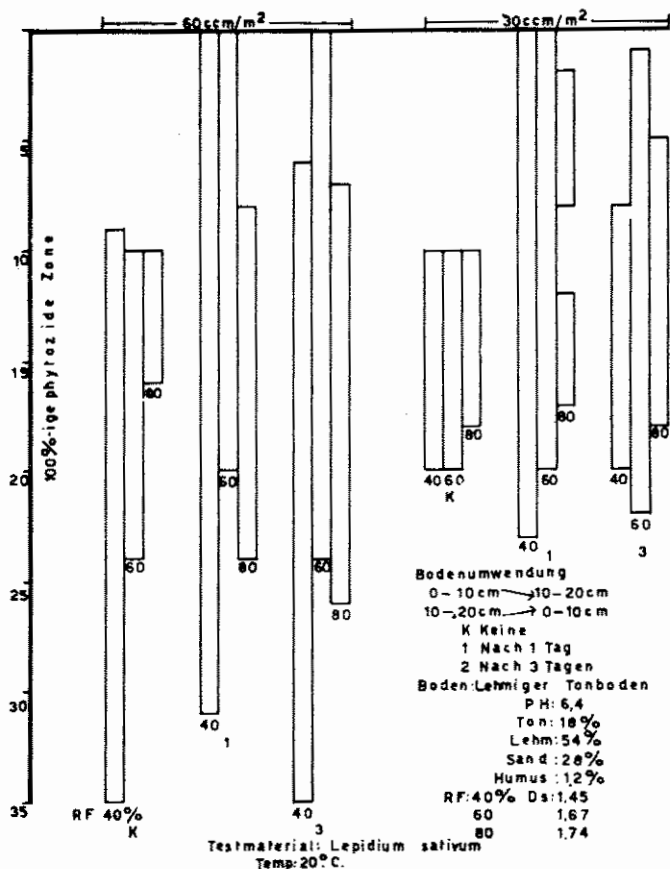
Die Versuche wurden in Plastiksäulen durchgeführt, die aus Plastikrezipienten mit durchlöcherter Boden gebildet waren. Dadurch war es möglich, neben einer freien Gaszirkulation in jedem vorherbestimmten Augenblick eine Kontrolle des bioziden Effektes auf verschiedenen Tiefen auszuüben und gleichzeitig die Erde von der Höhe von 0 bis 10 cm in die Höhe von 10 bis 20 cm zu bringen und umgekehrt. Das Histogramm II gibt einige Ergebnisse dieses Versuches wieder. Bei einer Injektion von 60 ccm pro m<sup>2</sup> sehen wir, daß ohne Bodenumwendung die biozide Zone bei einer Zunahme der RF abnimmt; man kann sogar sagen, daß die biozide Zone in nassen Böden sehr schlecht ist.

Nirgends reicht die 100 ‰ige biozide Zone bis an die Bodenoberfläche; dies ist einerseits durch das spezifische Gewicht des Gases und andererseits bei nassen Böden durch die schlechte Bodenpermeabilität und bei trocknen Böden dadurch, daß die letale Konzentration u. a. wegen des Entweichungsrhythmus nicht erreicht wurde, zu erklären.

Das Umwenden des Bodens einen Tag nach der Injektion bewirkt eine Verbreitung des phytoziden Balkens auch bei einem Boden mit 80 ‰ RF, jedoch keine genügende Desinfektion oberhalb in der Anbaufurche. Bei 40 ‰ und bei 60 ‰ RF jedoch ist das Ergebnis vor allem unter der ersteren Bedingung sehr günstig; dann kommt man dank der Permeabilität auch zu 100 ‰igem bioziden Effekt in der ursprünglichen Oberschicht.

Bei trocknerem Boden (40 ‰ RF) ist das Umwenden des Bodens nach drei Tagen schon zu spät, so daß man zu keinem befriedigenden Ergebnis kommen kann, weil nämlich nach dieser Zeit unter diesen Umständen die letale Konzentration nicht mehr erreicht wird. Da die Kosten der Desinfektion für große Kulturen wie Zuckerrüben einen wichtigen Faktor darstellen, wurden auch Versuche mit 30 ccm

Histogramm II  
Tiefenwirkung von DD (60-30ccm/m<sup>2</sup>) in Funktion der Bodenfeuchtigkeit

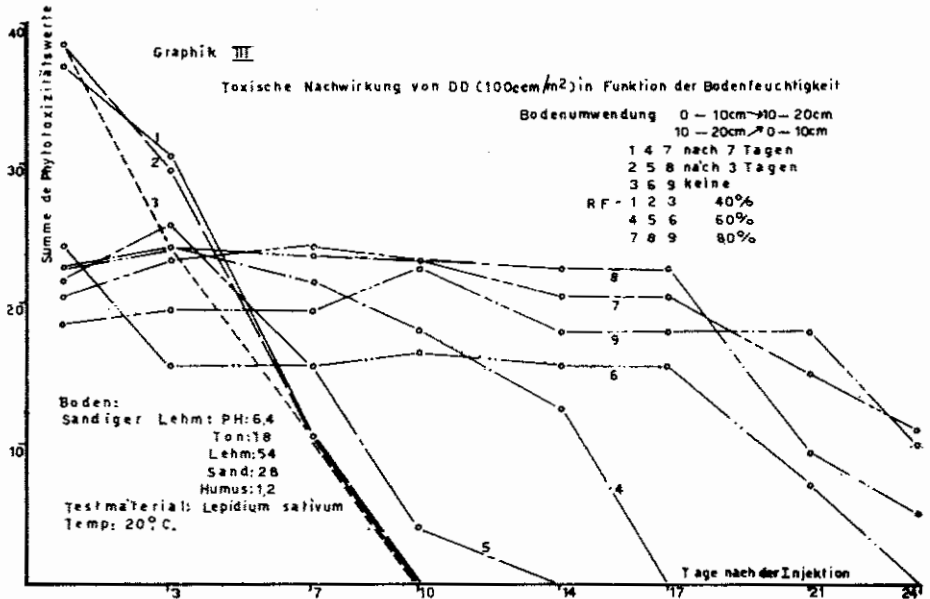


pro m<sup>2</sup> unter denselben Bedingungen wie den vorherigen durchgeführt. Dadurch, daß wir den Boden schon nach einem Tag umwendeten, bekamen wir bei 40 % und bei 60 % RF ein sehr gutes Ergebnis.

Dieses Histogramm zeigt das 100 %ige Ergebnis. So ist es deutlich, daß bei dieser Dosis in jenem Boden, der 60 % RF enthält und erst nach drei Tagen umgewendet wurde, auch in den oberen Zentimetern ein beträchtlicher Grad an biozidem Effekt erreicht wird. Zusammenfassend dürfen wir folgern, daß die Tiefenwirkung abhängig ist von dem relativen Feuchtigkeitsgrad des Bodens, der auch den Zeitpunkt, an dem der Boden bearbeitet werden muß, bestimmt. Diese Bearbeitung muß auf jeden Fall viel schneller geschehen als es jetzt normalerweise geschieht. Je trockner der Boden ist, desto schneller soll er bearbeitet werden. Bei nassen Böden kann man sogar nach der Bodenbearbeitung kein vollständiges Ergebnis erwarten.

Die Gefahr für eine phytotoxische Nachwirkung auf das folgende Gewächs zeigt die Graphik III, nach einer Anwendung von 100 ccm pro m<sup>2</sup>. Diese Graphik

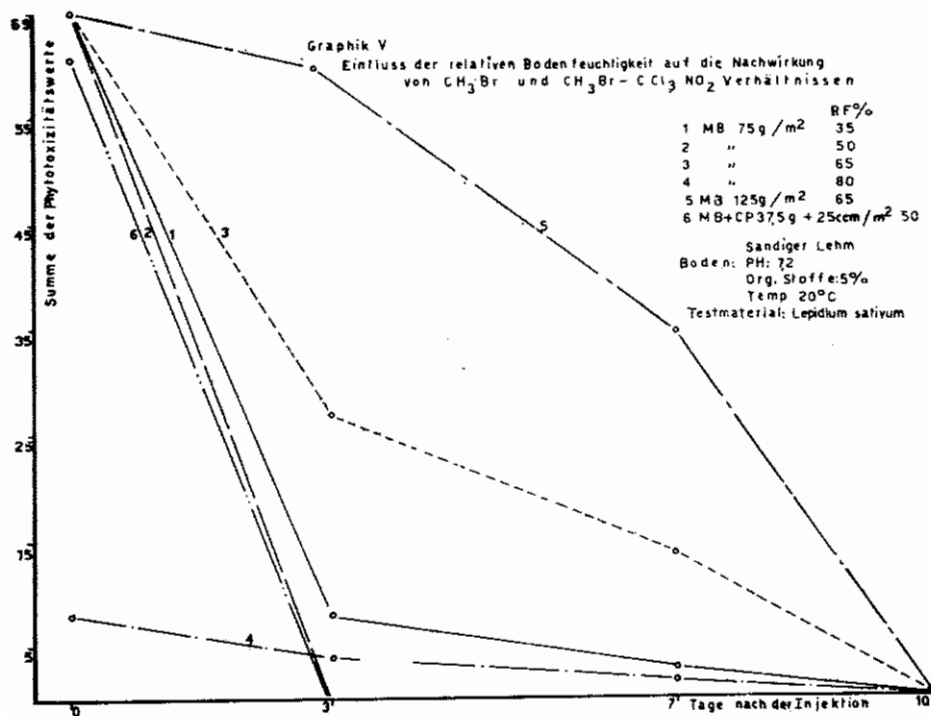
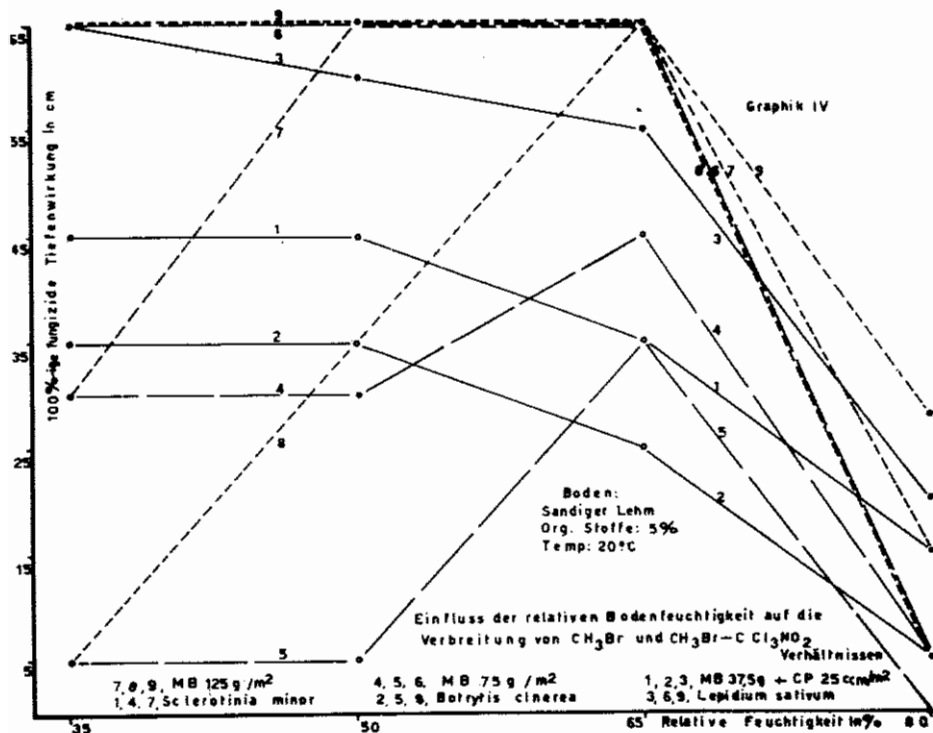
zeigt deutlich, daß DD in den nässesten Böden am längsten nachwirkt (7, 8, 9 (-) 4, 5, 6 (-) 1, 2 und 3). Die Dauer der Nachwirkung wird sowohl bei trockenen (1, 2, 3) als auch bei nassen (7, 8, 9) Böden durch Umwenden wenig beein-



flußt, obwohl bei diesen letzteren Verhältnissen ein schnelles Umwenden auch vorteilhaft sein kann. Bei einem normalen, frischen Boden ist die Nachwirkung deutlich vom Rhythmus der Bodenbearbeitung abhängig (6 (-) 4 (-) 5). Die schnelle Bodenbearbeitung, die für eine gute biozide Zone vorteilhaft und unentbehrlich war, kommt auch der phytotoxischen Nachwirkungsperiode zugute.

#### IV. Einfluß der relativen Bodenfeuchtigkeit auf die Effektivität des Methylbromids (MB)

Schon in einer vorigen Veröffentlichung (Van Assche et al. 1968) haben wir den Einfluß der RF im Boden auf die Effektivität des MB in bezug auf *Rhizoctonia* und *Fusarium* behandelt. Der Boden war ein sandiger Lehmboden mit einem RF-Wert von 35 %, 50 %, 65 % oder 80 %. Das MB wurde an der Bodenoberfläche unter Plastikbedeckung verwendet. Die Höhe der Dosis betrug 75, bzw. 125 g pro m<sup>2</sup>. Wie die Graphik IV zeigt, gibt es in zu nassen Böden in bezug auf das ganze biotische Material eine schlechte Tiefenwirkung, die durch eine geringe Porosität zu erklären ist. Ein RF-Wert von ungefähr 65 % kann, auch wegen des Hydratationszustandes des Pilzes, als optimal aufgefaßt werden. Durch die spezifisch fungizide Tiefenwirkung zeigt sich auch der Unterschied in der Empfindlichkeit des biotischen Materials: so ist *Lepidium* deutlich empfindlicher gegenüber MB als *Sclerotinia* und letzteres empfindlicher als *Botrytis*, wie vorige Versuche schon gezeigt haben (4, 5).



Die spezifische Empfindlichkeit äußert sich noch besser bei einem niedrigeren Feuchtigkeitsgrad von 35 bis 50 %. Wegen der stärkeren Verbreitung des letalen Gases in diesem Boden ist die Wirksamkeit deutlich unterschiedlich je nach notwendiger kurativer Dosis für *Lepidium* (6), *Sclerotinia* (4) und *Botrytis* (V a n a c h t e r 1968).

Eine Erhöhung der Dosis kann zwar vom wirtschaftlichen Standpunkt aus schwierig rechtfertigt werden, gibt aber bessere Resultate. Hieraus geht jedoch hervor, daß das Resultat mit 75 g pro m<sup>2</sup> und 65 % RF viel besser ist als mit 125 g pro m<sup>2</sup> und 35 bis 40 % RF. Wir haben feststellen können, daß in diesen relativ trocknen Böden der Effekt einer Mischung von Chlorpikrin (CP) und Methylbromid (MB) viel stärker (2 <-) 5 und 1 <-) 4), ja sogar synergistisch, ist. Zwischen 35 % und 65 % ist der Effekt von MB direkt proportional mit der Zunahme der relativen Feuchtigkeit, jedoch umgekehrt für die Mischung MB + CP. Bei zu trocknen Umständen, z. B. 10 % RF, würde das MB-Gas adsorbiert werden.

Die phytotoxische Nachwirkung von MB in Funktion des relativen Feuchtigkeitsgrades wird für denselben Versuch in der Graphik V gezeigt.

Bei 50 % RF ist die toxische Nachwirkung von MB (2) und von der Mischung MB + CP (6) sehr kurz. Bei 35 % RF tritt, trotz der großen Tiefenwirkung, eine Adsorption des apolären MB an den trockenen Bodenteilchen auf. Diese Adsorption nimmt bei noch trockneren Böden noch zu und kann für gewisse Kulturen wie Tomaten zu chronischer Intoxikation führen (1). Obwohl bei 65 bis 75 % RF die Tiefenwirkung von MB durch stärkere Pilzhydratation zusammen mit einer geringen Adsorption günstiger ist, tritt doch wegen der verminderten Porosität eine längere Nachwirkung (3 und 5) auf.

Diese Porosität ist bei 80 % RF gering und verursacht in Funktion der Tiefe und Nachwirkung eine schlechte Gasverbreitung und -entweichung (4).

#### V. Einfluß der Feuchtigkeit des Bodens auf die Bodendichte und auf die Empfindlichkeit des Pilzes gegenüber Methylbromid

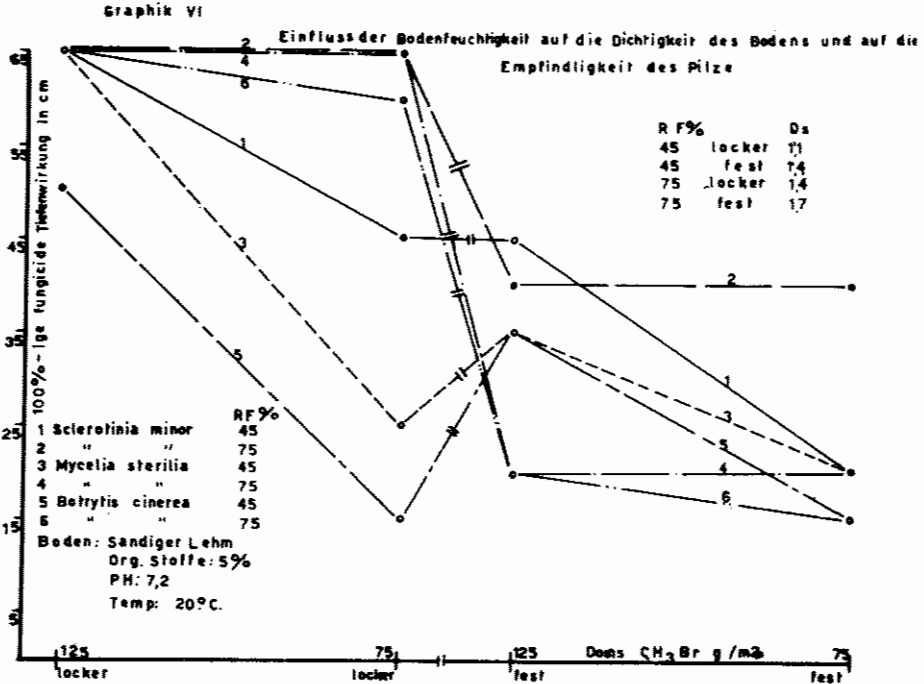
In dem folgenden Versuch wurde die Wirkung von MB einerseits in einem sandigen Lehmboden mit zwei relativen Feuchtigkeitsgraden, n. l. 45 % und 75 %, und andererseits in einem festen und in einem lockeren Boden verglichen. Die scheinbare Dichte (Ds) betrug bei 75 % RF 1,4 für den lockeren und 1,7 für den festen Boden; bei 45 % RF betrug diese Werte 1,1 bzw. 1,4. Die Graphik VI gibt den Effekt von MB auf *Sclerotinia minor*, *Mycelia sterilia* und *Botrytis cinerea*. In einer früheren Veröffentlichung (4) haben wir uns schon eigens mit *Fusarium oxysporum*, *Lepidium sativum* und *Rhizoctonia solani* beschäftigt.

Aus dem Verlauf der Linien in dieser Graphik können wir folgende Beschlüsse ziehen: die Empfindlichkeit der Pilze in bezug auf MB ist sehr verschieden, z. B. bei 75 g in lockerer Erde. Für den Pilz mit der geringsten Empfindlichkeit (*Botrytis*) hat die RF in festem Boden wenig oder keine Bedeutung. Eine Erhöhung der Dosis erzielt in festem Boden durch den geringeren Ds-Wert (1,4 <-) 1,7) die besten Resultate bei 45 % RF (Steigung der Linien).

Wird der Boden jedoch locker gehalten, dann spielt wegen der ausreichenden Permeabilität der Hydratationszustand des Bodens und des biotischen Materials eine wichtigere Rolle. So ist z. B. bei 75 g MB pro m<sup>2</sup> der Effekt bei 75 % RF im



ganzen viel höher als bei 45 % RF (2-4 und 6 <-> 1-3 und 5). Dieser günstige Effekt in einem Boden, der lockerer ist, mit einem RF-Wert von 75 % kann bei einem niedrigeren RF-Wert nur erreicht werden, indem die Dosis stark erhöht wird. Diese Prozedur ist jedoch wirtschaftlich nicht vertretbar.



In einem lockeren Boden begünstigt der höhere Feuchtigkeitsgrad (bis 75 %) die Wirkung von MB, normal dosiert, er verringert nl. die Adsorption des apolären MB und erhöht wegen ausreichender Permeabilität und trotz der Erhöhung des Ds-Wertes (1,1 <-> 1,4) stark die Empfindlichkeit des Pilzes.

### Summary

The distribution of soil fumigants is generally insufficient when soil moisture content increases from 30 to 80 % R.H. because increasing soil moisture corresponds with decreasing soil permeability. Fumigants with methylisothiocyanate as an active substance have a much longer phytotoxic activity because this apolar element is sorbed in dry soil conditions and not hydrolysed. SN 113 possesses a much better pesticidal distribution than Ditraxex. Adding CP to Ditraxex results mainly in its lethal effect to *Fusarium*. Phytotoxic activity is different for SN 113 and CP. The lethal action zone of DD (60-30 cm/m<sup>2</sup>) is mainly influenced by the moisture content of soil. The phytocidal character in the upper soil layer may be improved by tillage, the moment of which depends on the moisture content of soil at the fumigations time. Soil elaboration, a few days after DD-fumigation,

does not only determine the real pesticide zone but also the persistence in soil. The optimal conditions for MB may be considered as 65 % RH. MB has a very specific action against fungi. From our experiments results that 75 g/m<sup>2</sup> and 65 % RH is much better result than 125 g/m<sup>2</sup> and 35–40 % RH. In rather dry soil the mixture MB + CP has a synergistical action. The most favourable circumstances for MB are a well aerated soil with a rather high moisture content (60 to 75 % RH). In these conditions adsorption of the apolar MB is impossible and on the other hand the sensibility of the fungus increases because of a better soil permeability.

#### Literatur

- Goring, C. I. A., Theory and principles of soil fumigation. — Advances in pest control research 5. 1962, 47–84.
- Vanachter, A., Invloed van de bodemtextuur op de verspreiding en fytotoxische nawerking van grondontsmettingsmiddelen. — Meded. Rijksfac. Landb.wetensch., Gent, 33. 1968 (im Druck).
- Van Assche, C., Vanden Broeck, H., Geenen, E., und Vanachter, A., Einfluß der Feuchtigkeit und des Humusgehaltes des Bodens auf die Ausbreitung und fytotoxische Nachwirkung der chemischen Bodenentseuchungsmitteln. — Meded. Rijksfac. Landb.wetensch., Gent, 32. 1967, 415–426.
- Van Assche, C., Vanachter, A., und Vanden Broeck, H., Chemische Bodenentseuchung durch Methylbromid. — Ztschr. Pfl.krkh., Pfl.schutz 75. 1968, 394–401.
- Vanden Broeck, H., Fytocide werkingsspectrum van DD. — Meded. Rijksfac. Landb.wetensch., Gent, 33. 1968 (im Druck).

## M. SCHUCH,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Bodenhygiene und Wasserbewegung im Boden — Neue Wege zur Beobachtung

Je mehr der Mensch in den Ablauf eines Naturgeschehens eingreift, um so notwendiger ist es, die anstehenden Probleme in ihrer Gesamtheit zu erfassen, um vor unliebsamen Überraschungen, ja vor Katastrophen bewahrt zu bleiben. Das Studium der dynamischen Verhältnisse des Bodenwassers stellt daher bei Anwendung von Pflanzenschutzmitteln den Ausgang jeglicher Bodenhygiene dar.

Bewegt sich Wasser durch eine Kapillare oder ein System von Kapillaren, und der Boden ist als solches anzusehen, so entsteht an den Kapillarenden eine elektrische Spannung, die mit geeigneten Geräten beobachtet werden kann. Eine elektrische Strömungsspannung wurde bisher in mehreren Bodentypen nachgewiesen (Schuch und Wankel 1967, 1968 b, c, d) und zum Studium der Wasserbewegung herangezogen. Die elektrische Strömungsspannung  $U$  ist bei vorgegebenen Verhältnissen eine Funktion des Druckgradienten (Schuch und Wankel 1967), d. h. also abhängig von der pro Zeiteinheit durch das Kapillarsystem geflossene Wassermenge. Es gilt:

$$U = (\varepsilon \zeta / 4 \pi \sigma \eta) \Delta P a/l)$$

$\varepsilon$  = Dielektrizitätskonstante,  $\zeta$  =  $\zeta$ -Potential,  $\pi = 3,14$ ,  $\sigma$  = elektrolytische Leitfähigkeit,  $\eta$  = dynamische Viskosität,  $\Delta P$  = Druckdifferenz,  $a$  = Abstand der beiden Elektroden,  $l$  = Probenlänge.

Zur genauen Beobachtung der elektrischen Strömungsspannungen bewährten sich Kalomel-Bezugselektroden in einer für die Meßaufgaben entwickelten Armatur. Meßobjekt und Elektroden werden dabei mit einer KCl-Brücke verbunden. — Als Registriergeräte für die leistungslose Aufzeichnung der elektrischen Spannungsvariationen diente anfänglich ein für die besonderen Verhältnisse entwickeltes photomechanisches Registriergerät in Verbindung mit Spiegelgalvanometer, neuerdings ein direktschreibendes Registriergerät für sechs Meßstellen mit batteriebetriebenen Diodenverstärker (Schuch und Wankel 1968 a). Die erstmalig auf Torfboden an der Moorforschungsstelle der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz in Bernau festgestellten Strömungsspannungen als Folge von kapillaren Wasserbewegungen (Schuch 1963, Schuch und Wankel 1968 b), wurden nunmehr auch auf Sandboden am Versuchsgut Baumannshof der Landesanstalt, auf Schotterboden der Landes-tierzuchtanstalt in Grub (Schuch und Wankel 1968 c) und auf Pseudogleyböden festgestellt.

Durch Beobachtungen auf Dreikomponentenanordnungen konnte der Vektor der Wasserströmung im Boden beschrieben werden. An der Kalibrierung der Methode wird gearbeitet.

Zusammenfassend ist festzustellen: Elektrische Strömungsspannungen im Boden und deren Variation können zum Studium der Wasserbewegung herangezogen

\*) Die Untersuchungen wurden im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Hierfür sei bestens gedankt.

werden. Sie können dem Wasserbau, der Landwirtschaft und dem Pflanzenschutz in gleicher Weise dienen.

#### S u m m a r y

The paper describes a new method to observe soil water movement. The method is based on electrokinetic effects. Special ways for recording the electric potentials are developed. The new method can serve hydrology as well as agriculture.

#### L i t e r a t u r

- Schuch, M., Beobachtungen von Eigenpotentialen an Torflagerstätten mit verschiedenen Elektroden. — Ztschr. Geophys. 29. 1963, 175—196.
- , und Wankke, R., Strömungsspannungen in einigen Torf- und Sandproben. — Ztschr. Geophys. 33. 1967, 94—109.
- , und —, Die zeitlichen Variationen der elektrischen Strömungsspannungen in einem Fichtenstamm, verursacht durch die tägliche Änderung des Saftstromes. — Z. Oecologia Plantarum, 1968 a, 169—175.
- , und —, Die zeitliche Variation der elektrischen Feldstärke auf kurzen Meßstrecken im Torfboden als Folge kapillarer Wasserbewegungen. — Ztschr. Pfl.ernähr., Düngg., Bodenkunde, 1968 b, (im Druck).
- , und —, Die zeitlichen Variationen elektrischer Strömungsspannungen auf kurzen vertikalen Meßstrecken in Mineralböden. — Ztschr. Geophys., 1968 c, (im Druck).
- , und —, Ein neues Verfahren zur Beobachtung der Wasserbewegung in Böden. — Dtsch. Gewässerkundl. Mitt., Sdr.-H. 1968 d, (im Druck).

**D. E. WILCKE,**

Institut für Pflanzenkrankheiten, Universität Bonn

### **Einflüsse von Bearbeitung und Herbizidgaben auf die Bodenfauna in Obstanlagen**

Die Untersuchungen laufen seit 1967 in einer Apfelplantage in der Umgebung von Bonn. Über Versuchsbedingungen und technische Einzelheiten wurde bereits an anderer Stelle (Wilcke 1968) berichtet. Die Beobachtungen erstreckten sich auf freilebende Nematoden und Rädertiere, den neben Protozoen häufigsten Vertretern der hygrophilen Bodenfauna.

Unter den 3 biologischen Gruppen der Nematoden (vgl. Overgaard-Nielsen 1967) überwogen in den untersuchten Parzellen zahlenmäßig die Mikrobenfresser. Sie sind von großer ökologischer Bedeutung, indem sie die bei der primären Zersetzung von toter organischer Substanz sich bildenden Bakterien- und Pilzrasen abweiden. Dadurch beeinflussen sie mittelbar die mikrobielle Aktivität im Boden. Inwieweit die Mikroben durch sie gefördert oder gehemmt bzw. in ihrer spezifischen Zusammensetzung verändert werden, ist noch weitgehend unbekannt. Die Besatzdichten der Nematoden gestatten annähernde Rückschlüsse auf die relative Mikrobenhäufigkeit, während letztere durch die jeweilige Bodenbehandlung gesteuert wird.

Der größere Habitus der Rädertiere benötigt demgegenüber ein etwas weiteres Hohlraumsystem im Boden (Dunger 1964). Infolgedessen ist auch die Individuendichte der Rotatorien weitaus geringer. Ihr Nahrungsspektrum besteht vornehmlich aus feinstem organischem Detritus, Bakterien und Flagellaten (Varga 1959).

Niedersch./Jahr:	612 mm			
Bodentyp:	Lößparabraunerde			
Tiergruppe:	Nematoden		Rotatorien	
Bodenpflege:	—	+ D	—	+ D
Mech. Offenhaltg.	1708,3	- 44,8	57,7	- 1,1
Dauergras	2501,6	- 47,3	391,0	- 24,3
Graseinsaat	2506,5	- 37,6	250,0	- 70,3
Holzeinbearbeitg. 500 dz/ha	3190,1	- 3,1	253,3	- 59,6
Holzmulch 2000 dz/ha	2968,1	- 19,6	501,1	- 11,6
Strohmulch 200 dz/ha	1386,1	—	405,5	—

Einfluß von Boden Pflegemaßnahmen auf den mittleren Besatz mit Nematoden und Rotatorien (Expl./1000 ccm Bodenvolumen) und dessen prozentuale Abnahme nach Domatolbehandlung (Mai 1967—April 1968)

## Ergebnisse

Die Einflüsse der verschiedenen Bodenpflegemaßnahmen ohne bzw. mit Herbizidgaben (8 kg/ha Domatol) sind aus der Tabelle ersichtlich. Geringste Besiedlung mit Nematoden zeigten Strohmulch und mechanische Offenhaltung des Bodens. Der durch das hohe C/N-Verhältnis der Strohaufgabe entstandene N-Mangel hatte den mikrobiellen Abbau verzögert und damit auch niedrigen Nematodenbesatz zur Folge. Dagegen blieb bei mechanischer Offenhaltung der organische Substanzanteil sowie das Porenvolumen relativ gering, so daß auch die Zahl der Fadenwürmer klein war. Im auffälligen Gegensatz dazu standen beide Holzmulchparzellen mit optimaler Besiedlung, die auf intensive Mikrobentätigkeit schließen ließen. Der günstigere Einfluß der Holzeinarbeitung gegenüber der Holzmulchdecke spiegelte die beschleunigten Abbauprozesse wider. Dagegen hatten beide Grasparzellen nur mäßige Wirkung auf die Nematodenpopulationen.

Infolge der bereits erwähnten Ursachen waren auch nur wenige Rädertiere bei mechanischer Offenhaltung anzutreffen. Alle anderen Bodenpflegemaßnahmen zeigten weitaus höhere Besiedlungsdichten. Unter ihnen erreichten Holzmulch und Strohmulch optimale Abundanzen. Die Ursache dürfte vor allem in der die Feuchtigkeit bewahrenden mächtigen Aufgedecke zu suchen sein. Auch die Dauergrasparzelle fiel durch beachtlichen Individuenreichtum auf, wohingegen Graseinsaat und Holzeinarbeitung deutlich zurückfielen.

## Herbizidnebenwirkungen

Die mit Domatol (Simazin + Aminotriazol) behandelten Parzellen wiesen in beiden Tiergruppen mehr oder minder starke Bestandseinbußen auf, die insbesondere bei Rotatorien (Graseinsaat, Holzeinarbeitung) hoch waren. Modellversuche von Steinbrenner und Mitarbeitern (1960) bzw. Maštakov und Mitarbeitern (1961) hatten ergeben, daß mit steigender Konzentration von Simazingaben eine gleichsinnig zunehmende Hemmung bei Bakterien und Pilzen eintrat. Doch waren bis zu einer in der Praxis üblichen Gabe von 4 kg/ha sowohl in der Gesamtpopulation als auch in den physiologischen Leistungsgruppen der Bakterien noch keine Depressionen erkennbar. Aktinomyzeten wurden dagegen gefördert. Im Feldversuch konnten ebenfalls bei 3 kg/ha Simazin keine signifikanten Einbußen festgestellt werden. Da die handelsüblichen Simazinpräparate etwa 50 % Simazin als Wirkstoffmenge enthalten, in der von mir untersuchten Anlage jedoch 8 kg/ha Domatol mit 40 % Simazin und 20 % Aminotriazol als Wirkstoffmengen ausgebracht wurden, dürfte bei den Mikroben eine Hemmung sehr wahrscheinlich sein, die sekundär einen Rückgang im Individuenbestand beider Tiergruppen nach sich gezogen hatte. Der Grad der jeweiligen Depressionen könnte u. U. auf den Einfluß der Bodenbearbeitung zurückzuführen sein. Doch lassen die vorläufigen Feststellungen noch keine klare Deutung zu, zumal die Depressionen in beiden Gruppen keine gleichgerichtete Tendenz erkennen ließen. Außerdem wurden die Nebenwirkungen durch die saisonale Rhythmik in den Bestandsdichten maskiert, waren jedoch über die Applikationsphase hinweg deutlich zu erkennen. Eine Angleichung der Abundanzen an jene der Vergleichsparzellen konnte nicht festgestellt werden.

Die bisherigen Ergebnisse aus einjähriger Untersuchungsdauer lassen erkennen, daß

1. die Bestandsdichten der freilebenden Nematoden in den verschiedenen Bodenbehandlungsparzellen wesentlich durch die mikrobielle Aktivität bestimmt zu werden scheinen, während letztere von der Art der Bodenbehandlung abhängig ist. Der Besatz mit Rädertieren wird offenbar nicht allein von der mikrobiellen Aktivität, sondern auch der Bodenmikrofauna, dem Angebot an organischer Substanz und der Porengröße des Bodens gelenkt.
2. Die Anwendung von Domatol (8 kg/ha) ruft in beiden Tiergruppen mehr oder minder starke Bestandsminderungen hervor, die auch in der saisonalen Rhythmik der Besatzdichten erkennbar bleiben. Der Grad der Depressionen zeigt in beiden Tiergruppen z. T. ausgeprägte gegensätzliche Tendenzen, deren Ursachen noch unbekannt sind.

### Summary

Hitherto results of investigations in apple-cultures during a year may be summarised als follows:

1. Population-densities of soil-nematodes in parcels with different soil-treatments essentially seemed to be decided by microbial-activity, while the latter depends to the kind of soil-treatment. Apparently the influence of soil-treatment on rotatoria depends not only to microbial-activity but also to microfauna, amounts of organic material and the size of the soil-pores.
2. Application of Domatol (8 kg/ha) gives arise to more or fewer depressions in population densities of both animal groups also visible in their seasonal rhythms. In both animal groups the degree of depression shows no parallel but rather effective contrary tendencies the reasons resting still unknown.

### Literatur

- Dunger, W., Tiere im Boden. — Neue Brehm-Bücherei, Wittenberg/Lutherstadt, 327. 1964, 265 S.
- Maštakov, S., Gurinovič, E., Simenko, T., und Kabailova, J., Wirkungen von Herbiziden auf die Mikroflora im Boden. — Dokl. Akad. Nauk Beloruss. S.S.R., Biol. Inst., 1961.
- Overgaard-Nielsen, C., Nematoda, In: A. Burges and F. Raw: Soil Biology, London/New York 1967, 197–211.
- Steinbrenner, K., Naglitsch, F., und Schlicht, I., Der Einfluß der Herbizide Simazin und W 6658 auf die Bodenmikroorganismen und die Bodenfauna. — Albracht-Thaer-Arch. 8. 1960, 611–631.
- Varga, L., Untersuchungen über die Mikrofauna der Waldstreu einiger Waldtypen im Bükkgebirge (Ungarn). — Acta Zoologica, Act. Sc. Hung. 4. 1959, 443–478.
- Wilcke, D. E., Unkrautbekämpfung im Obstbau — Nebenwirkung auf die Bodenfauna. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz Sdr.-H. 4. 1968, 163–167.

### Diskussion

Dr. Engel (Bonn) weist in diesem Zusammenhang auf die Triebfreudigkeit der Apfelbäume in den von mir untersuchten Parzellen hin, die mit den optimalen Nematodenbesätzen parallel geht. Dagegen ist die Triebbildung bei Grasbedeckung des Bodens durchaus mäßig, was auch in den geringeren Besätzen mit Fadenwürmern auf diesen Teilstücken zum Ausdruck kommt.

## A. SÜSS,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Modellversuche über das Verhalten von Monolinuron

#### I. Einfluß von Bodenart und Temperatur auf die Abbaugeschwindigkeit von Aresin im Boden

##### Problemstellung

Bei allen pflanzenschutzlichen Maßnahmen spielt die Frage nach dem Verbleib der applizierten Mittel eine entscheidende Rolle. Bei den Herbiziden ergibt sich in erster Linie die Frage nach der Persistenz im Boden, da davon Wirkungs-  
dauer und eventuelle schädliche Nachwirkungen abhängen.

Im Rahmen dieses Beitrages soll der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Abbaugeschwindigkeit von Aresin behandelt werden.

##### Material und Methode

500 g Boden der Standorte Puch, Baumannshof und Ismaning wurden mit 14,34 mg Aresin versetzt. Für die Abbaustudien wurde  $^{14}\text{C}$ -ureidomarkiertes Herbizid mit einer spezifischen Aktivität von  $100 \mu\text{C/g}$  verwendet. Der behandelte Boden wurde in Glaszylinder gefüllt, auf 30 % der maximalen Wasserkapazität eingestellt und bei Temperaturen von  $15^\circ\text{C}$  und  $30^\circ\text{C}$  während der gesamten Versuchszeit gelagert.

In einem 7-tägigen Turnus wurde die Gesamt- $\text{CO}_2$ -Bildung und das radioaktive  $^{14}\text{CO}_2$  erfaßt. Die Messung der  $^{14}\text{C}$ -Radioaktivität erfolgte im Flüssigkeitsspektrometer. Das gebildete  $\text{CO}_2$  wurde in 1,5 n NaOH absorbiert.

##### Versuchsergebnisse

In der ersten Tabelle sind die verwendeten Versuchsböden kurz erläutert.

Tab. 1. Charakterisierung der Versuchsböden.

	Puch	Baumannshof	Ismaning
pH	6,54	6,40	7,49
Humusgehalt in %	2,49	5,74	11,08

Die Abbaugeschwindigkeit von Aresin ist bei den einzelnen Böden verschieden, wie Tabelle 2 zeigt.

Tab. 2. Abbaurate für Aresin in %.

Versuchszeit	Puch		Baumannshof		Ismaning	
	$15^\circ$	$30^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$
1.— 5. Woche	1,30	3,40	0,65	2,34	0,87	2,74
11.—15. Woche	5,46	14,30	4,61	9,49	5,33	16,26
30.—40. Woche	18,89	26,46	16,09	31,83	17,57	26,82



Überraschend sind die Werte für den Versuchsboden Ismaning, der die geringste Abbauintensität von Aresin in der ureido-Gruppe aufweist. Auf Grund des hohen Humusgehaltes und der damit verbundenen günstigen mikrobiellen Verhältnisse hätte man eine höhere Abbaurrate erwartet.

Die Bildung von CO<sub>2</sub> wird durch den Zusatz von Aresin in Abhängigkeit von Boden und Temperatur unterschiedlich verändert. Als erstes läßt sich zwischen CO<sub>2</sub>-Bildung und Abbaurrate kein direkter Zusammenhang erkennen. In Vergleich mit einer unbehandelten Kontrolle wird die CO<sub>2</sub>-Bildung bei einer Versuchstemperatur von 15° C insgesamt bedeutend erhöht. Bei Baumannshof beträgt die Förderung 53 % — bei Puch 15,1 % und bei Ismaning 9,1 %. In der Versuchsreihe 30° C ist dagegen bei allen 3 Versuchsböden stets eine verminderte CO<sub>2</sub>-Produktion gegeben.

Hier soll noch ergänzt werden, welche Beeinflussung die Abbauintensität durch eine wiederholte Herbizidanwendung erfährt. Bei 4maliger Vorbehandlung eines Bodens innerhalb von 14 Monaten mit jeweils 0,8 mg Aresin wird die Abbauintensität bis zur 15. Woche beschleunigt.

Tab. 3. Versuchsboden Puch; Versuchstemperatur 15° C.

Herbizid- kombination	Aresin vorbehandelt	Aresin mit Pyramin	Aresin mit Simazin	Aresin mit Pyramin + Simazin
Versuchszeit				
1.— 5. Woche	1,30	0,82	1,55	2,82
11.—15. Woche	5,46	4,62	10,42	10,11
30.—40. Woche	18,89	16,22	31,67	23,11

Während Pyramin den Aresinabbau hemmt, wird dieser durch Simazin beachtlich erhöht. Die aresinabbauenden Mikroorganismen erfahren durch eine Simazinzugabe eine zusätzliche Förderung.

Durch eine Temperaturerhöhung erfährt die Abbaugeschwindigkeit von Aresin eine unterschiedliche Erhöhung. Die Beschleunigung bei dem Boden Baumannshof ist ausgeprägter als beim Versuchsboden Puch. Beim Boden Ismaning wird die Abbaurrate von Aresin durch eine Temperaturerhöhung nur wenig beeinflusst. Die Unterschiede in der Abbaugeschwindigkeit liegen bei allen 3 Versuchsböden in den ersten Versuchswochen am deutlichsten. Gegen Ende der Versuchsperiode gleichen sich die Unterschiede wieder aus.

### S u m m a r y

The decomposition of Aresin depends on the behaviour of soil, water supply and temperature which show a reciprocal action. A relation between soil respiration and decomposition rate could not be observed. The Aresin decomposition is done by special microorganism and influenced by other herbicides. An intensive adsorption of Aresin to soil particles was found.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die Förderung dieser Arbeiten an dieser Stelle besonderer Dank zum Ausdruck gebracht.

## Literatur

- B ö r n e r, H., Untersuchungen über den Abbau von Afalon (N-(3,4-Dichlorphenyl)-N'-methoxy-N'-methylharnstoff) und Aresin (N-(4-Chlorphenyl)-N'-methoxy-N'-methylharnstoff) im Boden. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 72. 1965, 516—531.
- H a n f, M., Einfluß verschiedener Faktoren auf die Wirkung von Bodenherbiziden. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz Sdr.-H. 3. 1965, 173—188.

## P. WALLNÖFER,

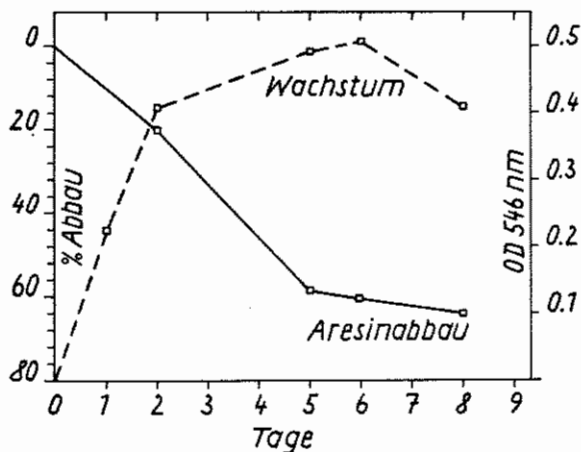
Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München.

### Modellversuche über das Verhalten von Monolinuron

#### II. Zum Abbau durch Bodenmikroorganismen

Entgegen früheren Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß nur wenige Stoffwechselspezialisten der Bodenmikroflora in der Lage sind, Monolinuron abzubauen. Erst bei der getrennten Prüfung von etwa 300 Reinkulturen von Bakterienisolaten aus dem Boden wurde eine *Bacillus sphaericus* nahestehende Form gefunden, die die Ureido-Gruppe des Monolinurons abspaltete. Der Bakterienstamm zeigte nur in Mischkultur mit einem anderen Bakterienisolat optimales Wachstum und damit eine bessere Abbaurrate des Monolinurons. Die Bakterienmischkultur, bestehend aus dem *Bacillus*-Stamm und *Micrococcus candidus* baute innerhalb von 8 Tagen den größten Teil des Ureido-<sup>14</sup>C-Monolinuron ab, was an der Zunahme von markiertem CO<sub>2</sub> in der den Bakterienkulturen vorgeschalteten Lauge zu erkennen war. Der Abbau des Herbizids setzte erst nach Ende der log-Phase des Bakterienwachstums voll ein (vgl. Abb. 1). Als Abbauprodukt von

*Abbau von Ureido-<sup>14</sup>C-Aresin durch eine Mischkultur von Micrococcus candidus und einer Bacillus sphaericus nahestehenden Form*



Monolinuron konnte in der Bakterienkulturlösung mit Hilfe der I-R-Spektroskopie eindeutig p-Chloranilin nachgewiesen werden, das sich jedoch nicht weiter anreicherte. In Modellversuchen mit reinem p-Chloranilin wurde gezeigt, daß die beiden Bakterien-Stämme weder einzeln noch in Mischkultur den Metaboliten abbauen. Da p-Chloranilin in der Natronlauge und auch in einer davor geschalteten Waschflasche mit Äthanol nachgewiesen wurde, konnte das Verschwinden

des Stoffwechszwischenprodukts durch Abdampfen infolge des hohen Dampfdruckes erklärt werden. Nach neueren Untersuchungen (Bartha 1968) nimmt man an, daß p-Chloranilin durch sehr wenige Bodenmikroorganismen in das entsprechende Dichlorazobenzol umgewandelt wird.

Abschließend wird für das Bakterienisolat folgendes Abbauschema vorgeschlagen, das mit dem von Börner 1965 postulierten Abbauweg für Böden gut übereinstimmt:



### Summary

After testing more than 300 pure cultures of bacteria isolated from soil, we found one strain of the genus *Bacillus sphaericus*, which is able to degrade monolinuron. A sufficient rate of growth and herbicide degradation was observed only in the presence of *Micrococcus candidus*. This mixed population degraded ureido-<sup>14</sup>C-monolinuron within 8 days. The main portion of the herbicide was inactivated after the log phase of bacterial growth. The ureido portion of the molecule was oxidized to CO<sub>2</sub>, liberating the p-chloraniline moiety. This compound was identified by its infrared spectrum. P-chloraniline was not further degraded by the isolated bacteria and did not concentrate in the bacterial broth, because it evaporated due to its high vapor pressure.

### Literatur

- Bartha, R., Linke, H., and Pramer, D., Transformation of anilide herbicides and chloroanilides in soil. — Bact. Proc. A 26. 1968, 5.  
 Börner, H., Untersuchungen über den Abbau von Afaion und Aresin im Boden. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 72. 1965, 516–531.

## TH. BECK,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Modellversuche über das Verhalten von Monolinuron

#### III. Der Einfluß auf das Bodenleben im Vergleich zu anderen Bodenherbiziden (Kurzfassung)

Neben der Suche nach spezifischen Herbizidabbauern waren unsere Bemühungen auf die Frage konzentriert, ob bei Anwendung ausgesprochener Bodenherbizide — in Besonderheit des Aresins — die Möglichkeit einer Schädigung des Bodenlebens gegeben ist. Dieser Verdacht ist zwar keineswegs durch ausreichende Beobachtungen begründet, er läßt sich aber auch nicht ohne weiteres von der Hand weisen, da auch das Wachstum niederer Organismen hormonal gesteuert wird.

Im einzelnen hatten wir uns die Klärung folgender Fragen vorgenommen:

1. Wie wirken steigende Gaben von Aresin im Vergleich zu anderen Bodenherbiziden auf die summarischen Kriterien des Mikrobenlebens eines leichten, mittleren und schweren Bodens.
2. Handelt es sich im Falle von Schädigungen um vorübergehende oder bleibende Depressionen.
3. Bestehen eventuell graduelle Unterschiede in der Herbizidwirksamkeit bei verschiedenen Organismengruppen oder Arten.

Zur Methodik sei nur erwähnt, daß Modellversuche unter Verwendung von Böden, die auf 60 % ihrer max. WK angefeuchtet und bei 25° C bebrütet wurden, Proben aus Feldversuchen vorgezogen wurden. Um die bodenbiologische Wirkung zweifelsfrei erfassen zu können, war nach entsprechenden Vorversuchen die Anwendung von sehr hohen Konzentrationen von Herbiziden, die teilweise um das hundertfache höher lagen als die praxisüblichen Aufwandmengen, notwendig.

Die ersten Modellversuche mit Aresinverabreichung führte zu dem Ergebnis, daß selbst extrem hohe Herbizidgaben bis zu 1000 ppm übereinstimmend bei 3 Böden eine Erhöhung des Bakteriengehaltes bewirkt hatten. Dabei war festzustellen, daß sich mit steigendem Tongehalt und längerer Einwirkungszeit bis zu 32 Tage die Unterschiede zur Kontrolle vergrößerten und bei 1000 ppm ein stärkerer Keimzahlanstieg als bei einer Konzentration von 200 ppm eintrat. Pilz- und Azotobacterzahlen waren nur nach längerer Einwirkungsdauer von 1000 ppm deutlich, der Clostridiengehalt leicht und die Algenzahlen praktisch nicht erniedrigt. Überraschend war jedoch, daß trotz des Anstiegs der Bakterienzahlen die mikrobielle Aktivität der gleichen Proben, gemessen an der CO<sub>2</sub>-Entbindung und Dehydrogenaseaktivität ohne und mit gleichzeitigem Substratangebot eher niedrige Werte als die Kontrolle aufwiesen. Die Prüfung von 7 weiteren Bodenherbiziden ließ erkennen, daß das Aresin in seiner bodenmikrobiologischen Wirksamkeit keine Sonderstellung einnimmt. Die Nitrifikationsrate war bis auf die Herbizide Simazin und Gesaprim bereits in mittleren Konzentrationsbereichen stark bis sehr stark herabgesetzt. Bei Aresin sowie Patoran und Avadex BW hatten zu einer merklichen Hemmung der Nitrifikation schon Gaben von 30 ppm ausgereicht. Das Patoran und Avadex BW fiel daneben noch durch eine unge-

wöhnlich starke Förderung der Bakterienzahlen selbst bei 1000 ppm auf. Die Laufzeit unserer Versuche war bisher zu kurz, um zu prüfen, wie lange dieser Keimzahlanstieg bestehen bleibt.

Als Erklärung für die Beobachtung, daß höhere Bakterienzahlen mit gleicher oder niedriger Mikrobenaktivität zusammenfallen, können nur qualitative Verschiebungen innerhalb der Bodenmikroflora in Frage kommen. Man muß annehmen, daß hohe Herbizidgaben einen Teil der normalen Mikroflora für eine bestimmte Zeit inaktivieren und wegen fehlender Konkurrenz resistente Formen mit geringerer individueller Zellaktivität zahlenmäßig stärker aufkommen. Diese Vermutung bestätigte sich bei der Prüfung der Aresinverträglichkeit zahlreicher Reinkulturen von Bodenorganismen. Einzelne Bakterienarten stellten bereits bei Anwesenheit von 300 ppm Aresin, die Mehrzahl aber zwischen 300–500 ppm ihr Wachstum ein. Nur wenige Spezies, meist Bacillen, wuchsen auch bei 1000 ppm noch gut. Auf diese Formen ist zweifellos der Keimzahlanstieg in den Bodenmodellen mit hohen Aresingaben zurückzuführen. Am empfindlichsten unter allen geprüften Organismen erwiesen sich bisher die Bodenalgae. Es genügte bereits 0,5 ppm Aresin in der Kulturflüssigkeit, um das Algenwachstum stark zu hemmen, bei 5 ppm unterblieb die Entwicklung fast vollständig. Die Empfindlichkeit ist so groß, daß Bodenalgae im Biotest zum Nachweis der normalen Aresin-Aufwandmengen geeignet erscheinen. In Verbindung mit der eingangs erwähnten Beobachtung, daß der Algengehalt auch nach extrem hohen Aresingaben im Boden konstant bleibt, zeigt dieses letzte Beispiel sehr deutlich, daß Herbizide im allgemeinen zu keiner Abtötung von Bodenorganismen führen, sondern nur eine konzentrationsabhängige, zeitweilige Blockierung des Teilungsvermögens bewirken.

#### S u m m a r y

1. The effect of different soil herbicides, especially monolinuron, on the total microflora and their activity of three different soils was tested.
2. The herbicides, applicated in concentrations of 200 and 1000 ppm respectively caused an increase of the number of soil bacteria and a small decrease in CO<sub>2</sub>-production. DHG-activity and nitrification were reduced significantly due to the concentration and application time.
3. A shift of the microbial population in soil was found; especially the multiplication rate of soil algae was inhibited even in the small concentration of 0.5 ppm of monolinuron.

**N. DRESCHER,**

BASF, Landwirtschaftliche Versuchsstation Limburgerhof

### Über den Abbau von 1-Phenyl-4-amino-5-chlor-pyridazon-6 (Pyrazon) im Boden

Bei Pflanzenschutzmitteln, die auf den Boden gebracht oder in den Boden eingearbeitet werden, interessiert neben der Frage nach den Rückständen im Erntegut auch das Verhalten der Verbindungen im Boden, besonders hinsichtlich ihrer Verweilzeit, der Anreicherung, der Abbauprodukte und der Auswaschung.

Pyrazon, der Wirkstoff des Herbizids <sup>®</sup>PYRAMIN, ist im Boden nicht persistent. Über einige Faktoren, die den Abbau von Pyrazon im Boden beeinflussen, wie die wiederholte Applikation, die Temperatur und die Bodenfeuchtigkeit, haben wir schon an anderer Stelle berichtet (Drescher, im Druck).

Die Erkenntnis, daß man durch wiederholte Wirkstoffzugaben zum Boden und bei Einhaltung der optimalen Temperatur und Feuchtigkeit sehr abbauaktive Böden erhält, ermöglichte es uns, den Einfluß weiterer Faktoren auf die Abbau-geschwindigkeit des Pyrazons gleichsam im „Zeitraffertempo“ zu studieren. Die nachstehend mitgeteilten Ergebnisse wurden durchweg in solchen Modellversuchen gewonnen.

Unsere neueren Untersuchungen befaßten sich mit dem Einfluß des Boden-pH-Wertes auf den Abbau von Pyrazon. Die Experimente führten wir mit einem Sand- und einem Lehmboden durch, denen jeweils 100 ppm Wirkstoff zugesetzt waren. Die Böden wurden uns von Dr. Jung durch Zugabe bestimmter Mengen Calciumcarbonat auf die pH-Werte von 4–7 eingestellt.

Aus den Abb. 1 und 2 ist zu erkennen, daß lediglich bei dem stark sauren Sandboden der Abbau signifikant verzögert war, alle anderen Proben zeigten einen nahezu gleichen Verlauf, der Abbaukurve.

Bereits unsere früheren Untersuchungen hatten gezeigt, daß es sich um einen mikrobiellen Abbau des Moleküls handeln muß. Es selektionieren sich offenbar in solchen Böden Mikroorganismen, die Pyrazon bevorzugt als C-Quelle benutzen.

Um die Verhältnisse etwas näher kennenzulernen, mischten wir einem Boden unserer Versuchsstation (es handelt sich um lehmigen Sand mit ca. 2 % Humus; pH 7,2) außer dem Wirkstoff noch 1 % Glucose zu. Abb. 3 zeigt das Versuchsergebnis:

Der zuckerhaltige Boden weist gegenüber der glucosefreien Kontrolle einen deutlich verlangsamten Abbau auf. Der Befund ist sicherlich so zu deuten, daß die Mikroorganismen erst in dem Augenblick, wenn die Glucose verbraucht ist, wieder Pyrazon angreifen.

Noch eindrucksvoller war das Ergebnis eines Versuchs, bei dem wir wissen wollten, ob der Wirkstoffabbau auch in Stickstoffatmosphäre abläuft, mit anderen Worten, ob es sich um aerobe Organismen oder Anaerobier handelt. Die Abb. 4 zeigt, daß der Abbau unter Stickstoff total gehemmt ist, und zwar so lange, bis die Probe an die Luft gestellt wird. Dann setzt sofort wieder ein steiler Abfall der Wirkstoffkonzentration im Boden ein.

<sup>®</sup> Eingetragenes Warenzeichen.

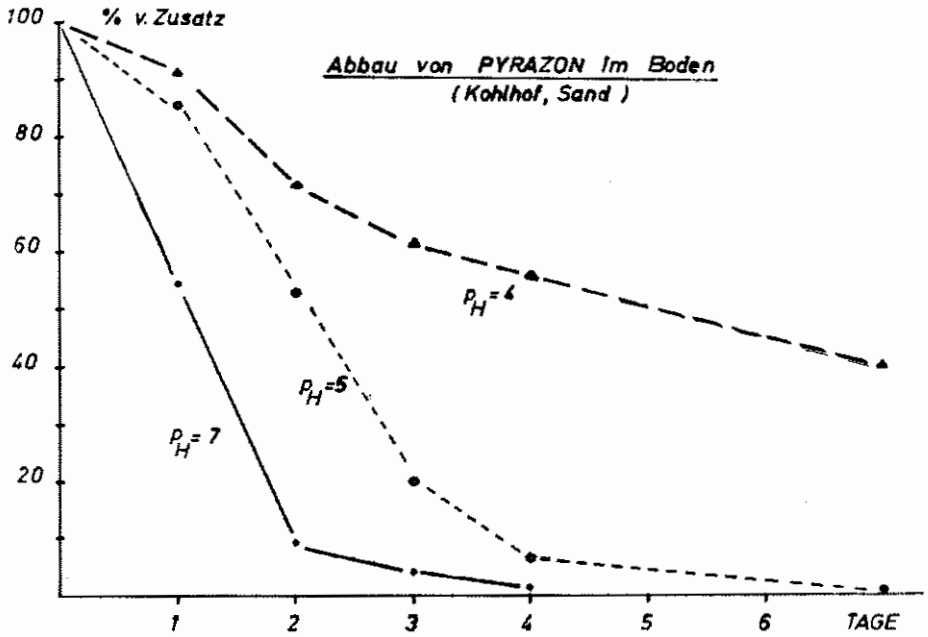


Abb. 1

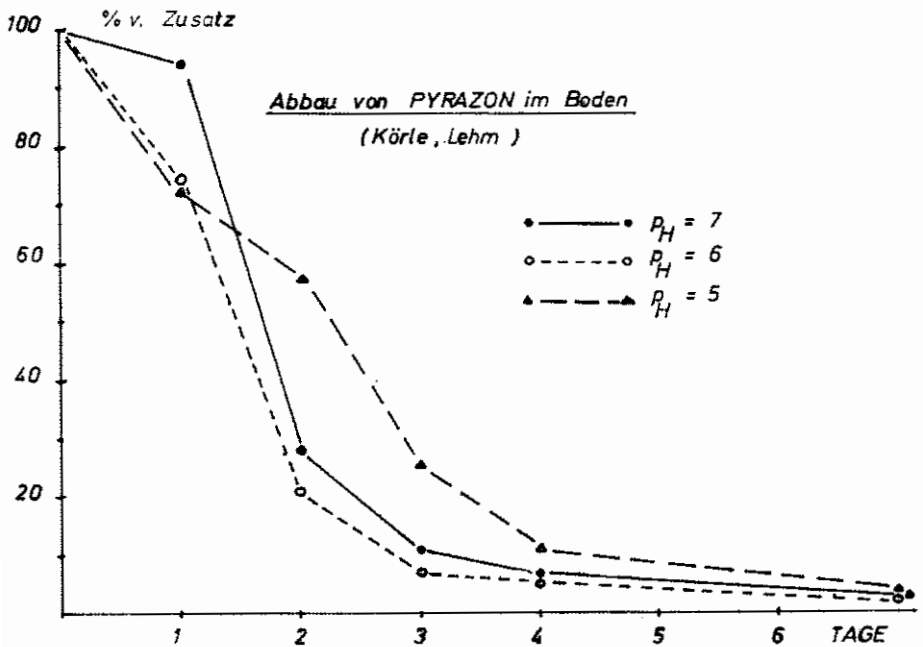


Abb. 2



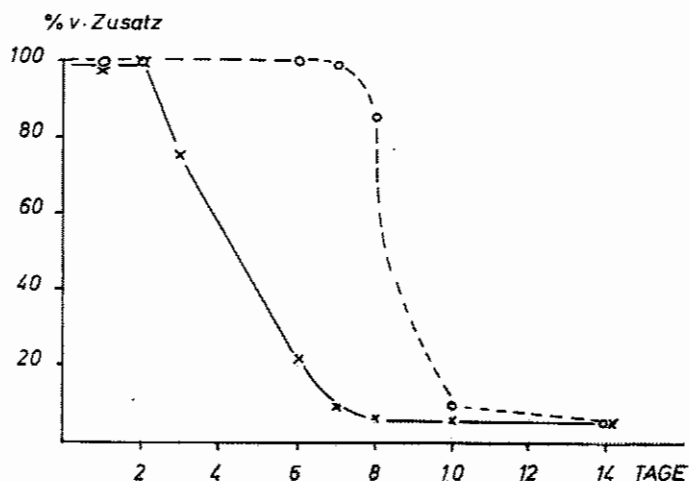


Abb. 3. Abbau von Pyrazon im Boden in Gegenwart von Glucose (---o---).

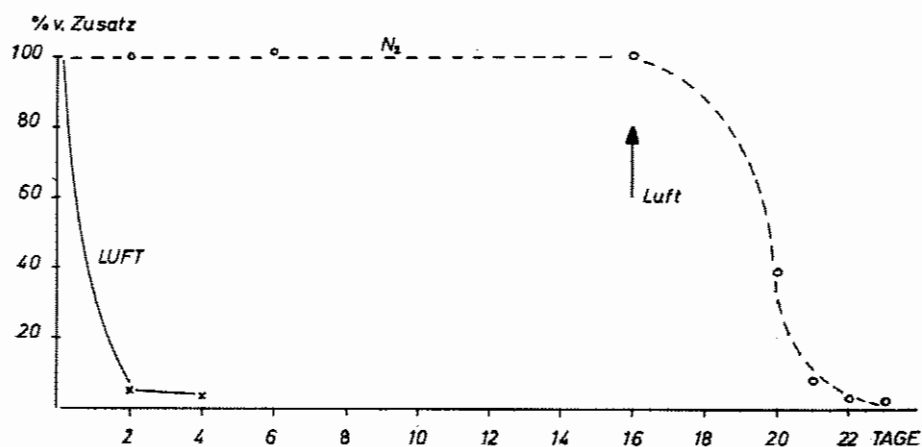


Abb. 4. Abbau von Pyrazon im Boden in Stickstoffatmosphäre.

Den gleichen Versuch zeigt Abb. 5 noch einmal im Dünnschichtchromatogramm.

Für die Herstellung des Chromatogramms bewahrten wir jeweils einen Teil der bei der Bodenanalyse anfallenden Extrakte auf und chromatographierten sie am Ende des Versuchs noch einmal gemeinsam.

Es ist uns bisher nicht gelungen, den Mikroorganismus in Reinkultur aus dem Boden zu isolieren und zu bestimmen, er konnte aber von Dr. P o m m e r bereits in Nährlösung gezüchtet werden. Eine solche Nährlösung erwies sich im Abbaueversuch sehr aktiv. Wir setzten eine geringe Menge davon zu pyrazonhaltigem, sterilen Boden zu. Nach 3 Tagen war in der beimpften Bodenprobe der Wirkstoff nahezu vollständig abgebaut (Abb. 6).

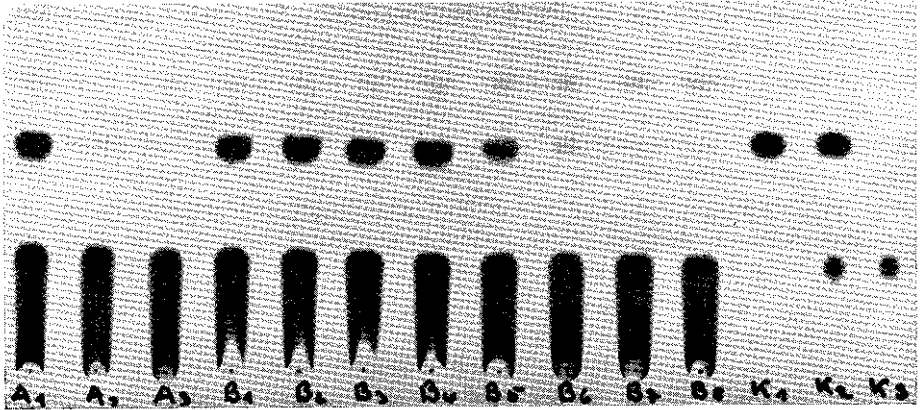


Abb. 5. Versuch A: Abbau an der Luft; Versuch B: Abbau unter N<sub>2</sub>

A<sub>1</sub>—A<sub>3</sub>: 0; 2 und 6 Tage nach Versuchsbeginn;

B<sub>1</sub>—B<sub>4</sub>: 0; 2; 6 und 16 Tage nach Versuchsbeginn;

B<sub>5</sub>—B<sub>8</sub>: 3; 4; 5 und 6 Tage, nachdem Versuch B an die Luft gestellt wurde;

K<sub>1</sub>—K<sub>3</sub>: Kontrollen v. Pyrazon u. 4-Amino-5-chlorpyridazon-6.

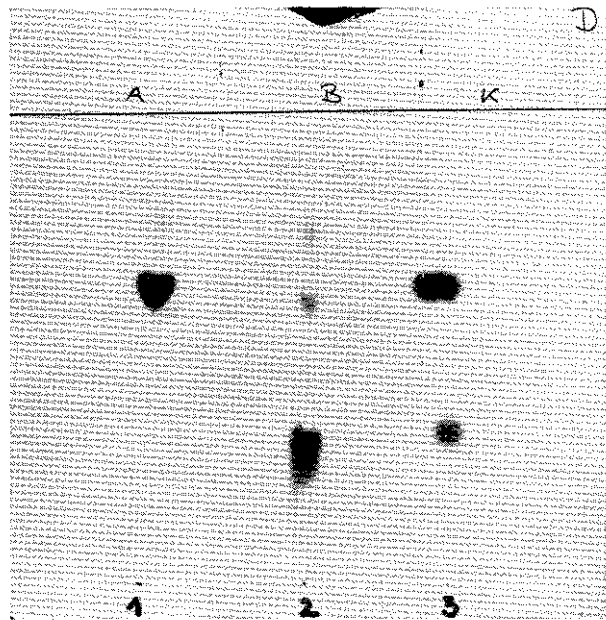


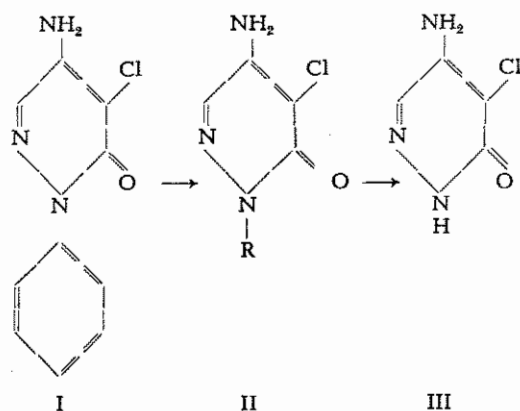
Abb. 6.

1 = Bodenprobe mit 100 ppm Pyrazon, steril

2 = Bodenprobe mit 100 ppm Pyrazon, angeimpft

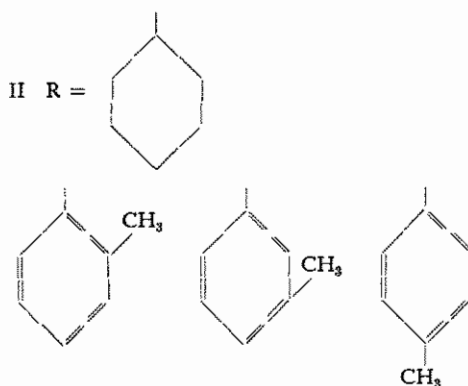
3 = Kontrollsubstanzen: Pyrazon + Abbauprodukt

Bei dem in Abb. 6 sichtbaren Abbauprodukt handelt es sich um die gleiche Verbindung, die schon früher Fischer in behandelten Pflanzen und Böden aufgefunden hat, um das 4-Amino-5-chlor-pyridazon-6 (III).



Über den Abbaumechanismus wissen wir, daß die Abspaltung des Phenylringes aus Pyrazon (I) weder hydrierend noch hydrolytisch erfolgt, da Benzol oder Phenol im Boden als Spaltprodukt nicht auftreten. Der erste Abbauschritt muß in einer Aufspaltung des aromatischen Ringes bestehen. Wir haben für die Annahme bestimmte experimentelle Hinweise, ein Zwischenprodukt (II) mit offener Kette konnten wir jedoch noch nicht in die Hand bekommen.

Bietet man dem Boden Pyridazon-Derivate an, die statt des Phenylringes einen Cyclohexyl- oder Tolylyring tragen, wie z. B.



so findet auch in stark „abbauaktiven“ Böden kein Abbau statt. Offenbar sind die Mikroorganismen lediglich in der Lage, den unsubstituierten, aromatischen Ring anzugreifen.

### Summary

Earlier experiments in our laboratory (1) with Pyrazone (1-Phenyl-4-amino-5-chloro-pyridazine-6), the active material of <sup>®</sup>PYRAMIN, had demonstrated, the break-down of Pyrazone in soil to be influenced by repeated application of

the chemical, when the soil is kept in a nitrogen-atmosphere. Degradation begins showed no significant influence of soil-pH on the degradation of Pyrazone in the range from pH 5 to pH 7. In an extremely acid (pH 4) sample, however, degradation was obviously retarded. A temporary inhibition of Pyrazone break-down is effected by addition of glucose (1 %) to the soil. There is no decomposition of the chemical, when the soil is kept in a nitrogen-atmosphere. Degredation begins immediately, when the sample afterwards is exposed to atmospheric oxygen. Microorganisms merely seem to degradate the unsubstituted, aromatic ring of the molecule. Pyrazone derivatives with cyclohexyl- or tolyl-rings are not attacked.

#### Literatur

- Drescher, N., und Otto, S., Über den Abbau von 1-Phenyl-4-amino-5-chlor-pyridazon-6 (Pyrazon) im Boden. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz (im Druck).
- Fischer, A., 1-Phenyl-4-amino-5-chlor-pyridazon-6 (PCA) als ein neues Rübenerbizid. — Weed Research 2. 1962, 171.

## J. KRADEL, G. B. LUSH und H.-H. NÖLLE,

Landw. Versuchsstation Limburgerhof, BASF,  
Lenton Research Station, Boots Pure Drug Ltd., Nottingham  
und Biologische Entwicklungsabteilung, Aglukon-Ges., Düsseldorf

### Bisherige Erfahrungen mit niedrigen Aufwandmengen von Bodenentseuchungsmitteln

(Kurzfassung)

Bei der Bewertung von chemischen Bodenentseuchungsmitteln oder von Nematiziden wird in der Regel ein möglichst hoher Wirkungsgrad gefordert. Diese Forderung hat bei Anzuchterden und für Gewächshäuser zweifellos ihre Berechtigung. Im Freiland läßt sich aber nur die oberste Bodenschicht von etwa 15–20 cm Tiefe, nicht aber der gesamte durchwurzelte Bodenraum entseuchen. Auch mit sehr hohen Aufwandmengen sind oft nur Teilerfolge zu erzielen. Daraus leitet sich die Frage ab, ob hier nicht bereits ein Wirkungsgrad ausreicht, der ins Gewicht fallende wirtschaftliche Einbußen an Quantität und Qualität unterbindet.

Auf der Kanalinsel Jersey hat der ständige Tomatenanbau vielfach zu einer starken Verseuchung mit dem Kartoffelnematoden geführt. Außerdem tritt die *Verticillium*-Welke (*Verticillium albo-atrum*) verbreitet auf. Dieser intensive Tomatenanbau kann nur durch regelmäßigen Einsatz von Bodenentseuchungsmitteln aufrecht erhalten werden. Seit 1962 laufen auf Jersey Versuche mit Dazomet, bei denen Aufwandmengen von 15–30 g/qm eingesetzt wurden. Im Mittel von 20 Praxis- und Exaktversuchen brachten Aufwandmengen von 15–20 g/qm Mehrerträge bis zu 50 %. Es gelingt, den Anfangsbefall durch Larven von *H. rostochiensis* zu senken, dadurch bleibt das Jugendwachstum der Tomaten ungestört. Mit 40 g/qm Dazomet, d. h.  $\frac{2}{3}$  der „zur Befallsminderung“ anerkannten Aufwandmenge, konnten in England auf einer stark verseuchten Fläche der Ertrag um 25 % und der Anteil an Speisekartoffeln um 36 % erhöht werden.

In den Niederlanden wird für Präparate auf Wirkstoffbasis Dichlorpropan-Dichlorpropen (® Shell D-D) gegen den Kartoffelnematoden offiziell eine Aufwandmenge von 250 l/ha empfohlen. Dabei dürfen im 2jährigen Wechsel anfällige und resistente Kartoffeln angebaut werden. Alle 4 Jahre wird eine Bodenentseuchung eingeschoben (PD-Berichte 1714 und 1715 vom 9. 7. 68). Behringer (1968) erzielte in Deutschland beim Nachbau resistenter Kartoffelsorten mit 150–200 l/ha Shell D-D etwa die gleichen Erträge wie mit 600 l/ha.

Steudel und Thielemann (1967, 1968) setzten bei Zuckerrüben gegen den Rübenematoden (*Heterodera schachtii*) ein Carbamoyloxim-Granulat (® Temik-Granulat) mit verschiedenen Aufwandmengen und zu verschiedenen Terminen ein.

Mit 5,0 kg/ha Wirkstoff wurde bereits eine Ertragssteigerung von 20 % erzielt. Höhere Aufwandmengen brachten zwar etwas bessere Wirkungsgrade gegen den Rübenematoden, jedoch keine Mehrerträge.

6,0 kg/ha vor dem Reihenschluß wirkten sich ertraglich kaum, auf den Nematodenbesatz jedoch deutlich aus. Es genügt offensichtlich, den Erstbefall an den auflaufenden Pflanzen zu unterbinden. Weischer (1968) konnte bei Versuchen mit Carbamoyloxim-Granulat beim Hafernematoden (*Heterodera avenae*) diese Beobachtung bestätigen.

Aus früheren deutschen Untersuchungen (Kradel, 1963) war — übereinstimmend mit belgischen Erfahrungen — bekannt, daß gegen freilebende Nematoden bereits 20–25 g/qm Dazomet gut wirksam sind. Dern (1968) prüfte noch geringere Aufwandmengen (Tab. 1).

Tab. 1. Wirkung von Dazomet gegen freilebende Nematoden  
(nach Dern, 1968)

Dazomet g/qm	Befallsminderung in %		
	<i>Pratylenchus</i> sp.	<i>Tylenchorrhynchus</i> sp.	freie <i>Heterodera</i> - Larven
5	47	27	27
10	78	73	0
20	80	67	52
30	97	88	81
40	98	87	53
Unbehandelt	145	765	177

Nematoden in 250 ml/Boden

Bereits mit 10 g/qm Dazomet war bei *Pratylenchus* sp. und *Tylenchorrhynchus* sp. eine deutliche nematizide Wirkung zu erkennen.

In den USA wurden Untersuchungen mit anderen Wirkstoffen (2,4-Dichlorphenyl-methansulfonat und O,Äthyl-S,S-dipropylphosphordithioat) durchgeführt. Mit verdoppelten Aufwandmengen konnte zwar der nematizide Effekt, nicht aber der wirtschaftliche Erfolg verbessert werden.

Gegen eine ganze Reihe von Bodenpilzen sind nach englischen Untersuchungen bereits 10–20 g/qm Dazomet wirksam (Tab. 2).

Tab. 2. Wirkung verschiedener Aufwandmengen von Dazomet gegen Bodenpilze  
Modellversuche

Abtötung > 95 %  
bei Wirkstoffmengen

von 10 g/qm : *Phyitium ultimum*, *Ophiobolus graminis*, *Helicobasidium purpureum*,  
*Phytophthora citricola*, *Colletotrichum atramentarium*

20 g/qm : *Sclerotium cepivorum*, *Stemphylium radicum*, *Rhizoctonia solani*,  
*Phoma lingam*, *Sclerotium tuliparum*, *Botrytis allii*, *Didymella lycopersici*,  
*Phytophthora fragariae*, *Verticillium alboatrum*, *Plasmodiophora brassicae*

40 g/qm : *Sclerotinia sclerotiorum*

> 40 g/qm : *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*

Diese Werte stimmen bei einer Reihe von Arten gut mit den von Domsch (1958, 1962) ermittelten Werten überein. Ebbeles (1967) konnte in Gewächshausversuchen mit Erbsen bei Verdoppelung der Aufwandmenge von 23 auf

45 g/qm Dazomet keine Verbesserung des fungiziden Effektes gegen *Fusarium oxysporum* f. *pisi* mehr beobachten.

Gegen Samenunkräuter und -ungräser reichen nach den Resultaten zahlreicher Exakt- und Praxisversuche 15–20 g/qm Dazomet aus. Zur nachhaltigen Schädigung von Rhizomen werden 30–45 g/qm benötigt. Nach ersten Befunden aus Modellversuchen bestehen zwischen den einzelnen Unkrautarten – ähnlich wie bei den pathogenen Pilzen – Unterschiede in der für eine befriedigende Herbizidwirkung benötigten Aufwandmenge. Zum Teil reichten bei einer Einbringungstiefe von 10 cm schon 10 g/qm Dazomet aus.

Aufbauend auf den guten englischen Erfahrungen mit niedrigen Aufwandmengen von Dazomet wurde 1968 in Deutschland eine größere Versuchsreihe auf Freilandgemüseflächen der Vorderpfalz eingeleitet. Dabei wurde Dazomet (Handelspräparat ® Basamid-Granulat) mit 20 g/qm eingesetzt. Sichtbare Schäden durch Nematoden oder Bodenpilze waren auf diesen Flächen vorher nicht beobachtet worden.

Tab. 3. Wirkung gegen freilebende Nematoden  
Vorläufige Zusammenstellung aus 13 Versuchen des Jahres 1968

	n	Nematoden 250 ml/Boden	Dazomet 20 g/qm 10 cm    15–20 cm eingefräst Befallsminderung in %	
<i>Pratylenchus</i> sp.	12	262 (10–645)	74	81
<i>Tylenchorrhynchus</i> sp.	13	160 (5–600)	89	82
<i>Aphelenchus avenae</i>	12	127 (45–385)	70	85
<i>Heterodera</i> -Larven	8	75 (5–215)	83	94
Mittelwert			79	85

Wie eine vorläufige Zusammenstellung aus 13 Versuchen zeigt (Tab. 3), wird bei einer Aufwandmenge von 20 g/qm Dazomet der Nematodenbesatz um etwa 80 % verringert. Die behandelten Teilstücke zeigten meist einen besseren Stand, die Wirkung gegen Unkräuter war oft über Wochen deutlich erkennbar. Bei der Ernte verschiedener Kohlarten wurden in den Versuchen Mehrerträge von 12 bis 20 % festgestellt. Der Anteil an A-Ware war bei den ersten Ernteterminen wesentlich höher als bei Unbehandelt.

Die vorstehenden Befunde mit niedrigen Aufwandmengen von Dazomet und anderen Wirkstoffen sollten Veranlassung sein, den Begriff „Bodenentseuchung“ zu überdenken. Es erscheint sinnvoll, die Populationen der tierischen und pilzlichen Schaderreger im Boden nur so weit abzusenken, daß wirtschaftlich bedeutende Schäden an Quantität und Qualität vermieden werden. Bei der intensiven Nutzung des Bodens in neuzeitlich geleiteten Gartenbaubetrieben ist eine regel-

mäßige Bodenentseuchung auf lange Sicht kaum zu umgehen. Sie soll die wirtschaftlich ins Gewicht fallenden Ertragseinbußen ausschalten. Dafür dürften aber geringere Aufwandmengen der Bodenentseuchungsmittel bzw. Nematizide ausreichen, als sie — ausgehend von den hohen Wirkungsgraden der Bodendämpfung — bisher für notwendig erachtet werden.

### Summary

In scoring the effectiveness of soil fumigants or nematicides normally a percentage of control as high as possible will be demanded. As results of own trials and data in literature with different active materials are demonstrating, relatively low rates of these compounds are sufficient to avoid losses of economical importance in quantity and in quality. In many cases the higher dosages will give the better control of the pathogen but no more increase in yield. In regarding the aims of an integrated pest control it seems to be of interest to check the dosages still now recommended for the outdoor-use of soil fumigants or nematicides.

### Literatur

- Behringer, P., mündl. Information, Juli 1968.
- Birchfield, W., and Martin, W. J., Evaluation of nematocides for controlling reniform nematodes on sweetpotatoes. — *Plant Dis. Repr.* 52. 1968, 127—131.
- Corden, M. E., and Young, R. A., Evaluation of eradicant soil fungicides in the laboratory. — *Phytopathology* 52. 1962, 503—509.
- Dern, R., briefl. Mitteilung, Juli 1968.
- Domsch, K. H., Die Wirkung von Bodenfungiziden, II. Wirkungsdauer. — *Ztschr. Pflanzenkrankh., Pflanzenschutz* 65. 1968, 385—405, 651—657.
- , Prüfung für Thielaviopsis und Fusariumaktive Wirkstoffe. — *Ztschr. Pflanzenkrankh., Pflanzenschutz* 69. 1962, 1—17.
- Ebbels, D. L., Effect of soil fumigants on Fusarium wilt and nodulation of peas (*Pisum sativum* L.). — *Ann. appl. Biol.* 60. 1967, 391—398.
- Eibner, R., Nölle, H.-H., Lush, G. B., Hams, A. F., Hitchman, D., Kradel, J., Will, H., und Adolphi, H., Ergebnisse mit Basamid-Granulat (Wirkstoff Dazomet). — *Mitt. Landbau/Pflanzenschutz*, Juni 1968.
- Hams, A. F., and Collyer, J., Methods of incorporating Dazomet into soils in relation to biological efficiency. — *Proc. Brit. Insecticide, Fungicide Conf.*, 1963, 225—241.
- Harrison, M. B., Influence of nematocidal treatments on nematode populations. — *Phytopathology* 57. 1967, 650—652.
- Kemper, A., Über die Verbreitung von freilebenden Nematoden der Gattung *Pratylenchus* auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Westfalen-Lippe. — *Gesunde Pflanzen* 20. 1968, 127—130.
- Knierim, I. A., Fronck, F. R., Veenstra, M. A., and Fogg, R. A., Fungicide-Nematicide-Tests, 23. 1967, 133.
- , Veenstra, M. A., and Fronck, F. R., Fungicide-Nematicide-Tests, 23. 1967, 127—128.
- Kradel, J., Erfahrungen bei der Anwendung von Basamid-Pulver (Wirkstoff Dazomet) zur Bodenentseuchung. — *Mitt. Landbau/Pflanzenschutz*, Juli 1963.
- , Erfahrungen mit Basamid-Granulat (Wirkstoff Dazomet) bei der Bodenentseuchung. — *Vortrag 2. Journées, Phytatrie, Phytopharmacie, Circum-méditerranéennes, Nizza*, 18.—20. 9. 1968.



- Levonen, H. J., Vergiftungserscheinungen bei Erddämpfung? — Gartenbauwirtschaft 12. 1967, 311.
- Lush, G. B., Hams, A. F., Hitchmann, D., and Lewis, D. K., The biological efficiency of a prill formulation of dazomet with particular reference to outdoor soil sterilization. — Proc. Brit. Insecticide Fungicide Conf., 1967, 363 bis 379.
- Osborne, W. W., Fungicide-Nematocide-Tests, 23. 1967, 133.
- Stuedel, W., und Thielemann, R., Zur Frage der Wirkung eines Carbamoyl-Oximgranulates auf die Vermehrung des Rüben nematoden (*Heterodera schachtii* Schmidt) und den Ertrag von Zuckerrüben. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 19. 1967, 129—135.
- , und —, Versuche zur Frage der Empfindlichkeit von Zuckerrüben gegen den Rüben nematoden (*Heterodera schachtii* Schmidt). — 20. Int. Symp. Phytopharmacie, Phytiairie, Gent 1968 (im Druck).
- Weischer, B., Nematodenschäden an Getreide. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 20. 1968, 83—88.

**A. BRAUNS,**

Staatliches Naturhistorisches Museum, Braunschweig

**Vordringliche Aufgaben einer Produktionsbiologie des Bodens  
in einer industriellen Landschaft**

## I.

Die Landschaft ist ein ökologisches System. Die Gesetzmäßigkeiten dieses dynamischen Wirkungsgefüges sind im einzelnen durchaus noch nicht genügend analysiert worden; bekannt ist zwar, daß es gegen Eingriffe jeglicher Art empfindlich ist. Daß derartige Eingriffe laufend erfolgen, läßt sich allein an dem jährlichen Verlust an freier Landschaft, d. h. von Wasserflächen, forstwirtschaftlichen Nutzungsflächen, Agrarkomplexen, von Heide- und Moorgebieten aufzeigen; infolge der Ausdehnung industrieller Ballungsräume, eines weitmaschigen Verkehrsnetzes, der Energiegewinnungsanlagen usf. resultiert — vornehmlich auf Kosten der Agrarlandschaften — augenblicklich ein täglicher Verlust von mindestens zwei mittleren Bauernhöfen oder ein jährlicher Schwund an freier Landschaft von rund 260 qkm Fläche. Neben einem grundsätzlichen Strukturwandel der Landschaft wird mit steigender Besorgnis somit auf den Verbrauch oder auf die Zerstörung „naturnaher“ Landschaft verwiesen (Buchwald, 1964).

Daß wir in einer „industriellen Landschaft“ leben, braucht nicht näher erläutert zu werden. Doch bisher wurde immer wieder auf die exponierte Stellung des Menschen innerhalb dieses Bezugssystems aufmerksam gemacht. Das wird deutlich in den laufenden Berichten über das Anwachsen der Weltbevölkerung oder wenn Berechnungen darüber angestellt werden, welche Fläche pro Kopf für die Sicherung eines angemessenen Lebensstandards notwendig ist. Wesentlich erscheint in diesem Zusammenhange ebenfalls die Feststellung, daß mit der Bevölkerungsexpansion ein vermehrter Wasserbedarf der Kulturzentren verbunden ist; Voraussetzung für einen gesicherten Wasserbedarf ist aber wiederum ein intakter Kreislauf des Wassers, der weitgehend abhängig ist von einem intakten Zustand der Bodenschichten.

## II.

Es zeigt sich also, daß beim Ansprechen weitreichender Probleme Fragestellungen auftreten, deren Lösung mit dem Bodenzustand und mit den organismischen Geschehnissen in diesem Bereich eng verknüpft sind. Damit stehen wir schon mitten im Fragenkreis, der hier angeschnitten werden soll. Innerhalb des vorhin beschriebenen Wirkungsgefüges soll auf eine wissenschaftliche Disziplin mit Nachdruck hingewiesen werden, auf die Bodenbiologie. Und die entomologische Freilandforschung steht in einem ausgesprochen engen Kontakt zu den bodenbiologischen Gegebenheiten.

Bevor wir die Wesenszüge bodenbiologischer Forschung zu skizzieren imstande sind und zu der Frage kommen, wie dieser Forschungszweig „integrierendes Glied“ in der Kette mehrerer auf das landschaftliche Bezugssystem ausgerichteter Arbeitsgebiete sein kann, müssen wir die historische Entwicklung zumindest streifen.

## III.

Um die Jahrhundertwende sind die Genetik, die Ethologie und die Ökologie jene drei Forschungsgebiete und Disziplinen, die sich stürmisch entwickeln. Die Bodenbiologie ist nur ein Teilgebiet der terrestrischen Ökologie und hat damit Anteil an der fortschreitenden Entwicklung der allgemeinen Ökologie. Auf zwei Wegen kam es zu einer Intensivierung bodenbiologischer Forschung, einmal

- a) durch die Entwicklung der Ökologie überhaupt, zum andern
- b) dadurch, daß das Begriffspaar „Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit“ an Bedeutung gewann.

Beide Arbeitsrichtungen bewirkten in den letzten Dezennien, daß sich die Bodenbiologie als ein Forschungsgebiet mit vornehmlich biologischen Fragestellungen mehr und mehr aus der Position einer Hilfswissenschaft der Bodenkunde herausgelöst hat.

## IV.

Die starke Verflechtung der Bodenbiologie mit der ökologischen Forschung kommt in der ihr eigenen Struktur zum Ausdruck, die deutlich einen dreistöckigen Aufbau erkennen läßt.

1. Die Verbindung zur Grundlagenforschung wird unter anderem verkörpert durch die systematische Arbeitsrichtung.
2. Auf dem ökologischen Arbeitssektor wird die Zusammenarbeit mit benachbarten Disziplinen immer dringlicher, gilt es doch, vornehmlich die interspezifischen Beziehungen, weiterhin die Beziehungen ganzer Organismengesellschaften untereinander und die Auswirkungen des gesamten Bodenlebens auf den Pflanzenverband eines Standortes, daneben die Bedeutung der abiotischen Umweltfaktoren für das biologische Bodengeschehen zu analysieren.
3. Die dritte Arbeitsrichtung strebt die Möglichkeit zur Verbesserung der Lebensverhältnisse in den Bodenschichten an und damit gleichzeitig Möglichkeiten zu einer Nutzbarmachung der Organismengesellschaften in der Praxis.

## V.

Während früher bei Freilandarbeiten die zahlenmäßige Erfassung der subterranean Organismen im Vordergrund bodenbiologischer Forschung stand, interessiert heute vielmehr die Erforschung der Leistungen seitens der terricolen Organismen zur Erhaltung und Intensivierung des biologischen Geschehens. Untersuchungen mit dieser gezielten Fragestellung führten zur Aufstellung des Begriffspaares „Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit“. Es ließ sich tatsächlich nachweisen, daß die Bodentiere, selbst manche kleinen Formen, eine „Lebendverbauung“ der Bodenteilchen besorgen, damit der „Mikro-Erosion“ des Wassers in den Bodenschichten entgegenwirken und durch ihre Tätigkeit zusätzlich zu einer Lockerung in den Bodenschichten beitragen. Eine lockere Bodenstruktur ist aber für ein gutes Pflanzenwachstum förderlich. Schließlich sind auch die Kleintiere Produzenten humoser Lösungen. Bei der Humusbildung (etwa bei der Humifizierung der

Fallstreu) leisten die Tiere vielfach wesentliche Vorarbeit. Die Bedeutung des Durchganges von pflanzlichen Resten durch den tierischen Darmkanal liegt unter anderem in der Zerkleinerung der abgeworfenen Pflanzenteile, in der Förderung des Zelluloseaufschlusses, in der Durchsetzung der Losung mit Bakterien usw. Ohne näher auf die Humusbildung im Boden einzugehen — in dieser Richtung sind trotz geradezu stürmischen Anwachsens der Zahl einschlägiger Veröffentlichungen sowieso noch manche Fragen offen — möchte ich nur herausstellen, daß eine gesunde Bodenfauna offensichtlich zu einer guten Humusdurchsetzung des Bodens führt, die auf landwirtschaftlichen Anbauflächen das Sinken der Erträge oder in den forstlichen Beständen den Zuwachsverlust verhindern helfen kann. Einschränkend muß nur gesagt werden, daß nicht alle Humusformen bodenverbessernd wirken; es lassen sich auch verschiedene Humusqualitäten unterscheiden.

Bei der Diskussion um den Fragenkomplex der wirtschaftlichen Bedeutung der Bodenorganismen wird neuerdings sogar ein neuer Begriff in den Vordergrund gerückt; es ist dies der Begriff der „produktionsbiologischen Bedeutung“. Damit soll zweifellos die Verflechtung zwischen dem organismischen Bodengeschehen und dem wirtschaftlichen Bodenertrag deutlicher herausgestellt werden als mit der allgemeinen Formulierung einer „Steigerung der Bodenfruchtbarkeit“. Auch die moderne Lebensgemeinschaftsforschung fragt bei der Charakterisierung des biologischen Geschehens in einem Lebensraum nach der Produktivität an Biomasse im Biotop, um die Gesetzmäßigkeiten vollends erfassen zu können. Daß die Formulierung, was unter „Produktion“ dabei verstanden werden soll, durchaus nicht leicht zu geben ist, darauf weist schon August Thienemann (1956) hin, der in einer ausgezeichneten Skizze „vom Gesamthaushalt der Natur“ auch auf die Definitionen in der Volkswirtschaftslehre zurückgreift; die Diskussion um diese Fragen ist heute noch im Gange.

## VI.

Wohl kaum eine Disziplin, die in den letzten Jahrzehnten in den Blickpunkt des allgemeinen Interesses gerückt ist, kann nunmehr für sich die Möglichkeit der Nutzanwendung ihrer erarbeiteten Forschungsergebnisse für Wirtschaftsvorhaben des Menschen und dgl. stärker in Anspruch nehmen als der aufstrebende Forschungszweig der „angewandten“, der „praktischen“ oder wie wir auch sagen könnten der „technischen“ Bodenbiologie. Freilich spielt heutzutage die Unterscheidung zwischen angewandter (praktischer, technischer, also zweckgebundener) und nicht-angewandter (reiner, mithin zweckfreier) Forschung in vielen Ländern keine bedeutende Rolle mehr. Infolge der wesentlich längeren Umtriebszeiten in der Forstwirtschaft gegenüber jenen auf Agrarflächen ist es von Bedeutung, an den Problemstellungen in den forstlichen Beständen von bodenbiologischer Seite aus nicht mehr achtlos vorüberzugehen. So lassen der Waldbau und die Bodenbiologie viele gemeinsame Forschungsaufgaben erkennen, denn die bodenbiologische Disziplin hat sich wie der ökologisch fundierte Waldbau mit den bestimmenden Faktoren des Raumes — Boden, Klima und Wasser — auf ökologisch-ganzheitlicher Grundlage auseinanderzusetzen. Ob es sich bei den waldbaulichen Maßnahmen um solche zur Sanierung der Böden (etwa durch Waldfeldbau) oder durch maschinelle Bodenbearbeitung handelt, oder ob die standortsgemäße Holzartenwahl oder vielleicht die Einführung fremdländischer Holzarten aus beson-

deren Gründen zur Diskussion stehen, so bleibt wesentlich, daß die bodenbiologische Forschung stärker denn je an der Lösung dieser immer komplexer werdenden Fragestellungen beteiligt wird. Während nun aber die bodenbiologischen Untersuchungen im Wirtschaftswald infolge der längeren Umtriebszeiten bei Teilfragen noch am ehesten von Erfolgen begleitet waren und die wirtschaftliche Bedeutung der im Boden vorkommenden Organismen deutlich dokumentiert werden konnte, sind die Forschungen im Feld- und Gemüsebau, im Obst- und im Gartenbau erst in der Entwicklungsphase.

## VII.

Die dringliche Inangriffnahme von bodenbiologischen Untersuchungen, mithin vordringliche Einsatzmöglichkeiten einer technischen Bodenbiologie, die bodenertragliche Auswirkungen schon heute vermuten lassen, die im Zuge der modernen Wirtschaftsführung oder schließlich aus landschaftsökologischen Erfordernissen heraus in einer industriellen Landschaft notwendig erscheinen, dürften nunmehr herauszustellen sein.

Einmal geht es um die Verbesserung der in Nutzung stehenden Wirtschaftsböden überhaupt. Nicht allein bodenkundliche Spezialarbeit, sondern gerade auch bodenbiologische Freilandarbeit dürfte in dieser Hinsicht erforderlich sein, um beispielsweise die experimentell-ökologische Forschung im Kulturpflanzenbau voranzubringen; dabei stehen im Vordergrund die Kulturtechnik (darunter etwa das sehr interessante Standortproblem), die Meliorationsmaßnahmen (auf degradierten Standorten z. B. die Erprobung neuartiger Düngungsmaßnahmen und infolge einer vielfach viehschwachen Wirtschaftsweise das Bestreben einer ausreichenden Versorgung des Bodens mit organischer Substanz) und schließlich die heute lebensnotwendig gewordene Wasserhaushaltsforschung. Weitere Einsatzmöglichkeiten für den bodenbiologischen Techniker dürften gegeben sein bei der Nutzbarmachung arider Gebiete, bei der Erarbeitung neuer Kompostierungsverfahren, auch bei der heutzutage sehr aktuellen Kompostfabrikation aus städtischen und industriellen Abfällen.

Voraussetzung für etwaige Verbesserungsmaßnahmen überhaupt ist die Durchführung einer großflächigen Bodenbonitierung. Fraglich bei der biologischen Bodenanalyse ist eigentlich nur, ob dafür die Bearbeitung einer einzigen Tiergruppe einmal ausreichen würde. Es scheint so, wie wenn dies nicht der Fall sein könnte; großräumige und mehrjährige Freilanduntersuchungen sind in dieser Richtung noch notwendig. Ghilarov (1965) gibt bereits eine gut fundierte Übersicht über die zoologischen Methoden einer derartigen Bodendiagnose, nach der mit den verschiedensten Kontrollen in unterschiedlichen Anbaugebieten verfahren werden sollte.

## VIII.

Daß sich die Interessenssphären einer technischen Bodenbiologie und der entomologischen Freilandforschung berühren, zeigt sich nicht allein bei den vordringlich herangezogenen Arbeitsmaßnahmen, sondern in erhöhtem Maße auf dem Gebiete der Phyto- und Entomomedizin und des Pflanzenschutzes. Es sei nur auf den Zusammenhang zwischen Bodenzustand und Befallsdisposition für Erkrankungen verwiesen.

Trotz einer anfänglich harmlos erscheinenden Wirkung von Pflanzenschutz- oder Unkraut-Vertilgungsmitteln auf die Bodenorganismen ist andererseits gleichzeitig auf die eventuell auftretende „Umschichtung des Formenspektrums“ aufmerksam zu machen. Vor allem gilt es, nähere Einzelheiten über die etwaigen Nebenwirkungen auf die Bodenfauna zu erarbeiten; diese sind nur zu bekommen, wenn die Auswirkungen der verschiedenen Mittel bei großflächiger Anwendung und über längere Zeitspannen hinweg und besonders bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen untersucht werden.

#### IX.

In unmittelbarer Bezogenheit zu den anfangs skizzierten Problemen des Verlustes an naturnaher Landschaft in der industriellen Umwelt müssen unsere Betrachtungen letztlich ausgerichtet werden auf den Landschaftsschutz und auf die Landschaftspflege, die insgesamt integrierende Bestandteile einer Raumordnung sind. Ihre wissenschaftlich begründeten Feststellungen beruhen auf landschaftsökologischen Erhebungen, die an sich nichts anderes sind als ökologische Untersuchungsergebnisse auf breiterer Basis. Die Bodenbiologie als ökologisch fundierte Wissenschaft ist ein Pfeiler der Landschaftsökologie.

Bei der Ermittlung der Bodenfruchtbarkeit und der damit angeschnittenen Frage nach den Möglichkeiten der Bodennutzung für agrarwirtschaftliche Planungen in den Tropen bilden vielfach hydrographische, bodenkundliche, morphologische und vegetationskundliche Untersuchungen die Grundlage für Aussagen über den Wasserhaushalt, die Landschaftsgenese, die Landschaftsökologie und die Entwicklungsmöglichkeit. Es fehlen hierbei noch ausgesprochene bodenbiologische Beobachtungen, die gerade in den Tropen gleichfalls festfundierte Grundlagen zu liefern und bezüglich der Bodenbonitierung gute Stützen zu geben vermögen. Hier ist also ein aussichtsreicher Ansatzpunkt für die praktische Bodenbiologie in großräumigen Landschaftsgebieten. Damit kann die bodenbiologische Forschung die landschaftsökologische Aussagekraft in industriellen Entwicklungsgebieten weitgehend unterstützen.

Die Bodenbiologie kommt aber auch im Rahmen des Landschaftsschutzes im mitteleuropäischen Raum zu wesentlichen Aufgaben. Als Beispiel sei die Aufforstung von Kippen und Halden in industriellen Zentren angeführt. Nicht überall läßt sich eine Begrünung von Kippen und Halden mittels eines Vorwaldes durchführen, besonders nicht ohne bodenpflegerische Maßnahmen, so daß hierbei die Einsatzmöglichkeit einer technischen Bodenbiologie vollauf gegeben ist. Andererseits kann die Ermittlung der Neubesiedlung von Halden durch die Bodenfauna für die Einschätzung der bereits durchgeführten Meliorations- und Aufforstungsarbeiten bedeutsam sein.

#### X.

In mehrjährigen Freilandarbeiten, die zu meiner kürzlich erschienenen Buchveröffentlichung mit dem Titel „Praktische Bodenbiologie“ führten, habe ich den Eindruck gewonnen, daß sich die ökologische Grundlagenforschung — und am Beispiel der entomologisch stark tangierten Bodenbiologie habe ich es aufzuzeigen versucht — mit Bezug auf wirtschaftliche und landschaftsökologische Aspekte orientieren muß an großräumigen, langfristigen Untersu-

c h u n g e n , vor allem in Zusammenarbeit mit vielen Nachbardisziplinen, denn nur „Gemeinschaftsarbeit“ kann hier zu festfundierten Ergebnissen in einem technisch-naturwissenschaftlichen Zeitalter führen.

#### S u m m a r y

Soil biology being closely connected with outdoor entomological research deals as an independent field of research with urgent problems to solve the multiple questions of landscape protection and preservation, but plays also an important part in plans to reach a higher soil productivity in the fields of agriculture and forestry. Future research work in soil biology — with regard to aspects of landscape ecology and soil productivity — ought to undertake outdoor investigations on long terms and on a large scale, in order to come to well-founded results with the cooperation of numerous fields of research.

#### L i t e r a t u r

B r a u n s , A., Praktische Bodenbiologie. — G. Fischer, Stuttgart. 1968, 470 S., 166 Abb., 23 Tab., 12 Taf.

## Pflanzenschutz in Sonderkulturen

Vorsitz: *Böning* (München)

### R. DIERCKS,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Zum Pflanzenschutz in Sonderkulturen unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Bayern\*)

Die Sonderkulturen nehmen im Rahmen der gesamten Pflanzenproduktion eine an sich nur untergeordnete Stellung ein, sind aber für die wenigen spezialisierten Einzelbetriebe oft lebenswichtig. In der Regel sind die Arbeits- und Kapitalaufwendungen für Anbau, Düngung, Pflege, Ernte und Vorvermarktung relativ hoch, so daß viele Sonderkulturen den Charakter von Intensivkulturen erhalten, bei denen „viel auf dem Spiel steht“. Um so größer ist aber in solchen Fällen die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes als unentbehrlichen Instruments nicht nur — wie von jeher — zur Sicherung der Erträge, sondern angesichts steigender EWG-Konkurrenz heute in ganz besonderem Maße auch zur Erzeugung marktfähiger Ware, deren äußere und innere Qualität nicht durch Krankheiten und Schädlinge beeinträchtigt ist. Schließlich gewinnen in manchen Sonderkulturen zur Erhöhung der Produktivität immer stärker auch die Herbizide an Bedeutung, um die teure mechanische, nicht selten sogar noch manuell durchgeführte Unkrautbekämpfung abzulösen.

Vor Erörterung der einzelnen Pflanzenschutzprobleme sei kurz auf den Anbaumumfang der in Betracht kommenden Sonderkulturen eingegangen. Die Gegenüberstellung der Zahlen 1957 und 1967 (s. Tabelle) läßt die Entwicklungstenden-

Anbauflächen von Sonderkulturen in ha 1957 und 1967\*\*)

Kulturart	Bundesgebiet		Bayern	
	1957	1967	1957	1967
1. Hopfen	7 977	11 597	7 013	10 601
2. Tabak	8 552	3 489	527	158
3. Grassamen	9 301	14 163	1 680	2 424
4. Heil- u. Gewürzpflanzen	778	600	316	317
5. Heidelbeeren	ges. Bundesgebiet 1961 ca. 75 ha			
6. Schutzpflanzungen	—	—	106	706

zen erkennen: Der Hopfenbau, der sich zu etwa 90 % auf Bayern erstreckt, hat um etwa 3600 ha zugenommen, während der Anbau von Tabak im Bundesgebiet um über 50 %, in Bayern sogar um fast 70 % zurückgegangen ist. Die

\*) Beim Sammeln des Materials wurde mir von vielen Seiten geholfen. Außer meinen Mitarbeitern und den Spezialberatern für Pflanzenschutz der Regierungen danke ich ganz besonders Frl. LR Günther und den Herren ORR Costa, Freitag, Dr. Kamm, ORLR Leicht, Prof. Dr. Liebster, Dr. Seitz und Dr. Schäfer.

\*\*) Nach Statistischem Jahrb. des BML und statistischen Berichten des Bayer. Stat. Landesamtes.



Grassamenvermehrung hat sich stark ausgeweitet. Heil- und Gewürzpflanzen zeigen im Bundesgebiet schwach rückläufigen, in Bayern konstant verbliebenen Anbau. Von Kulturheidelbeeren, deren Anbau in Westdeutschland erst 1934 aufgegriffen wurde, liegt nur die Schätzzahl von 75 ha aus dem Jahre 1961 vor; das Interesse am Anbau scheint weiter zu steigen. Über Bodenschutzpflanzungen standen Angaben nur aus Bayern zur Verfügung. Wie hier dürfte im gesamten Bundesgebiet der Umfang der Pflanzungen im Zuge der Maßnahmen zur Strukturverbesserung rapide zugenommen haben und in Zukunft weiter anwachsen.

## I. Hopfen

Eine wirtschaftlich dominierende Stellung nimmt unter den Sonderkulturen der Hopfen ein. Mit der Biererzeugung untrennbar verbunden, kann er in Bayern auf eine sehr lange Anbautradition zurückblicken. Die älteste Urkunde stammt aus dem Jahre 736 n. Chr. und berichtet von der Anlage eines Hopfengartens durch kriegsgefangene Wenden bei Geisenfeld in der Hallertau, dem bayerischen Anbauzentrum. Auch im Spalter Gebiet ist der Anbau schon im 8. Jahrhundert urkundlich belegt. Zunächst sich ständig ausdehnend, erlebte der Hopfen seit dem 19. Jahrhundert auch schwere wirtschaftliche Krisen, die vorübergehend z. T. erheblichen Rückgang der Anbauflächen zur Folge hatten.

Auch jetzt ist wieder die Preissituation alarmierend: Von DM 400,— ist der freie Marktpreis 1968 in Bayern auf DM 240,— bis DM 300,— je Zentner Trockenhopfen abgesunken. Damit ist die Grenze der Gestehungskosten teilweise unterschritten. Erhöhung der Produktivität ist daher auch hier das Ziel aller Anstrengungen; selbst dann, wenn es gelingt, im Rahmen einer EWG-Hopfenmarktordnung einen relativ stabilen Richtpreis durchzusetzen. Auf dem Sektor Arbeitsaufwand ist schon ein wesentlicher Schritt in Richtung Senkung der Produktionskosten getan, da die Ernte fast nur noch maschinell durchgeführt wird (1968 waren ca. 4000 Hopfenpflückmaschinen in Bayern im Einsatz!). Allerdings bedarf es in Zukunft verstärkter Bemühungen, um überbetriebliche Lösungen zu fördern, wenn die z. T. erheblichen Investitionskosten gedeckt werden sollen.

Als Dauerkultur ist der Hopfen ganz besonders prädestiniert, von Krankheiten und Schädlingen bedroht zu werden. Ohne ihre Abwehr ist erfolgreicher Hopfenbau überhaupt nicht mehr möglich. Als in den Jahren 1924—1926 der Falsche Hopfenmehltau (*Pseudoperonospora humuli*) erstmalig in Form einer Epidemie in Deutschland grassierte und in der Hallertau den ha-Ertrag von 15—20 auf durchschnittlich 5,8 Zentner herunterdrückte, war der Anbau ernstlich in Frage gestellt (Linke und Rebel 1950). Nur den sofortigen und vereinten Anstrengungen von Wissenschaft, Industrie, Beratung und Pflanzern gelang es damals, der Gefahr Herr zu werden und den Hopfenbau zu retten. Eng verknüpft mit den Leistungen dieser Zeit sind die Namen Zattler, Hamp, Schwaebel, vom Scheidt und die Firma Wacker, die damals das erste Kupferfertigpräparat auf den Markt brachte. Heute ist die chemische Bekämpfung der Peronospora-Krankheit zur selbstverständlichen Routinemaßnahme im Hopfenbau geworden (Zattler 1928 a. u. b, 1931, 1964; Zattler und Weigand 1933; Mori 1962). Dennoch sollte man wohl nicht in den Anstrengungen erlahmen, die Bekämpfungsmethodik fortlaufend zu verbessern. Angesichts der verschärften Kostensituation geht es vorwiegend darum, nach Wegen

zu suchen, um die Zahl der bei anfälligen Sorten noch alljährlich erforderlichen 15—20 Spritzungen herabzusetzen, sei es durch meteoropathologisch fundierte „gezielte“ Einzelspritzungen oder durch neuartige systemische Fungizide, beides ergänzt durch Fortschritte in der Resistenzzüchtung. Noch heute steht und fällt der Hopfenbau mit der sachgerechten Peronospora-Bekämpfung. Über den Stand der Bemühungen um weitere Fortschritte wird Kamm in seinem Referat „Zur Bekämpfung der Primärinfektion von Pseudoperonospora humuli“ berichten.

Auch die Bekämpfung von Spinnmilben und Blattläusen, die gefährlichste tierische Schädlinge des Hopfens sind, stellt angesichts der modernen Akarizide und Insektizide an sich kein Problem mehr dar (Zattler 1930, 1936, 1948, 1950, 1965, 1967; Lüders 1965; Křiž 1966). Vielfach herrscht heute die prophylaktische Anwendung langfristig wirkender systemischer Mittel in Granulat-Form oder als Gießmittel vor. Der im Spalter Anbaugbiet seit 1959 bei Spinnmilben beobachteten Resistenz gegen organische Phosphorverbindungen gelang es bisher, durch geeigneten Wirkstoffwechsel zu begegnen (Schäfer 1962). Inwieweit die erst seit kurzem im bayerischen Hopfenanbau gegen Spätbefall von Blattläusen offenbar nicht immer mehr voll befriedigende insektizide Blattapplikation auch auf Resistenzerscheinungen zurückzuführen ist oder nur eine Folge zu später bzw. auch mangelhafter Spritztechnik ist, muß vorerst offen bleiben. Immerhin dürfte es auch im Hopfenbau sinnvoll sein, Ansätze für einen integrierten Pflanzenschutz zu schaffen, um „blinde“ Routinespritzungen aufzugeben und statt dessen biologisch ausgerichtete „gezielte“ Einzelspritzungen vorzunehmen. In einer derartigen Zielsetzung liegt wohl im Augenblick die einzige praktische Chance, um Gefahren einer Resistenzbildung zu begegnen.

Besorgniserregend ist das Problem der „Hopfenwelke“, einer erst seit wenigen Jahren auftretenden parasitären Totalerkrankung der Reben (Kamm 1960; Zattler und Chrometzka 1960, 1966; Chrometzka 1964). Die Krankheit beschränkt sich wohl vorerst nur auf das bayerische Hauptanbaugbiet, die Hallertau. Sie hat dort aber ihren ursprünglich vorherrschenden Charakter nur sporadischen Auftretens verloren und greift progressiv, von Jahr zu Jahr, weiter um sich, so daß in der Hallertau inzwischen 4000—5000 ha als welkegefährdet gelten können (persönl. Mitt. Kamm). Als Krankheitsursache konnten die 2 im Boden weit verbreiteten Pilzgattungen *Verticillium* und *Fusarium* nachgewiesen werden. Sie dringen in die Leitungsbahnen ein und führen später zu den Merkmalen echter Tracheomykosen. Nach jüngsten physiologischen Untersuchungen (Rudolph 1968) lassen sich die Symptome nicht nur auf Toxine, sondern vorwiegend auf Bildung peкто- und cellulolytischer Enzyme zurückführen. Weniger klare Vorstellungen bestehen jedoch über die speziellen Infektionsvoraussetzungen. Offensichtlich liegt ein ganzes Bündel standortbezogener Faktoren vor, deren Zusammenspiel schwer durchschaubar und noch Gegenstand intensiver Forschungen ist. Vorerst muß sich daher die Abwehr weiterer Ausbreitung auf prophylaktische Maßnahmen beschränken. Zu gewissen Hoffnungen berechtigt auch die Züchtung welketoleranter Sorten. Über den derzeitigen Stand der Untersuchungen zur Bekämpfung der Welke berichten nachfolgend Kamm, Schmid und Bucher in einem Gemeinschaftsreferat.

Damit sind die Pflanzenschutzprobleme im Hopfenbau keineswegs erschöpft. Viruskrankheiten, physiologische Erkrankungen, Nema-

t o d e n und auch Fragen der U n k r a u t b e k ä m p f u n g (einschließlich chemischer Abtötung der Bodentriebe und Nachschosser) werfen eine Reihe weiterer Probleme auf, die aber gegenüber den erörterten zweitrangig sind, so daß ich sie übergehen muß.

## 2. T a b a k

Eine weitere typische Spezialkultur ist der Tabak, dessen Anbau in Westdeutschland stark zurückgegangen ist. Bayern — vorwiegend der mittelfränkische Raum — war 1967 an der Gesamt-Tabakfläche der BRD nur noch mit 4,5 % beteiligt. Hohe Arbeitsintensität beschränkt den Anbau dieser Kultur fast nur auf klein- bis mittelbäuerliche Betriebe. Das Verlustrisiko durch Krankheiten und Schädlinge ist im Tabakbau nicht weniger groß als im Hopfen. Erinnert sei an die überraschende B l a u s c h i m m e l -Epidemie des Jahres 1960, die damals im ganzen Bundesgebiet grassierte und so katastrophale Ernteverluste verursachte, daß im Folgejahr der Anbau sprunghaft zurückging. In Bayern blieben von der im Jahr 1958 noch mehr als 448 ha umfassenden Anbaufläche 1961 nur 171 ha übrig. Das entspricht einem Rückgang von 62 %! Inzwischen hat man die Bekämpfung dieser Krankheit fest im Griff. Chemische Vorbeugungsmaßnahmen alljährlich im Anzuchtbeet, bei Bedarf auch im Feldbestand (B ö n i n g 1961, 1962), haben zweifellos mit dazu beigetragen, daß sich eine Kalamität wie in den 60er Jahren nicht wiederholt hat. Als positive Reaktion der Praxis wird man die Tatsache werten dürfen, daß der Anbauumfang seit 1961 nahezu konstant geblieben ist. Unter den Fungiziden haben sich vor allem Maneb, Zineb und Propineb bewährt. Auch von der Resistenzzüchtung dürften in absehbarer Zeit Erfolge zu erwarten sein. Frl. K r a u ß wird in ihrem nachfolgenden Referat berichten, inwieweit es möglich ist, den Kotyledonentest (P a w l i k, S c h m i d, S p r a u und K r a u ß 1963), der sich seit einigen Jahren als Schnellverfahren zur Prüfung auf Blauschimmelresistenz durchgesetzt hat, in modifizierter Form auch für die Vorprüfung von Fungiziden gegen *Peronospora tabacina* zu benutzen.

Der Tabak wird, wenn auch vorwiegend nur sporadisch, noch von einer ganzen Reihe anderer p a r a s i t ä r e r und auch p h y s i o l o g i s c h e r K r a n k h e i t e n heimgesucht, denen man jedoch vielfach schon allein durch Wahl gesunden Saatgutes, Entseuchung der Anzuchterde und richtige Acker- und Pflanzenshygiene begegnen kann. Ungeklärt scheint noch das Problem der R i p p e n f ä u l e zu sein (persönl. Mitt. L e i c h t). Verluste durch tierische S c h ä d l i n g e sind angesichts wirksamer chemischer Mittel zur Seltenheit geworden.

Arbeitswirtschaftliche Schwierigkeiten werden auch den Tabakpflanzler zwingen, die traditionelle mechanische U n k r a u t b e k ä m p f u n g einzuschränken, so daß nach chemischen Wegen gesucht werden muß. Als praxisreifes Verfahren zeichnet sich nach K a m p e (1968) die Anwendung von Metobromuron kurz vor dem Pflanzen ab. Da das Verfahren für die Kultur unter normalen Bedingungen risikolos zu sein scheint, die Einschränkung der konventionellen Bodenbearbeitung sogar Mehrerträge zur Folge haben kann, sollte — wie in vielen anderen Kulturen — auch im Tabakbau die chemische Unkrautbekämpfung zur Anhebung der Produktivität bald breiteren Eingang finden. K a m p e wird später über neue Ergebnisse von Versuchen mit dem von ihm entwickelten Metobromuron-Verfahren berichten und dabei besonders auf produktionstechnische Wechselbeziehungen eingehen.

### 3. Grassamen

Der Grassamenbau nimmt, betriebswirtschaftlich gesehen, unter den Sonderkulturen eine Ausnahmestellung ein. Er ist relativ arbeitsextensiv, bietet eine günstige Arbeitsverteilung und ist daher für den Anbau auch in Großbetrieben geeignet. Als mehrjährige Kultur mit reichlichen Wurzelrückständen wird er vor allem von viehlosen Betrieben als vorzügliche Humusquelle geschätzt. Vorteile in bodenbiologischer Hinsicht bestehen auch darin, daß Grassamenbau bei hohen Getreideanteilen die Fruchtfolge aufzulockern vermag und damit zu einem heute wichtigen Instrument gegen die Anhäufung von Fußkrankheitserregern wird (Bockmann 1962). Nach englischen Untersuchungen (Stone 1960) ist auch gegenüber *Heterodera avenae*, dem Getreidezystenälchen, ein bodenentseuchender Effekt zu erwarten. Die starke Ausdehnung des Anbaues in den letzten Jahren ist daher besonders im Hinblick auf die Abwehr von Fruchtfolgeparasiten zu begrüßen. Wie jede Spezialkultur erfordert aber auch die Grassamenvermehrung gediegene Kenntnisse in der Anbau-, Pflege- und Erntetechnik.

Pflanzenschutzlich gesehen, stellen sich vielfach die gleichen Probleme wie beim Getreide (Buhl 1962, Mühle 1962). Dennoch gibt es eine Reihe besonderer Schwierigkeiten. Dazu gehört u. a. die Bekämpfung der *Graswanze* (*Miris dolobratius*), einem Erreger der totalen *Weißährigkeit*, ferner der *Blütengallmücken* (*Contarinia*-, *Dasyneura*-, *Sitodiplois*- und *Stenodiplois*-Arten), der *Lieschgrasfliegen* (*Amaurosoma flavipes* und *A. armillatum*) und des *Grassamenälchens* (*Anguina agrostis*). Die Bekämpfung der beiden erstgenannten Schädlinge (mit Insektiziden) ist an sich gelöst (Wagner 1962, Frank 1962, Fröhlich 1962), findet aber nur langsam breiteren Eingang in die Praxis. Gegen die beiden letztgenannten Schädlinge werden Bekämpfungsmethoden z. Z. erarbeitet (pers. Mitt. Wagner, Würzburg). Über den Stand der Untersuchungen beim Grassamenälchen wird das Referat von Wagner, Würzburg, informieren.

Da im Aussaatjahr Getreide als Überfrucht Verwendung findet, ist die Ausschaltung des nach der Getreideernte in den Grassamenbeständen auflaufenden *Ausfallgetreides* ein Problem besonderer Art, an dessen Lösung erfolgreich gearbeitet wird. Wagner, Schönbrunn, wird darüber Einzelheiten berichten.

### 4. Heil- und Gewürzpflanzen

An der nur sehr geringen Gesamtanbaufläche von 600 ha im Jahre 1967 ist Bayern mit 52 % relativ stark beteiligt. Im Bundesgebiet war der Anbau seit 1957 schwach rückläufig, in Bayern ist er dagegen nahezu konstant geblieben. Es ist vielleicht nicht uninteressant zu erfahren, wie vielfältig das Artenspektrum der in Ackerkultur stehenden Heil- und Gewürzpflanzen ist. Nach einer Aufstellung des Bayerischen Bauernverbandes handelte es sich 1961 neben noch anderen Arten vorwiegend um Angelika, Baldrian, Bohnenkraut, Dill, Echinacea, Eibisch, Estragon, Fenchel, Fingerhut, Kamille, Knoblauch, Kümmel, Majoran, Mariendistel, Melisse, Petersilie, Pfefferminze, Ringelblume, Thymian, Wermut und Mutterkorn. Eine dominierende Stellung nimmt die Pfefferminze ein. In Bayern beträgt ihr Anteil über 90 % der Gesamtanbaufläche von Heil- und Gewürzpflanzen.

Unter den pflanzenschutzlichen Problemen im *Pfefferminzbau* steht die *Unkrautbekämpfung* im Vordergrund. Auch hier geht es darum,

die traditionellen, noch vorherrschenden Verfahren der Handhacke, des manuellen Ausziehens und des Fräsens durch arbeitskostensparende Herbizidanwendung abzulösen. Die Referate von M a a s und Fr. G ü n t h e r werden näheres darüber bringen.

Auch die Bekämpfung des in manchen Anbaugebieten schon seit langem endemischen Pfefferminzrostes (*Puccinia menthae*) wirft Probleme auf (M e l i a n 1964). Im Erdinger Moos, dem Hauptanbauggebiet Bayerns, ist es ferner in jüngster Zeit zu ernststen N e m a t o d e n s c h ä d e n gekommen. Auf beide Probleme, Pfefferminzrost und Nematoden, wird ebenfalls Fr. G ü n t h e r in ihrem Referat eingehen.

Schwierigkeiten bereitet auch die Anwendung von Insektiziden, auf die gegen Erdflöhe, Wickler- und Eulenraupen in bestimmten Jahren nicht verzichtet werden kann (pers. Mitt. S e i t z). Die chemische Bekämpfung dieser Schädlinge wirft gewisse Probleme auf, weil man bestrebt ist, Ware ohne Rückstände zu erzeugen, auch wenn das Deutsche Arzneimittelgesetz vom 16. Mai 1961 keine die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Kulturen von Arzneimittelpflanzen einschränkende oder verbietende Vorschriften enthält.

## 5. Kulturheidelbeeren

Im Gegensatz zu den vorher erwähnten Sonderkulturen kann die Kulturheidelbeere auf keine lange Tradition, zumindest nicht in Europa, zurückblicken. In Westdeutschland ist ihr Anbau erst seit 1934 bekannt. Nach L i e b s t e r (1961) umfaßte der Anbau im ganzen Bundesgebiet 1961 etwa 75 ha. Da hoher Marktbedarf vorliegt und die Bodenansprüche sehr gering sind, ist mit weiterer Ausdehnung des Anbaues zu rechnen, der vor allem Neben- und Zuerwerbsbetrieben neue Einnahmehancen eröffnen dürfte. Um so mehr werden sich aber Forschung und Beratung auf mögliche Pflanzenschutzprobleme auch dieser, an sich in den Bereich des Obstbaues fallenden Sonderkultur einstellen müssen.

In Nordamerika, dem Heimatland der Kulturheidelbeere, kennt man eine ganze Reihe parasitärer Krankheiten, die dort den Anbau bedrohen und erschweren (S t r e t c h 1967). Der Erreger einer gefährlichen Trieberkrankung (Rutensterben!) hat inzwischen auch auf Europa übergegriffen und sollte ein Warnzeichen sein, zumal die Bekämpfung Schwierigkeiten zu bereiten scheint. S p r a u wird darüber im einzelnen kurz berichten.

Tierische Schädlinge der Heidelbeere, die teilweise gleich oder verwandt denen der üblichen heimischen Obstkulturen sind, lassen sich wirksam mit modernen Insektiziden bekämpfen (pers. Mitt. L i e b s t e r).

## 6. Schutzpflanzungen

Auch Bodenschutzpflanzungen erfordern seit einigen Jahren Hilfestellung durch den Pflanzenschutz. Sie sind ein wesentliches Instrument der modernen Landschaftspflege, um dort, wo im Zuge der Flurbereinigung große, rationeller zu bearbeitende Ackerflächen geschaffen werden, den Boden vor Winderosionen zu schützen (C o s t a 1967, 1968). Pflanzenschutzliches Kernproblem ist die U n k r a u t b e k ä m p f u n g in Neuanpflanzungen. Die früher vorherrschende, z. T. manuelle Hackarbeit ist auch hier arbeitswirtschaftlich nur selten noch durchführbar. An ihre Stelle treten daher in ständig steigendem Umfang Bodenherbizide,

deren Anwendung aber besondere technische Kenntnisse und Vorsichtsmaßnahmen erfordert, damit phytotoxische Schäden an den empfindlichen Junggehölzen vermieden werden. Costa und Meyer werden beide in ihren Referaten über den derzeitigen Stand der chemischen Unkrautbekämpfung in Schutzpflanzungen berichten, letzterer unter norddeutschem, ersterer unter bayerischem Aspekt.

## 7. Korbweiden

Abschließend noch wenige Worte zu einem Pflanzenschutzproblem in Korbweiden, die an sich nicht auf dem Programm stehen, die aber gerade in Oberfranken und hier in der nächsten Umgebung von Coburg noch immer als Sonderkultur eine praktische Rolle spielen. Vor 15 Jahren führten — stärker in Südbayern als hier im fränkischen Raum — die beiden Korbweidenparasiten *Fusicladium saliciperdum* und *Glomerella miyabeana* als Erreger der „Spitzen-dürre“ bzw. des „Rutenbrenners“ zu katastrophalen Ertrags- und Qualitätsverlusten. Durch sofort eingeleitete Untersuchungen konnten wir damals ein chemisches Bekämpfungsverfahren entwickeln (Diercks 1957, 1959), das darin besteht, daß ab Juni/Juli in mindestens 14tägigen Abständen kombiniert Captan und Brestan gespritzt wird. Das Verfahren war angesichts der damaligen Preissituation wohl wirtschaftlich, aber keineswegs billig. Inzwischen scheint sich das Problem auf sehr einfache, vor allem kostenlose Weise zu lösen. An die Stelle der hochanfälligen Sorte *Salix americana* tritt seit einigen Jahren die aus Frankreich stammende resistente Sorte *Salix daphnoides*, die der Amerikaner-Weide im Ertrag und in der Qualität völlig gleichwertig ist, aber keinerlei chemischen Schutz wie diese erfordert. Hinzu kommt, daß auch gegen den Erlenrößler (*Cryptorrhynchus lapathi*) Resistenz vorzuliegen scheint. Ferner hat sich die neue Sorte als sehr robust und nahezu unempfindlich gegenüber der im heutigen Korbweidenanbau unentbehrlichen chemischen Unkrautbekämpfung erwiesen (persönl. Mitt. Freitag, Freising). Dieses Beispiel mag zeigen, daß sinnvolle Sortenwahl ein Instrument auch des heutigen Pflanzenschutzes geblieben ist und in bestimmten Fällen als Alternative zur Chemotherapie keineswegs an Bedeutung verloren hat.

## Schlufßbetrachtungen

Damit bin ich am Schluß meiner nur kurzen, zwangsläufig unvollständig gebliebenen Ausführungen über den Pflanzenschutz in Sonderkulturen. Der Anteil dieser Kulturen an der Gesamtackerfläche ist verschwindend gering; er beträgt weniger als 1 %. Das aber darf nicht zu dem Trugschluß führen, man könne auf diesem Sektor den Pflanzenschutz vernachlässigen. Vielmehr sollte man bedenken, daß derartige, oft einseitig spezialisierte Betriebe ohne fortschrittlichen Pflanzenschutz überhaupt nicht mehr lebensfähig sind. Man darf daher wohl ohne Übertreibung sagen, daß Sonderkulturen, die Intensivkulturen sind und unter unseren Standortbedingungen auch in Zukunft noch Marktchancen besitzen, seitens der phytomedizinischen Forschung und Beratung größere Anstrengungen erfordern als andere Bereiche der Pflanzenproduktion.

## Summary

In a short survey the Main plant protection problems in hops, tobacco, grass seeds, medical and spice plants, cultivated bilberries and soil conservation plants are reported with special regard to the Bavarian conditions.

Although the portion of these special cultures does not reach 1 <sup>0</sup>/<sub>10</sub>, the endeavours at a progressive plant protection are not less urgent than in other fields of plant production. As far as among the special cultures intensive crops (for instance hops, tobacco) are concerned, the few specialized farms cannot exist without plant protection at all.

#### L i t e r a t u r

- B o c k m a n n, H., Fruchtfolge und Fußkrankheitsgefahr beim Weizen mit besonderer Berücksichtigung des Anbaues von Grassamen und grashaltigen Feldfutterkulturen sowie der Stickstoffdüngung. — Praxis u. Forschung 14. 1962, Nr. 2, 12 S.
- B ö n i n g, K., Maßnahmen zur Bekämpfung der Blauschimmelkrankheit des Tabaks (*Peronospora tabacina* Adam). — Bayer. landw. Jahrb. 38. 1961, 40–50.
- , Erkennung des Erstbefalls als Ausgangspunkt jeder wirksamen Bekämpfung der Blauschimmelkrankheit des Tabaks (*Peronospora tabacina* Adam). — Bayer. Landesanst. Pfl.bau, Pfl.schutz, München, Pflanzenschutzinformationen Nr. 4. 1962, 4 S.
- B u h l, C., Die phytopathologische Situation bei Futtergräsern in der Deutschen Bundesrepublik. Krankheiten und Schädlinge an Futtergräsern. — Schr.reihe der Karl-Marx- Univ. Leipzig, Fragen sozialist. Landw. 1962, H. 8, 13–22.
- C h r o m e t z k a, P., Über die Anfälligkeit verschiedener Hopfensorten und Hopfenzüchtungen gegenüber der Welkekrankheit. — Hopfen-Rundschau 15. 1964, 390 bis 392.
- C o s t a, W., Pflege und Nutzung der Schutzpflanzungen. — Bayer. landw. Jahrb. 44. 1967, 626–636.
- , Flurbereinigung, Landschaftspflege und Grünordnung am Beispiel der Gemeinde Schönberg im Landkreis Schongau. — Natur u. Landschaft 43. 1968, 6–9.
- D i e r c k s, R., Über den „Rutenbrenner“ (*Physolepora miyabeana*) an Korbweiden unter besonderer Berücksichtigung zweijähriger Bekämpfungsversuche. — Pflanzenschutz 9. 1957, 37–44.
- , Zur Bekämpfung der Korbweidenparasiten *Fusicladium saliciperdum* (All. et Tub.) Lind. und *Glomerella miyabeana* (Fuk.) v. Arx. — Pflanzenschutz 11. 1959, 125 bis 132.
- F r a n k, E., Zur Frage des Auftretens und der praktischen Bekämpfung von Blütengallmücken bei Wiesenrispe und Wiesenschwingel. Krankheiten und Schädlinge an Futtergräsern. — Schr.reihe Karl-Marx-Univ. Leipzig, Fragen sozialist. Landw. 1962, H. 8, 105–110.
- F r ö h l i c h, G., Gallmücken an Futtergräsern und ihre Bekämpfung. Krankheiten und Schädlinge an Futtergräsern. — Schr.reihe Karl-Marx-Univ. Leipzig, Fragen sozialist. Landw. 1962, H. 8, 97–104.
- K a m m, L., Die Welkekrankheit des Hopfens. — Hopfen-Rundschau 11. 1960, 212 bis 213.
- K a m p e, W., Zur chemischen Unkrautbekämpfung im Tabakbau. — Dtsch. Tabakbau 48. 1968, 61–65.
- K ř i ž, J., Poznámky k letošnímu výskytu a k ochrané před msici chmelovou. — Chmelářství 38. 1966, 186–187.
- L i e b s t e r, G., Die Kulturheidelbeere. — Paul Parey, Berlin, Hamburg, 1961, 224 S.
- L i n k e, W., und R e b e l, A., Der Hopfenbau, 2. Aufl., Verl. Hans Carl, Nürnberg, 1950, 345 S.
- L ü d e r s, W., Die Spinnmilbenbekämpfung im Hopfenbau. — Hopfen-Rundschau 16. 1965, 181–182.
- M e l i a n, L., Zur Kultur der Pfefferminze in Verbindung mit der Bekämpfung des Rostpilzes (*Puccinia menthae* Pers.). — Bayer. landw. Jahrb. 41. 1964, 563–596.

- Mori, Y., Studies on Downy mildew of Hop Plant II. Some observations on the source of hop downy mildew. — Bull. Brew. Sci. 7. 1962, 7—12.
- Mühle, E., Allgemeines zum Auftreten von Krankheiten und Schädlingen an Futtergräsern. Krankheiten und Schädlinge an Futtergräsern. — Schr.reihe Karl-Marx-Univ. Leipzig, Fragen sozialist. Landw. 1962, H. 8, 5—12.
- Pawlik, A., Schmid, K., Sprau, F., und Krauß, E., Resistenzprüfung des Tabaks im Keimpflanzenstadium gegen *Peronospora tabacina* Adam. Erfahrungen mit dem Schiltz-Jzard-Test. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 70. 1963, 332—339.
- Rudolph, E., Untersuchungen zur Welkekrankheit des Hopfens (*Humulus lupulus* L.) — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 75. 1968, 401—412.
- Schäfer, K., Beobachtungen und Untersuchungen zur Resistenz der Gemeinen Spinnmilbe (*Tetranychus urticae* Koch) gegen organische Phosphorverbindungen. — Auszug Diss. T.H. München 1962, Wolnzacher Anzeiger, 47 S.
- Stone, L. E. W., Field experiments on cereal root eelworm. — Ann. appl. Biol. 48. 1960, 681—686.
- Stretch, A. W., Important Fungus Diseases of Cultivated Highbush Blueberry in North America. — I. Symposium Intern. Soc. Hortic. Sci., Working group "Blueberry culture in Europe". Venlo/Netherlands, 1967, 133—143.
- Wagner, F., Über Untersuchungen zur Ursache und Bekämpfung der totalen Weißährigkeit an Gräsern. Krankheiten und Schädlinge an Futtergräsern. — Schr.reihe Karl-Marx-Univ. Leipzig, Fragen sozialist. Landw. 1962, H. 8, 45—51.
- Zattler, F., Die wichtigsten Hopfenkrankheiten und ihre Bekämpfung. — Bayer. Landesanst. Pfl.bau, Pfl.schutz, Flugbl. Nr. 53. 1928 a.
- , Die *Peronosporakrankheit* des Hopfens. — Schr.reihe Bayer. Landesanst. Pfl.bau, Pfl.schutz 1928 b, H. 5, 6—10.
- , Bekämpfungsversuche gegen Erdflöhe, Wanzen und Rote Spinne des Hopfens im Jahre 1929. — Mitt. dtsh. Hopfenbauverb. Nr. 1. 1930, 17 S.
- , Über die Einflüsse von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Keimung und Fruktifikation von *Pseudoperonospora humuli* und auf das Zustandekommen der Infektion des Hopfens. — Phytopath. Ztschr. 3. 1931, 281—302.
- , Kupferbrandjahre im Hopfenbau. Allg. Brau-, Hopfenzt. 1936, Nr. 11, 24 S.
- , Spritzversuche in den Jahren 1946 und 1947 zur Verhütung des Kupferbrandes im Hopfenbau. — Anz. Schädl.kunde 21. 1948, 113—121.
- , Auftreten und Bekämpfung der Roten Spinnmilbe im Hopfenbau. — Hopfen-Rundschau 1. 1950, 146—150.
- , Über die Welkekrankheit und sonstige Gefahrenpunkte bei unserer Hopfenkultur. — Hopfen-Rundschau 8. 1957, 74—77, 88—90.
- , Auftreten und Bekämpfung der *Peronosporakrankheit* unter Berücksichtigung des deutschen Hopfenbaues. Brauwelt 104. 1964, 1381—1387.
- , Rote Spinnmilbe. — Hopfen-Rundschau 16. 1965, 290—291.
- , Hopfenblattlaus. Spätbehandlung gegen Blattlausbefall. — Dtsch. Brauw. 76. 1967, S. 9.
- Zattler, F., und Chrometzka, S., Zur Biologie von *Verticillium albo-atrum* R. u. B., dem Erreger der Welkekrankheit des Hopfens. — Prakt. Bl. Pfl.bau, Pfl.schutz 55. 1960, 17—23.
- , Welkekrankheit des Hopfens. — Dtsch. Brauw. 75. 1966, 4—5.
- Zattler, F., und Weigand, K., Über Konzentration der Kupferkalkbrühe, Zeitpunkt und Häufigkeit der Bespritzung bei der Bekämpfung der *Peronosporakrankheit* des Hopfens. — Prakt. Bl. Pfl.bau, Pfl.schutz XI., 1933, 57—68.



## L. KAMM,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz,  
Abteilung Hopfenbau, Hopfenforschung und Hopfenberatung

### Integrierte Maßnahmen gegen die Hopfenwelke

#### I. Chemische und züchterische Abwehrmaßnahmen

Zur Bekämpfung der Welkekrankheit bestand seit ihrem Auftreten in der Hallertau eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Hopfenforschungsinstitut in Hüll und der Abteilung Hopfenbau und Hopfenforschung der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz in München, die seit 1966 bewußt erweitert wurde durch die Hereinnahme von weiteren Abteilungen und Referaten dieser Anstalt. Über einige Teilbereiche dieser Arbeiten und Untersuchungen soll referiert werden.

#### Biologie der Welkekrankheit

Für die Welkekrankheit des Hopfens werden verschiedene Erreger angegeben. Vorward führt *Verticillium albo-atrum* (Reinke und Berth.) und gelegentlich *V. dahliae* als Erreger der Verticillose an. Rudolph wies 1964 auf ein verstärktes Auftreten von Fusarien hin. Eine Fusariose wird einem *Fusarium oxysporum*, wahrscheinlich aus der *Elegans*-Gruppe, zugeschrieben. Nach Zattler (1958) wurde aufgrund erster Versuchsergebnisse die Bedeutung von Nematoden überschätzt.

Die Hauptform der Hopfenwelke ist nach wie vor die Verticillose. Nach Sorauer handelt es sich dabei um eine Tracheomycose. Die Symptome der Verticillose sind nicht immer einheitlich und typisch. Im allgemeinen verfärben sich die Blätter im unteren Drittel der Reben gelbbraun, beginnen zu welken und sterben ab. Die Krankheit kann auf die Seitenarme übergreifen und bis zum Gipfel vordringen. Der Krankheitsverlauf kann ganz allmählich vor sich gehen, oder sehr schnell. Im englischen Hopfenbau werden diese verschiedenen Formen der Krankheit nach Isaak und Keyworth 2 Species von *V. albo-atrum* zugeschrieben, nämlich *V. fluctuating* und *V. progressive*.

#### Chemische Bekämpfungsmaßnahmen

Seit 1956 wurden am Hopfenforschungsinstitut in Hüll und im Anbauggebiet Hallertau umfangreiche Versuche zur Bekämpfung der Welkekrankheit durchgeführt. Anfänglich wurde die Bekämpfung des Bodenpilzes *Verticillium* vielfach mit der Bekämpfung der Nematoden kombiniert. Nachdem bis 1965 in über 50 derartigen Versuchen praktisch alle in Frage kommenden Präparate geprüft worden waren, ohne bleibendem Erfolg, wurden diese Versuche eingestellt. Die Prüfungen von chemischen Substanzen und Präparaten auf ihre Wirkung gegen die Verticillose nahmen den breitesten Raum ein. Unter Glas und im Freiland wurden weit über 100 umfangreiche und vielfach gegliederte Versuche durchgeführt. Zattler (1968) berichtete u. a. auch über die Ergebnisse von Versuchen zur chemotherapeutischen Bekämpfung der Welkekrankheit in verseuchten Hopfengärten während 1967. Es wurden 20 Mittel in 6 welkeverseuchten Hopfengärten geprüft. Dabei wurde festgestellt, daß keines der Mittel einen 50 bis 100 %igen Bekämpfungserfolg nachzuweisen hatte. 1968 wurden Versuche mit 11 Präparaten weitergeführt. Der Welkebefall der Versuchsgärten war bereits aus den Vorjahren bekannt. Unter den extremen Witterungsverhältnissen des

Jahres 1968 konnten die 1967 bei einigen Präparaten erzielten Erfolge nicht mehr im gleichen Umfange festgestellt werden.

Nach diesen unbefriedigenden Ergebnissen langjähriger Versuche wird zu überprüfen sein, ob die chemotherapeutische Bekämpfung der Hopfenwelke in diesem Umfange und in dieser Form noch weiter verfolgt werden soll (K a m m , 1968).

#### Züchterische Maßnahmen

Z a t t l e r (1957) befaßte sich seit 1956 sehr intensiv mit der Resistenzzüchtung gegen *Verticillium alboatrum*. Gleichzeitig wurden aber auch die bereits vorhandenen Hopfensorten auf ihr Verhalten gegen diesen Schadpilz untersucht. Die verbreitetste deutsche Hopfensorte „Hallertauer Mittelfrüher“ ist leider auch die welkeanfällige. Die Sorten „Spalter“ und „Hersbrucker Spät“ sind bedeutend weniger anfällig.

Unter den extremen Witterungsverhältnissen des Jahres 1968 hat sich der Hüller Zuchtstamm 58/56/11 in sehr schwer welkeverseuchten Hopfengärten ausgezeichnet gehalten. Die Hopfenpflanzler können stark welkeanfällige Sorten durch weniger anfällige ersetzen, die auch den Ansprüchen der Brauer genügen.

#### S u m m a r y

As causing agent of wilt of hops are specified:

1. *Verticillium alboatrum*
2. *Fusarium oxysporum*
3. *Nematodes*

*Verticillium* and *Fusarium* cause a mycosis of the vascular bundles, the vascular bundles being passed through by the fungus or partly being obstructed by thylles. The chemical control of the wilt of hops remained nearly without success, although many long-term experiments were carried out. A last hope may come from the application of systemic fungicides. The present hop varieties were tested for their reaction against *Verticillium*. Resistant or tolerant varieties will be available in near future. Thus the grower of hops has the possibility, to eliminate extremely susceptible varieties and to replace by other varieties, which nevertheless should satisfy the quality demands of brewery.

#### L i t e r a t u r

- I s a a k , I., und Keyworth, W. G., *Verticillium Wilt of the Hop (Humulus lupulus)*. — Ann. appl. Biol. 35. 1948, 243–249.
- K a m m , L., Gibt es heutzutage Möglichkeiten zur Verminderung des Schadens, verursacht durch *Verticillium Wilt* im Hopfen? — Proc. Techn. Comm. 18. Congr. European Hop Growers Conv., London 1968, 78–79.
- R u d o l p h , E., Untersuchungen zur Welkekrankheit des Hopfens (*Humulus lupulus* L.). — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 75. 1968, 401–402.
- S o r a u e r , P., Handb. Pfl.krankh., Bd. 3. 1932, 2. Teil, 618–625 u. 769–770.
- W o r m a l d , H., Diseases of fruits and hops. — Crosby Lockwood and Son. LTD London, 1955, 287.
- Z a t t l e r , F., Versuchs- und Forschungstätigkeit des Hans-Pfülf-Instituts für Hopfenforschung im Jahre 1956. — Dtsch. Brauw. Nr. 12. 1957, 8.
- , Welkekrankheit des Hopfens. Versuchs- und Forschungstätigkeit auf dem Hopfenversuchsgut Hüll und in den Hopfenanbaugebieten im Jahre 1956. — Dtsch. Brauw. Nr. 12. 1957, 6–7.
- , Versuchs- und Forschungstätigkeit des Hans-Pfülf-Instituts für Hopfenforschung im Jahre 1967. — Dtsch. Brauw. Nr. 10. 1968, 9–10.

## G. SCHMID,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Integrierte Maßnahmen gegen die Hopfenwelke

#### II. Bodenhygienische Maßnahmen

Als tiefwurzelnde Kulturpflanze verlangt der Hopfen einen gut durchlüfteten und bis etwa 2 m Profiltiefe gut durchwurzelungsfähigen Standort mit ausgeglichener Wasserführung. Eine Begrenzung der Durchwurzelungstiefe durch geologisch bedingte Dichtlagerung und genetische Verdichtung führt über eine Verschlechterung der Wasserführung zur Abnahme des Bodenluftgehaltes und damit werden die Standortbedingungen für den Hopfenanbau erheblich eingeschränkt. Bei extremer Ausprägung dieser ungünstigen Profilmerkmale ist der Standort für den Hopfenanbau ungeeignet.

Neben den geologisch und genetisch bedingten Ursachen können auf prädestinierten Hopfenstandorten anthropogene Einflüsse die Anbaueignung und Wirtschaftlichkeit des Hopfenanbaues in Frage stellen. Im besonderen wird durch unzureichende Oberflächenbodenbearbeitung in Verbindung mit häufigen Befahren der Hopfenböden beim Einsatz von Spritzgeräten der Luft- und Wasserhaushalt verschlechtert. Diese Einflüsse der ungünstigen und unzureichenden Oberflächenbodenbearbeitung wirken sich besonders in Jahren mit hohen Sommerniederschlägen nachteilig auf Ertrag und Qualität des Hopfens aus.

Integrierte geologisch-bodenkundliche und pflanzenbauliche Maßnahmen müssen zweckmäßig bereits bei der Auswahl der Hopfenstandorte einsetzen. Ein hoher Ertrag und eine befriedigende Hopfenqualität können nur dann erzeugt werden, wenn Standorte mit schlechter Durchlüftung vom Hopfenanbau ausgeschaltet werden. Mechanische, chemische und biologische Bodenaufbaumaßnahmen sind nur auf Grenzstandorten geeignet, die Anbauwürdigkeit für Hopfen nachhaltig zu verbessern.

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß eine ausreichende Durchwurzelungstiefe nur dann gegeben ist, wenn der Tongehalt der Hopfenböden 30 % nicht bzw. nicht wesentlich überschreitet. Bei höheren Tongehalten nimmt der Gehalt an kleinen Bodenporen und damit der Wassergehalt auf Kosten des Luftgehaltes erheblich zu.

Bei einem Luftgehalt der Krume von etwa 15 % und einem solchen von 10–12 % im Unterboden und Untergrund ist die Durchlüftung für den Hopfenanbau ausreichend. Mit einem stärkeren Auftreten der Hopfenwelke ist unter diesen Voraussetzungen nicht zu rechnen. Sinkt als Folge von Oberflächen-, Unterboden- und Untergrundverdichtungen der Luftgehalt stärker unter den genannten Bereich ab, wird die Anbaueignung für Hopfen eingeschränkt und das Auftreten der Hopfenwelke gefördert. Bei einem Luftgehalt der Hopfenböden unterhalb des aufgezeigten Bereiches ist der Einsatz aller Bodenbearbeitungsmaßnahmen, die die Bodendurchlüftung fördern, einschließlich Einsatz des Untergrundlockerers, zur Erhöhung des Luftvolumens zu empfehlen.

Für den Hopfenanbau sind vorwiegend lehmige Sand-, stark lehmige Sand-, sandige Lehm- und Lehmböden geeignet. Lehmige Ton- und Tonböden scheiden ebenso wie genetisch gealterte, verdichtete und staunasse Böden wegen Einschränkung der Durchwurzelungstiefe bei Zunahme des Wasser- und Abnahme des Luftgehaltes vom wirtschaftlichen Hopfenanbau aus.

## S u m m a r y

Hop growing is recommended only on medium soil in the range of loamy sand to loam. Slight soils are not suited because of poor water capacity, whilst heavy soils show poor growth conditions due to a small rate of soil aeration.

On locations of medium soil which do not have a sufficient soil aeration in subsoil and underground, the fitness of growing is improved and hop wilt is reduced by using an equipment to loosen the underground.

On numerous locations with man made hard pan surface hop wilt decreases to a harmless level by improvement of loosening of soil.

Besides of selection, cultivation of resistant sorts of hop, and chemical pest control, the distinct selection of location in connection with improvement of aeration is an indispensable help for controlling hop wilt.

## E. BUCHER,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz,  
Abteilung Hopfenbau, Hopfenforschung und Hopfenberatung

### Integrierte Maßnahmen gegen die Hopfenwelke

#### III. Über die Wirkung von Müllkompost gegen *Verticillium alboatrum*

Die Ursachen der sich seit dem Jahre 1956 stetig ausbreitenden Welkekrankheit des Hopfens sind, soweit überschaubar, sehr vielschichtig. Neben Struktur und Reaktionszustand der einzelnen hopfenbaulich genutzten Bodentypen und den dadurch für Schädlinge tierischer und pflanzlicher Natur gegebenen Lebensbedingungen trägt zweifelsohne auch der durch Düngung beeinflusste physiologische Zustand der Hopfenpflanzen zum Infektionserfolg durch *Verticillium alboatrum* bei.

In der Praxis versuchen die meisten Pflanzler durch höhere Gaben an Mineraldüngern die Erträge zu steigern, obwohl diese seit 1945 bei 15–25 dz pro ha stagnierten. Besonders hinsichtlich der Stickstoff-Versorgung der Böden liegen die nicht selten verabreichten jährlichen Gaben von 320–450 kg Reinstickstoff/ha erheblich über der empfohlenen Düngermenge von 225 kg/ha. Versuche von Keyworth und Hewitt (1948), Zattler (1958), Paine (1968) zeigten, daß sich die Welkeanfälligkeit des Hopfens bei Stickstoffüberdüngung erhöht.

Dem Angebot an Mineralsalzen steht eine relativ geringe Versorgung an Humusstoffen gegenüber. Mehr als die Hälfte der hopfenbaulich genutzten Böden muß als humusarm angesehen werden (Chrometzka 1966). Der Humusgehalt, der zweifelsohne zur Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften, zur Aufrechterhaltung des biologischen Gleichgewichtes und zur kräftigeren Bewurzelung der Pflanzen beiträgt, ist zum bestimmenden Minimumfaktor geworden.

Eine Begrenzung der Humusversorgung in welkekranken Gärten ist jedoch einmal dadurch gegeben, daß stark humose Böden temperaturmäßig gut gepuffert sind. Temperaturen von 28°C und darüber, die zur Wachstumshemmung der *Verticillium*-Pilze Voraussetzung sind, werden in gut mit Humusstoffen versorgten Böden selten erreicht. Aus diesem Grund ist auch in der Praxis das Mulchen nicht zu empfehlen, da die bodenabdeckende Grasschicht eine weitgehende Konstanthaltung der Bodentemperatur in einem Bereich bedingt, der dem Optimum der Welkepilze entspricht.

Zum anderen scheiden wirtschaftseigene Dünger wie z. B. der Stallmist aufgrund der erforderlichen hohen Gaben von 300 dz/ha in vielen viehschwachen bzw. viehlosen Betrieben aus. Rebenkompost würde sich, mengenmäßig betrachtet, zur Bodensanierung durchaus eignen. Auf 1 ha Anbaufläche fallen bei einer Trockenmasse von 8 kg/Stock immerhin 320 dz an. Bei ordnungsgemäßer Häckselung, Reifung und Lagerung der Pflückeabfälle können eventuell vorhandene Vermehrungsformen von *V. alboatrum* abgetötet werden. Dennoch wird bislang empfohlen, diesen Kompost nicht wieder für Hopfengärten zu verwenden.

Zur Schließung der vorhandenen Lücke an organischen Düngern bietet sich daher der Müllkompost an. Er scheint alle Forderungen, die an einen Humusdünger gestellt werden, zu erfüllen.

Auch sein relativ hoher Bor- und Zinkgehalt wirkt sich zweifellos auf den Mineralhaushalt der Böden positiv aus. Müllkompostierte Versuchspflanzen zeigten im vegetativen Bereich kräftigeren Wuchs und stärkere Blattentwicklung, verbunden mit frischeren Blattfarben. Im generativen Bereich blieben die kompostierten Parzellen etwas zurück, zeichneten sich jedoch durch höhere Bitterstoffwerte der Dolden aus.

Zur Frage der Wirkung von Müllkomposten gegenüber den Welkeerregern konnten in 2jährigen Freiland- und Topfversuchen am Hopfenversuchsgut Hüll bisher noch keine gesicherten Ergebnisse erzielt werden. Lediglich in Laborversuchen konnte demonstriert werden, daß heranreifender Kompost *Verticillium*-Pilze aufgrund der hohen Kompostierungstemperatur von 75° C abtötet. Reifer Kompost dagegen schränkte die Lebenstätigkeit des Pilzes nicht ein.

Zusammenfassend kann jedoch mit Bestimmtheit gesagt werden, daß bei Verwendung von Müllkomposten zumindest nicht die Gefahr der Verstärkung der Welkekrankheit besteht. Daher sollen die Sanierungsversuche über eine Anzahl von Jahren hin weitergeführt werden. Dabei wäre auch die optimale Höhe der Düngergaben in gesunden und welkekranken Gärten verschiedener Standortsbedingungen zu bestimmen.

#### S u m m a r y

To the supplement of the soil in hop with humus is not always payed enough attention. Besides several other methods garbage compost can be used. Concerning the effect of garbage compost against *Verticillium albo-atrum* no significant results could be obtained. But it is sure that the use of garbage compost does increase the wilt of hop.

#### L i t e r a t u r

- Chrometzka, P., Humusprobleme im Hopfenbau — gelöst durch Müllklärschlammkompost. — Org. Landbau 9. 1966, 77—79.
- Keyworth, W. G., and Hewitt, E. J., Verticillium wilt of the hop (*Humulus lupulus*). V. The influence of nutrition on the reaction of the hop plant to infection with *Verticillium albo-atrum*. — J. hort. Sci. 24. 1948, 219—227.
- Paine, Reduction of damage in hop garden. — Proc. Techn. Comm. 18. Congr. European Hop Growers Convention, London, 1968, 80.
- Zattler, F., Versuchs- und Forschungstätigkeit auf dem Hopfenversuchsgut Hüll und in den Hopfenanbaugebieten im Jahre 1958. — Deutsche Brauwirtschaft Nr. 10 v. 12. 5. 1959, S. 8.

## L. KAMM,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz,  
Abteilung Hopfenbau, Hopfenforschung und Hopfenberatung

### Zur Bekämpfung der Primärinfektion von *Pseudoperonospora humuli*

Die „*Pseudoperonospora humuli*“ ist seit 1924 eine der gefürchtetsten Krankheiten im deutschen Hopfenbau.

Bei der Primärinfektion des Hopfens durch *Pseudoperonospora humuli* werden die jungen Bodentriebe bereits im Boden durch Oosporen infiziert. Nach Korff und Mori geht die Primärinfektion von dem im Wurzelstock überwinterten Dauer-Mycel aus, das zuerst im Markteil der befallenen Bodentriebe wächst und später in die Rinde vordringt. Sie beschränkt sich auf die vegetativen Teile der jungen Hopfenpflanze und befällt von den Bodentrieben aus die Seitenarme und vor allem die Blätter.

Die Symptome der Primärinfektion sind typisch. Erkrankte Bodentriebe sind stark gestaucht und gelb verfärbt. Die Seitenarme bleiben im Wuchs zurück und vertrocknen. Die Blätter zeigen deutlich die Einwanderung des Mycels von den Trieben aus über die Blattstiele in die Blätter, in denen sie den Blattadern entlang bald einen dichten zusammenhängenden Konidienbesatz bilden.

Die mechanische Bekämpfung der Primärinfektion durch *Peronospora* beim Hopfen besteht darin, daß beim Anleiten der jungen Bodentriebe an den Auflaufdraht die gestauchten und verfärbten kranken Bodentriebe entfernt werden (Linke — Rebl). Bereits infizierte Bodentriebe, die aber die Befallsymptome noch nicht zeigen, bleiben stehen und bilden so wochenlang eine latente Gefahr.

Die chemische Bekämpfung erhielt einen starken Auftrieb durch den Einsatz neuer Präparate (Stow). Seit 1960 wurden auch in Deutschland Versuche in dieser Richtung durchgeführt, die nach Zattler bei richtiger Anwendungstechnik erfolgversprechend waren. Liebl berichtete über befriedigende Ergebnisse von Feldversuchen des Jahres 1966/67. Im Herbst 1967 und Frühjahr 1968 wurden weitere Versuche durchgeführt in 2 Hopfengärten, die im Sommer 1967 einen sehr starken *Peronosporabefall* hatten.

Bei den Bodenbehandlungen wurden in 4 Versuchsgliedern je Behandlung  $\frac{1}{2}$  Liter Brühe/1 qm auf den Boden gespritzt.

Präparate und Konzentrationen auf den Teilstücken:

Parzelle 1	= unbehandelt	
Parzelle 2a	=	0,4 ‰ Herbst 1967
„ 2b	=	} Zinksulfat 0,2 ‰ Frühjahr 1968
„ 2c	=	
Parzelle 3a	=	0,4 ‰ Herbst 1967
„ 3b	=	} Thiocarbamat 0,4 ‰ Frühjahr 1968
„ 3c	=	
Parzelle 4a	=	0,2 ‰ Herbst 1967
„ 4b	=	} Fentinacetat 0,2 ‰ Frühjahr 1968
„ 4c	=	

Parzelle 5a =	} Kupfersulfat	0,2 ‰ Herbst 1967
„ 5b =		0,1 ‰ Frühjahr 1968
„ 5c =		0,2 ‰ Herbst 1967 + 0,1 ‰ Frühjahr 1968

Bei den Pflanzenbehandlungen wurden die Präparate gestreut oder gespritzt. In den Parzellen 6, 7 und 8 erfolgte die 1. Applikation bei ca. 5 cm Pflanzenhöhe am 19. 4. 1968, die 2. Applikation bei ca. 100 cm Pflanzenhöhe am 30. 4. 1968.

Präparate und Konzentrationen auf den Teilstücken:

(Parzelle I = unbehandelt wie bei Bodenbehandlungen)

Parzelle 6a =	} systemisches Fungizid	40 g/Stock
„ 6b =		50 g/Stock

Parzelle 7 = systemisches Fungizid 0,2 ‰ig

Parzelle 8 = Antibiotikum 0,1 ‰ig

Parzelle 9 = Thiocarbamat 0,2 ‰ig

einmal wöchentlich gespritzt ab 5 cm Pflanzenhöhe

Ergebnisse:

I. Bodenbehandlungen — Auszählungen

*Peronospora*-kranke Bodentriebe an 100 Stöcken

Parz. Nr.	19. 4.	24. 4.	26. 4.	30. 4.	8. 5.	Kranke Triebe (v. 24. 4. bis 8. 5.)
I	33	32	46	22	31	131
2 a	3	8	2	1	1	11
2 b	1	7	0	1	0	8
2 c	1	4	0	1	0	5
3 a	2	10	1	1	1	13
3 b	2	3	1	1	1	6
3 c	1	4	1	1	1	7
4 a	1	9	1	1	0	11
4 b	2	6	1	1	0	8
4 c	0	7	1	1	0	9
5 a	4	10	1	1	1	13
5 b	0	5	0	1	1	7
5 c	0	3	0	1	1	5

Die verschiedenen Bodenbehandlungen haben im Vergleich zu Unbehandelt eine unterschiedliche Wirksamkeit gezeigt. Der anfänglich ziemlich starke Befall in den Parzellen mit nur Herbstbehandlung glich sich im Laufe der Beobachtungszeit aus. Ebenso verminderten sich die Unterschiede in dem *Peronospora*-Befall bei den einzelnen Präparaten



gegen Ende der Beobachtungszeit. Da diese Ergebnisse aber erst 1jährig sind, müssen sie mit entsprechendem Vorbehalt aufgenommen werden. Nach Mori wirken sich diese Bodenbehandlungen erst nach 3–4 Jahren voll aus.

## II. Pflanzenbehandlungen — Auszählungen

### *Peronospora*-kranke Bodentriebe an 100 Stöcken

Parz. Nr.	v. d. 1. Beh. (19. 4.)	5 Tage n. d. 1. Beh. (24. 4.)	7 Tage n. d. 1. Beh. (26. 4.)	v. d. 2. Beh. (30. 4.)	8 Tage n. d. 2. Beh. (8. 5.)	Kranke Triebe (v. 24. 4. bis 8. 5.)
1	33	32	46	22	31	131
6 a	22	4	2	1	0	7
6 b	23	2	3	1	0	6
7	23	1	2	1	0	4
8	23	1	4	1	0	6
9	22	15	11	9	11	46

Die systemischen Fungizide sowie das Antibiotikum haben unter den gegebenen Verhältnissen am Ende der Beobachtungszeit eine sehr gute Wirksamkeit gegen die Primärinfektion der *Pseudoperonospora humuli* gezeigt. Nachhaltige phytotoxische Schäden traten nicht auf. Sehr frühzeitig und regelmäßig wöchentlich durchgeführte Spritzungen mit einem organischen Fungizid zeigten zwar eine gewisse aber nicht befriedigende Wirkung.

### Summary

With primary infections of hops the young shoots emerge from the soil already infected. From there leaves and lateral shoots are attacked. Since 1960 experiments are carried out to control these primary infections by treatment of soil and of plants. For the treatment of soil zinc sulfate, a thiocarbamate compound, a fentinacetate compound and copper sulfate were used. The application took place in autumn or spring or in autumn and spring. Treating plants the compounds were spread or sprayed. The 1<sup>st</sup> application took place at a height of 5 cm, the 2<sup>nd</sup> at a height of 100 cm of the plants. Systemic fungicides, an antibiotic and a thiocarbamate compound were used. After experiments of 8 years it is ascertained, that primary infections of hops by *Peronospora humuli* can be controlled successfully.

### Literatur

- Korff, G., und Zattler F., Die *Peronosporakrankheit* des Hopfens. — Arb. Bayer. Landesanst. Pfl.bau, Pfl.schutz, Nr. 5. 1927, 6–8.
- Liebl, H., Zur Bekämpfung der Frühinfektion des Hopfens durch die *Peronospora*. — Hopfen-Rundschau 19. 1968, 100–105.
- Linke-Rebl, Der Hopfenbau. — Hans Carl Verlag, Nürnberg, 2. Aufl. 1950, S. 224.

- Mori, Y., Studies on Downy-Mildew of Hop Plant. IV. Einige Beobachtungen über den Lebenszyklus von *Pseudoperonospora humuli* und besonders über die Primärinfektion der Hopfenpflanzen. — Ann. phytopath. Soc. Japan 32. 1966, 275.
- Stow, I., Vorläufige Mitteilung über die Herbstbehandlung der Hopfenblätter mit Griseofulvin zur Bekämpfung der *Peronospora*, insbesondere des systemischen Befalles. — Bull. Brew. Sci. 7. 1962, S. 39–42.
- Zattler, F., Spritzversuch mit einem streptomycinhaltigen Antibiotikum gegen die Hopfenperonospora. Versuchs- und Forschungstätigkeit des Hans-Pfälf-Instituts für Hopfenforschung im Jahre 1966. — Dtsch. Brauw., Sdr. Nr. 9. 1967, 9.

## W. COSTA,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Anwendung von Herbiziden in Bodenschutzpflanzungen

Mit der Neuordnung der Flur werden Maßnahmen der Landschaftspflege erforderlich. Baumhecken und Feldgehölze schützen die neue Kulturlandschaft. Die Planung, Pflanzanweisung und weitere Betreuung der Anlagen obliegt der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz mit ihren sechs Bodenkulturstellen. Der jährliche Flächenzuwachs, für den eine Unkrautbekämpfung ansteht, beträgt rund 50 ha Schutzstreifen und 20 ha Feldgehölze. Um rasch einen Bestandsschluß zu erreichen, muß der Boden in den ersten 2–3 Jahren offen gehalten werden. Die manuelle Hackpflege scheidet heute am Arbeitskräftemangel, der maschinelle Geräteinsatz ist wegen der weiten Streuung der Pflanzungen unwirtschaftlich.

Seit 1960 laufen in verschiedenen Wuchsgebieten Bayerns Versuche zur Anwendung von Herbiziden. Bewährt hat sich die Flächenbehandlung auf offenem Boden im 1. Pflanzjahr bei feuchter Witterung: z. B. mit Simazin 3–5 kg/ha + 1500 l Wasser oder als Granulat 60 kg/ha. Im 2. und 3. Jahr erfolgt eine direkte Bekämpfung: z. B. mit Gesatop oder Domatol 5–8 kg/ha + 1000–1500 l Wasser, oder Gramoxone 2–5 l/ha + 600–1000 l Wasser. Die Ausbringung erfolgt Ende April bei Windruhe, vor dem Austrieb der Gehölze. Neuerdings zeigen auch Granulate wie Prefix 60/80 kg/ha oder Casaron 80 kg/ha guten Erfolg ab 2. Pflanzjahr.

Im regenreichen Sommer 1968 wurde eine völlig verqueckte Schutzpflanzung mit Prefix 80 kg/ha bereits im 1. Pflanzjahr behandelt. Ende September 1968 hatten noch keine Quecken ausgetrieben, die Gehölze waren gesund.

Die Anwendung wuchshemmender Mittel wie MH 30 brachte dagegen keinen Erfolg; der dichte Grasfilz blieb erhalten, die Gehölze zeigten kaum mehr Zuwachs als unbehandelte Flächen. Die Kosten für die Unkrautbekämpfung liegen bei Vergabe an Firmen bei 240,— DM für 1 km Schutzpflanzung von 3 m Breite, bei 600,— DM für 1 ha Flächenbepflanzung. Die Finanzierung ist bis zum Abschluß der Flurbereinigung gesichert. Die Versuchsergebnisse haben erwiesen, daß die chemische Unkrautbekämpfung die Hackpflege ersetzen kann.

#### S u m m a r y

Reorganization of landscape and the enclosure of open field requires new methods of landscape-care. Manual weeding is out of question due to the lack of labour; the use of machinery is uneconomical because of the sparse density of the plantations. Ever since 1960 chemical weeding is being tested. Herbicides are applied for a course of three years:

for the 1<sup>st</sup> year: Simazin 3–5 kg/10 000 m<sup>2</sup> + 1500 l water  
or 60 kg/10 000 m<sup>2</sup> Granulat;

for the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> year:

Gesatop or Domatol 5–8 kg/100 000 m<sup>2</sup> + 1000–1500 l water  
or Gramoxone 2–5 l/ha + 600–1000 l water

or Prefix                    60 kg/10 000 m<sup>2</sup> "Granulat"  
or Casaron                    80 kg/10 000 m<sup>2</sup> Granulat.

Experimental results have shown, that chemical weeding can substitute previous manual weeding in shelterbelts and small woods.

#### L i t e r a t u r

- Costa, W., Zur Pflege und Unkrautbekämpfung in Schutzpflanzungen und Feldgehölzen in Flurbereinigungen in Bayern. — Natur u. Landschaft 42. 1967, (4), 86—89.
- , Pflege und Nutzung der Schutzpflanzungen. — Bayer. landw. Jahrb. 44. 1967, 626 bis 636.

## J. MEYER und W. HANSEN,

Bezirksstelle für Pflanzenschutz Husum  
und Kulturamt Heide

### Die Ausbringung granulierter Herbizide in landschaftsgestaltenden Schutzpflanzungen

Zur Verbesserung der Agrarstruktur werden im Landeskulturwerk „Programm Nord“ im Nordwesten Schleswig-Holsteins umfangreiche landschaftsgestaltende Klimapflanzungen angelegt. Die von uns auf verschiedenen Standorten auf Sand-, Marsch- und anmoorigen Böden eingesetzten granulierten Wirkstoffe Chlorthiamid (Handelsname Prefix) und Dichlorbenil (Handelsname Casoron) in den Aufwandmengen von 80–100 kg/ha schalteten grasartige und breitblättrige Unkräuter bis etwa Mitte August so weit aus, daß im Durchschnitt bei ca. 1500 ermittelten Einzelwerten bei Weide, Erle, Weißdorn, nordischer Vogelbeere ein Mehrzuwachs des Jahrestriebes von 16 % im Vergleich zur Kontrolle ermittelt wurde. Phytotoxische Schäden traten an den genannten Gehölzen, auch an Pappele, nicht ein.

Die Betreuung größerer Pflanzenabschnitte über mehrere hundert Kilometer, der Mangel an Arbeitskräften und die Forderung nach einer wirtschaftlichen Bekämpfung müssen zu rationellen Ausbringungsverfahren führen. Zum Einsatz kam 1967 auf einer Gesamtlänge von 20 km Schutzstreifen ein Hubschrauber, Typ Bell, der mit einer Spezialstreueinrichtung die genannten Granulate in einer Aufwandmenge von 80 kg/ha auf Sand- und mit 90 kg/ha auf anmoorigen Böden vor Beginn der Vegetation ausstreute. Der Flugzeugeinsatz bietet verschiedene Vorteile: Einmal wird eine termingerechte Behandlung vor Austreiben der Knospen auf größeren Flächen möglich, zum anderen können dabei Gräben, Zäune und sonstiges unwegsames Gelände überwunden werden. Trotzdem wird eine Unkrautbekämpfung aus der Luft in schmalen Windschutzstreifen an unserer windreichen Küste wegen erhöhter Abdriftgefahr immer problematisch bleiben.

#### Kosten und Leistung der verschiedenen Anwendungsverfahren

Anwendungsart	Mittelkosten je lfd. km (1 m Streubreite)	Unternehmerkosten je lfd. km incl. Stellung d. Gerätes	Leistung je Stunde incl. Rüstzeit je lfd. km
Granulatstreugerät (Platz) (Schlepper)	40,— DM	28,— DM	2,5 — 3,5 km
Hubschrauber	35,— DM	57,— DM	8 km
Handmähgeräte (Sense u. Sichel)	—	120,— bis 150,— DM	0,5 — 1 km

Im Frühjahr 1968 wurde deshalb auf 80 km Streifenpflanzung ein zapfwellengetriebenes Aufsattelgerät eingesetzt, das bei einer Aufwandmenge von 100 kg/ha Casoron mit einer Behälterfüllung etwa 2,3 km Schutzpflanzungen gleichmäßig behandelte. Wenn die Wirkung des Gebläses verstärkt werden könnte, so würden

bisher beobachtete geringfügige Unregelmäßigkeiten im Streubild, verursacht durch Gegenwind und Geländeunebenheiten, ausgeschaltet werden können.

Bei einem Vergleich der drei bisher praktizierten Verfahren Hubschrauber, Granulatstreugerät und Handmähgeräte schneiden hinsichtlich Leistung und Kosten die Handmähgeräte am ungünstigsten ab, wie aus der Tabelle hervorgeht. Der Hubschrauber kann zwar pro Arbeitseinheit mit 8 km Leistung/h die längste Strecke behandeln, jedoch sind die zu erwartenden Kosten mit 57,— DM relativ hoch. Am optimalsten schneidet bei der Gegenüberstellung das Granulatstreugerät mit Unternehmerkosten von 28,— DM und einer Stundenleistung von 2,5 bis 3,5 km ab.

#### S u m m a r y

As part of the program aiming at the improvement of the agricultural structure at the western coast of Schleswig-Holstein, in 1967 und 1968, the weed flora growing in plantations destined to protect cultivated areas against the influence of the wind was fought by means of two granulated products: "Prefix" (Chlorthiamid) and "Casaron" (Dichlorbenil).

Before the beginning of the period of vegetation, 80 to 100 kilogramme per hectar "Prefix" or "Casaron" were distributed either by an helicopter, type "Bell", or by a special equipment combined with a tractor. If a helicopter is used, the costs of distribution are higher and there is also the risk that the granulated products are drifted.

Provided the products had been equally distributed, it was possible to keep down the weeds until the middle of August.

## F. WAGNER

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz,  
Außenstelle für Pflanzenschutz, Würzburg

### Zur Verbreitung und Bekämpfung des Grassamenälchens

— *Anguina agrostis* —

Ein äußerst starkes Auftreten des Grassamenälchens (*Anguina agrostis*) in Vermehrungsbeständen von Goldhafer bei Würzburg im Jahre 1965 machte eingehendere Untersuchungen zur Verbreitung und Bekämpfung dieses Älchens erforderlich, da durch den Nematodenbefall die Samen in nichtkeimfähige, älichenhaltige Gallen umgebildet werden. Nachdem seitens der Saatenanerkennungsbehörden und der Samenkontrollstationen dem Vorkommen von Älchengallen in Saatgutpartien bis zu diesem Zeitpunkt keine besondere Beachtung geschenkt worden war, lag zunächst die Vermutung nahe, daß es sich bei dem starken Auftreten bei Würzburg nur um eine örtliche Massenvermehrung handeln könnte. Die ersten 1965 stichprobenartig durchgeführten Felduntersuchungen zeigten jedoch schon, daß der Schädling nicht nur bei Würzburg, sondern auch in zahlreichen weiteren unterfränkischen Goldhaferbeständen vorkam, so daß ab Herbst 1965 eine genauere Untersuchung aller Saatgutpartien aus bayerischen Goldhafervermehrungen aufgenommen wurde und 1966 im Rahmen der Arbeiten des DLG-Ausschusses für Züchtung und Saatguterzeugung der Kleearten und Gräser auch Goldhafer Saatgutproben aus Baden-Württemberg und Hessen mit in die Untersuchungen einbezogen werden konnten. Hierbei ergab sich, daß das Grassamenälchen in allen deutschen Goldhaferanbaugebieten vorkommt und auch in überlagerten Saatgutpartien des Jahres 1964, sowie in Einfuhrpartien aus der Tschechoslowakei vorhanden war. 1966 lag der durchschnittliche Samenälchenbefall in den Goldhaferbeständen des ersten Nutzungsjahres bei 0,45 %, während in den 2jährigen Beständen durchschnittlich 17,18 % der Samen in Älchengallen umgebildet waren. Auch 1967 ergab sich eine ähnliche Befallssituation. In die Neufassung des Saatgutverkehrsgesetzes von 1968 wurde daher das Grassamenälchen als ein bei der Anerkennung von Basissaatgut zu beachtender Schädling aufgenommen. (Bundesgesetzblatt Nr. 40 vom 25. Juni 1968, S. 665–679). Da es sich bei dieser Nematodenart um einen reinen Samenschädling handelt, können die verschärften Bestimmungen auf Basissaatgut beschränkt bleiben, während es bei zertifiziertem Saatgut, das für Endverbraucher, also Rasenanlagen oder Wiesen- und Weideansaat bestimmt ist, bei den bisherigen Vorschriften bleiben kann und befallene Partien anerkannt werden können, sofern die üblichen Reinheitsnormen durch den Gallenbesatz nicht überschritten werden.

Während aus Nordamerika stark schädigendes Auftreten des Grassamenälchens bei Straußgras bekannt ist und von verschiedenen europäischen Autoren auch über leichteren Befall bei verschiedenen anderen Grasarten berichtet wird, konnte in Bayern bisher erst in einer einzigen Straußgrasvermehrung ganz geringer Befall gefunden werden. Übertragungsversuche einer Älchenherkunft von Goldhafer auf Rotschwengel verliefen in 2 Versuchsjahren negativ, so daß eventuell ähnlich wie in Nordamerika mit einer stärkeren Spezialisierung des Älchens auf einzelne Grasarten gerechnet werden kann, was jedoch erst nach weiteren Versuchsjahren unter Einbeziehung mehrerer Grasarten endgültig zu entscheiden ist.

Bei direkten Bekämpfungsversuchen durch viermalige Spritzung verseuchter Goldhaferbestände mit dem pflanzenverträglichen Nematizid Nemafo (0,25 %) konnte 1966 kein Bekämpfungserfolg erzielt werden. 1968 wurde dagegen mit einer Gabe von 2,5 g Temik je laufendem Meter-Pflanzenreihe, das bedeutet bei einem Reihenabstand von 36 cm eine Aufwandmenge von 75 kg/ha, ein befallsfreier Bestand erzielt, während auf der unbehandelten Parzelle 7,44 % der Samen in Älchengallen umgebildet waren. Aus wirtschaftlichen Gründen kommt die eventuelle Anwendung von Temik jedoch nur für Züchter zur Gewinnung kleinerer Partien befallsfreien Ausgangsmaterials in Betracht, denn bei dem allgemein üblichen Reihenabstand von 18 cm wären 150 kg/ha erforderlich. Temik wurde im Frühjahr des 1. Samenjahres im Bandstreuverfahren ausgebracht.

Leider sind auch alle eigenen Heißwasserbeizversuche zur Bekämpfung des Älchens bei Goldhafer, wie sie in Nordamerika mit 2 Stunden Vorweichzeit und 15 Minuten Heißwasserbeize bei Straußgras mit 52° erfolgreich durchgeführt wurden, fehlgeschlagen. Erst eine Temperatur von 53° brachte in eigenen Untersuchungen bei Goldhafer eine befriedigende Abtötung der Älchen in den Gallen, führte jedoch auch gleichzeitig zu starken Keimsschädigungen der Samen.

Aussichtsreicher erscheinen Saatgutbegasungen. Die Versuche wurden in Zusammenarbeit mit dem Begasungslabor der Degesch, Frankfurt durchgeführt.\*) Nach einer Methylbromidbegasung (50 g/cbm, 48 Stunden bei 20°) waren in einem Saatgut mit 7 % Feuchtigkeit 93,65 % der Älchen tot. Die Keimfähigkeit des Saatgutes wurde hierbei zwar schon deutlich, aber in noch tragbaren Grenzen, nämlich von 62 % auf 48 % herabgesetzt. Dagegen führten 100 g/cbm Methylbromid bei 48 Stunden Begasungsdauer an einem Saatgut mit 7 % Feuchtigkeit zwar zu einer 100 %igen Abtötung der Älchen, verursachte jedoch gleichzeitig stärkste Keimsschädigungen. Bei einem Saatgut mit 10,9 % Feuchtigkeit waren bei einer Begasung mit 50 g/cbm Methylbromid schon nach 24 Stunden 94,7 % der Älchen tot. Diese mit Methylbromid bei Goldhafer erzielten Ergebnisse stimmen im übrigen insofern mit in England bei Straußgras durchgeführten Begasungen überein, als bei höherem Feuchtigkeitsgehalt des Saatgutes eine geringere Begasungsdauer- bzw. -konzentration zur Abtötung der Älchen ausreicht, so daß zu den einzelnen Feuchtigkeitsgehalten die jeweils verträgliche Begasungsdauer ermittelt werden muß. Bei einer Saatgutfeuchtigkeit von 7 % und 50 g/cbm Methylbromid kann bei einer zwischen 24 und 48 Stunden liegenden Begasungsdauer die optimale Älchenabtötung ohne Keimsschädigung erwartet werden.

Den Saatgutvermehrern selbst muß Übergang zu kurzfristiger Nutzungsart empfohlen werden, da die Verseuchung mit dem Alter der Bestände zunimmt. Außerdem ist zur Vermeidung des Ausfallens von Gallen eine möglichst frühe Ernte anzustreben, und sollten alle sonstigen Erntemaßnahmen zur Verhinderung von Samenausfall strengstens beachtet werden. Nach der Samenernte sollten durch rechtzeitige Grünfutterschnitte eine Blüten- und Gallenbildung beim zweiten Aufwuchs verhindert werden. Aus dem gleichen Grunde sind auch Reinsaaten von Goldhafer zu vermeiden. Schließlich sei erwähnt, daß man in Nordamerika bei Straußgras versucht hat, durch Anwendung von Chemikalien, die das Schossen während einer ganzen Vegetationszeit verhindern sollen, eine Aushungerung des Schädling bei Straußgras zu bewirken, da sich die Larven im Boden nicht länger

\*) Herrn Dr. Neubecker sei für die technische Durchführung der Begasungen herzlichst gedankt.



als 1 Jahr lebend erhalten können. Unter unseren Verhältnissen wäre die einjährige Zwischennutzung verseuchter Bestände für Futterzwecke in dieser Hinsicht zu überprüfen, bzw. daran zu denken, im Frühsommer von Samenbeständen zunächst einen Futterschnitt zu nehmen, sobald alle Ähren ausgebildet sind und erst den zweiten Aufwuchs zur Samengewinnung zu nutzen.

#### S u m m a r y

In all golden oat-grass samples tested in the years 1965–1967 infestation with galls of the grass seed eelworm (*Anquina agrostis*) was found. The samples originated from Bavaria, Baden-Württemberg, Hessen and Czechoslovakia. The degree of infestation increased with the age of the plants. Thus 1966 the mean infestation of golden oat-grass in the first year of production reached 0,45 ‰, whereas in the second year it had 17,17 ‰. In the new seed act from 1968 the grass seed eelworm is accepted as a pest, which has to be noted in the certification of basic seed. There was no success with four applications of the plant compatible nematicide Nemafox (0,25 ‰). Against that in 1968 the eelworm could be controlled with 2,5 g Temik for every meter of row in the first year of production; because of the high costs this method is suited only for breeders to get small samples of healthy seed. By hot-water treatment a destruction of the eelworm was achieved not before 53° C, which at the same time highly damaged the germination.

More success promises the fumigation of the seed with methylbromid.

**F. WAGNER,**

Regierung von Niederbayern, Pflanzenschutzberatung,  
Schönbrunn über Landshut

**Herbizidprobleme im Grassamenbau**

Mit der Einführung des Mähdrusches und damit der Totreife des Getreides entstand für den Grassamenbau das Problem der Vernichtung des auflaufenden Ausfallgetreides. Selbst bei sorgfältigster Ernte können durch verschiedenste Umstände soviel Getreidekörner auf den Acker fallen, daß der daraus entstehende Aufwuchs die Entwicklung des Kulturgrases und damit den Grassamenertrag erheblich beeinträchtigen kann.

Die Saatzuchtwirtschaft Steinach konnte feststellen, daß durch Getreideauswuchs bei Rotschwingel im Jahre 1965 ein Ertragsausfall von 362 kg/ha, und 1966 von 330 kg/ha vorlag. Geldlich gesehen bedeutet dies einen Verlust von ca. 800 DM/ha.

Nun ist die Trennung zweier Gramineen — Getreide und Grasart — an sich schon ein Problem, wozu im vorliegenden Falle die Erschwernis kommt, daß die Grasarten unterschiedlich auf eingesetzte Herbizide reagieren können. Weiter sind zum Zeitpunkt des Herbizideinsatzes die Gräser in einem jungen und damit allgemein empfindlichen Zustand. Nicht zuletzt kann sich die Keimung des Ausfallgetreides auf einen sehr langen Zeitraum erstrecken, so daß brauchbare Präparate auch eine lange Dauerwirkung besitzen müssen.

Wirkungsvolle Präparate dürfen auch nicht nur eine spezifische Wirkung gegen das Ausfallgetreide alleine besitzen, sondern sie sollen darüber hinaus auch weitere Ungräser, so z. B. die Einjährige Rispe (*Poa annua*) wie auch einen Hauptteil der dikotylen Unkräuter erfassen.

Es werden also an brauchbare Verbindungen hohe Anforderungen gestellt. Seit 1964 wurden zahlreiche Präparate getestet, so z. B. Simazin, Aresin, Alipur, NaTA, Karmex, Pyramin, Nexoval, Vedita, Igran 500, Prefix, Eptapur und eine Reihe von Entwicklungspräparaten. Außer Stentan, ein Bayer Versuchspräparat „5342“ und Casoron-Spritzpulver waren alle übrigen Verbindungen trotz vielfacher Änderung der Aufwandmengen nicht sicher einsetzbar.

Von den 3 brauchbaren Präparaten konnte wiederum nur Casoron-Spritzpulver weiter bearbeitet werden. Dieses Präparat wurde mit 4 kg/ha mit Beginn der Keimung des Ausfallgetreides eingesetzt und hatte eine Wirkung zwischen 90 bis 95 %. Das bedeutete eine Reduzierung des Getreideanteiles von 225 Pflanzen auf 23 Pflanzen und in einem anderen Versuch von 156 Pflanzen auf 8 Pflanzen je m<sup>2</sup>.

Nachdem bei einem sehr frühzeitigen Einsatz auch die Einjährige Rispe (*Poa annua*) und andere Unkräuter vernichtet wurden, waren Ertragssteigerungen in den behandelten Parzellen zu erwarten. Die Versuche von 1966 wurden 1967 durch die Saatzucht Steinach ertragsmäßig ausgewertet. Der Durchschnittsertrag aus 4 Teilstücken à 3 m<sup>2</sup> betrug bei:

	<u>Wiesenschwingel</u>	<u>Wiesenrispe</u>
Unbehandelt	671 kg/ha	412 kg/ha
Casoron 4 kg/ha (Spritzpulver)	850 kg/ha	576 kg/ha

Die mit Casoron-Spritzpulver behandelten Flächen hatten somit einen Mehrertrag von 179 kg/ha Wiesenschwingel und 164 kg/ha Wiesenrispe.

Die heurigen Versuche haben nicht nur die Einsatzfähigkeit von Casoron-Spritzpulver erneut bestätigt, sondern auch ein neues Herbizid in den Vordergrund treten lassen. Tribunil mit dem Wirkstoff Methabenzthiazuron zeigte sich mit 3 kg/ha allen anderen bisher geprüften Präparaten in der Wirkung gegen Ausfallgetreide, Einjährige Rispe und dikotyle Unkräuter überlegen. So konnte in Rotschwingel der Getreideebesatz (Sommergerste) von  $\varnothing$  219 Pfl./m<sup>2</sup> auf 4 Pfl./m<sup>2</sup> gesenkt werden. *Poa annua* wurde ebenfalls zu praktisch 100 % ausgeschaltet. Bei den vorhandenen dikotylen Unkräutern war eine volle Wirkung gegen Rote Taubnessel (*Lamium purpureum*), Vogelmiere (*Stellaria media*), Ampferblättriger Knöterich (*Polygonum persicaria*), Wasserpfeffer (*Polygonum hydropiper*), Ackergauchheil (Roter Gauchheil) (*Anagallis arvensis*), Persischer Ehrenpreis (*Veronica persica*), Feldehrenpreis (*Veronica arvensis*), Gemeines Kreuzkraut (*Senecio vulgaris*), Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*), Geruchlose Kamille (*Matricaria inodora*), Einjähriger Knäul (*Scleranthus annuus*) feststellbar. Nur gegen Ackerstiefmütterchen (*Viola tricolor*) war die Wirkung ungenügend. Dieser zufriedenstellende Erfolg war trotz einer fortgeschrittenen Entwicklung der Ungräser und Unkräuter vorhanden. Die Sommergerste hatte durchschnittlich 3 Blätter, *Poa annua* und die dikotylen Unkräuter zeigten Blühbeginn bzw. schon Blüte. Die Möglichkeit eines späteren Einsatzes ist deshalb vorteilhaft, weil man eine Kräftigung des Kulturgrases abwarten kann.

Erfreulich ist auch, daß Rotschwingel, der normalerweise sehr empfindlich gegen Herbizide reagierte, eine ausgezeichnete Tribunil-Verträglichkeit besitzt. Dies berechtigt zwar zu der Hoffnung, daß die anderen Grasarten ebenso geschont werden, dennoch ist eine Überprüfung der Verträglichkeitsprüfung zu den übrigen Grasarten vordringlich.

#### S u m m a r y

Growth and yield of grass seed are much reduced by germinating of fallen crop. Scientists succeeded in controlling these damaging crop by application of Casaron 4 kg/ha and Tribunil 3 kg/ha.

*Poa annua* and dikotyle are killed by Tribunil too.

**E. KRAUSS und K. SCHMID,**

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau  
und Pflanzenschutz, München und  
Bundesanstalt für Tabakforschung, Forchheim

### **Kotyledonentest zur Prüfung von Fungiziden gegen Blauschimmel an Tabak**

Über die Verwendung des Kotyledonentestes zur Prüfung von Fungiziden ist schon von mehreren Autoren berichtet worden. I z a r d, S c h i l t z und H i t i e r (1961) benützten ausgestanzte Blattstückchen, die sie mit der zu prüfenden Fungizidlösung behandelten. Rasche Zersetzung der Blattscheibchen und Fremdinfection ließen diese Methode aber nicht sehr zuverlässig erscheinen, so daß I z a r d 1962 die Testung an Tabakkeimlingen durchführte, die er auf mit Wasser getränktem Filterpapier auskeimen ließ. S l a w i n s k i (1966) prüfte einige Fungizide an Keimlingen, die er in Töpfen mit Erde wachsen ließ.

Bei den vorliegenden Versuchen wurde die Anzucht der Keimlinge auf sterilem Quarzsand mit einer Körnung von 0,5–1 mm in Petrischalen durchgeführt. Die Schalen wurden mit 50 ccm Sand gefüllt und mit 12–15 ml Nährlösung, die Kaliumnitrat, primäres Natriumphosphat, Magnesiumsulfat und Borsäure enthielt, befeuchtet. Diese Nährlösungsmenge hielt die Pflänzchen bis Versuchsende ausreichend feucht. Sie zeigten gutes und kräftiges Wachstum, und Fremdinfection konnte fast vollständig ausgeschaltet werden.

Die Infektion erfolgte in einer Klimakammer mit einer Suspension von 50 000 Sporen/ml (Temperatur nachts 17°, tags 24° C). Die zu prüfenden Mittel wurden in 0,1 %iger Konzentration mit Hilfe eines Zerstäubers, wie er in der Chromatographie Verwendung findet, auf die Pflänzchen gebracht. Es wurden 2 Versuchsreihen durchgeführt:

1. Infektion v o r der Behandlung mit den Fungiziden,
2. Infektion in verschiedenen Zeitabständen n a c h der Behandlung.

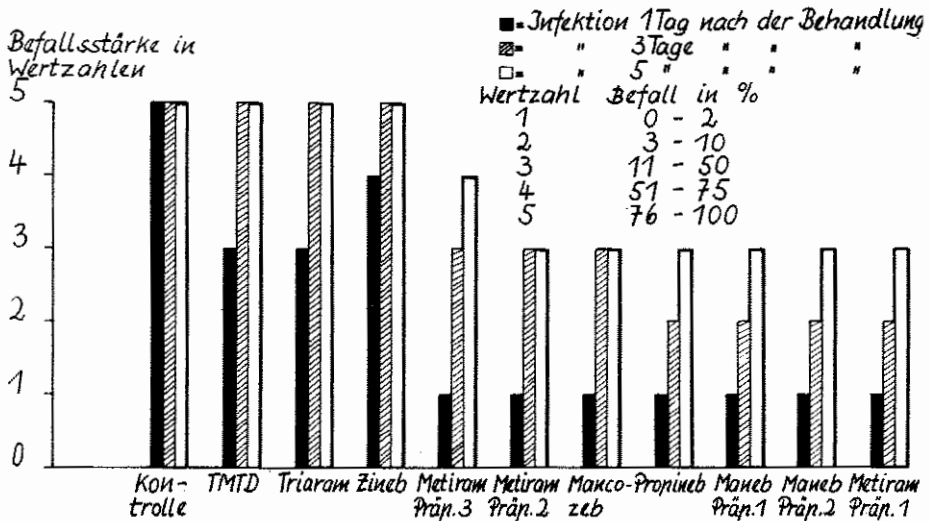
In der 1. Versuchsreihe konnte kein positiver Effekt festgestellt werden, keines der geprüften Mittel zeigte eine kurative Wirkung. Bei der 2. Versuchsreihe wurde die Infektion 1, 3 und 5 Tage nach erfolgter Anwendung der Mittel durchgeführt. Hierbei konnten Unterschiede in der Wirksamkeit und Wirkungsdauer beobachtet werden, wie aus dem nachfolgenden Diagramm ersichtlich ist.

Propineb, 2 Maneb-Präparate und Metiram-Präparat 1 zeigten eine gute Wirksamkeit. Bei den Metiram-Präparaten 2 und 3 und Mancozeb war die Wirkung gut, wenn die Infektion 1 Tag nach der Behandlung erfolgte; wurde sie jedoch 3 Tage danach durchgeführt, so ergab sich ein Befall zwischen 11 und 50 %. Die Präparate TMTD, Triaram und Zineb konnten keinen wirksamen Schutz gegen einen Peronospora-Befall geben.

Zur Klärung der Frage, ob die Ergebnisse im Kotyledonentest auch bei Pflanzen im Setzlingsstadium übereinstimmen, erfolgte eine Prüfung der Fungizide an 4 und 6 Wochen alten Tabakpflanzen, wobei die gleichen Wirkungen festgestellt werden konnten.

Obwohl es weiterhin notwendig bleiben wird, die Prüfung der Fungizide unter Bedingungen durchzuführen, die dem praktischen Tabakbau entsprechen, kann die vorliegende Methode doch einen wertvollen Hinweis geben, inwieweit ein neu entwickeltes Fungizid wirkungsvoll ist und weitere Versuche lohnend scheinen.

Wirkung einiger Fungizide gegen Blauschimmel  
im Kotyledonentest  
(Wertzahl 1-5)



#### Summary

The cotyledon test is a good method for preliminary testing of the effect of fungicides against blue mould. The tobacco seedlings are sprayed with fungicide solutions and after 1, 3 or 5 days inoculated with a spore suspension of 50.000 spores/ml. One week later the susceptible plants are counted. The effect and duration of efficiency of the applied fungicides can be exactly estimated according to the degree of susceptibility. The results obtained from the cotyledon test are corresponding to those of plants, 4 or 6 weeks old.

#### Literatur

- Izard, C., Utilisation du « test cotyledon » en vue d'obtenir des informations sur l'action fongicide de certains produits: Maneb, diéthylthiocarbamate de sodium et tanins. — Compt. rend. Acad. Agric. France 1962, 780-782.
- Izard, C., Schiltz, P., et Hitier, H., Estimation par la méthode des disques de l'efficacité « réelle » de certains traitements contre les mildiou du tabac. — Ann. Inst. exp. Tabac Bergeraç 3. 1961, 669-673.
- Kröber, H., und Maßfeller, D., Untersuchungen über die Blauschimmelkrankheit des Tabaks in Deutschland. II. Die Wirksamkeit von Fungiziden. — Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 13. 1961, 49-54.
- Pawlik, A., Schmid, K., Sprau, F., und Krauß, E., Resistenzprüfung des Tabaks im Keimblattstadium gegen *Peronospora tabacina* Adam. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 70. 1963, 332-339.
- Schiltz, P., et Izard, C., Susceptibilité cotylédonaire et résistance à *Peronospora tabacina* Adam. — Compt. rend. Acad. Agric. France, 1962, 561-564.
- Slawinski, A., Laboratory method of carbamate fungicide efficiency estimation using *Peronospora tabacina* Adam as a fungus test. — Biul. Central. Labor. Przemyslu Tytoniowego, 1966, (3-4), 23-30.

**W. KAMPE,**

Bezirkspflanzenschutzamt Pfalz,  
Neustadt an der Weinstraße

### **Wechselwirkungen von Herbizideinsatz und Produktionstechnik im Tabakbau \*)**

Unkräuter werden im Tabakbau bislang ausschließlich zugleich mit der Bodenbearbeitung ausgeschaltet. Das angespannte Arbeitskräftepotential setzt dieser indessen zunehmend engere Grenzen. Fortschrittliche Anbauer fordern darum im Sinne der Arbeitseinsparung ein brauchbares Herbizid. Seit 1965 werden in der Pfalz Herbizide in der Tabakkultur erprobt. In Testversuchen erwies Motobromuron gute Kulturverträglichkeit und wurde deshalb zum Modell für die weiteren Untersuchungen gewählt.

#### F r a g e s t e l l u n g

Das Versuchsprogramm 1968 sollte die folgenden Fragen klären:

1. Entspricht die Unkrautwirkung praktischen Erfordernissen des Tabakbaues?
2. Wie sind Aufwandmenge und Applikationszeitraum optimal abzugrenzen?
3. Wird das Herbizid auch bei Zusatzberegnung während der Jugendentwicklung der Kultur vertragen?
4. Vermag das Herbizid unter unterschiedlichen Witterungsbedingungen die Bodenbearbeitung zu ersetzen?
5. Steht der Herbizideinsatz in Wechselwirkung zu Bodenbearbeitung und Sorte?
6. Beeinflussen unterschiedliche Bodentextur und Humusanteile die Kulturverträglichkeit?

#### V e r s u c h s m e t h o d i k

Die Versuche waren meist polyfaktoriell in totaler Randomisation angelegt. Die Standorte waren in Bodentextur und Humusgehalt fixiert. Motobromuron wurde mit 1,5 kg/ha und 2,0 kg/ha dosiert und unmittelbar bis 3 Tage vor dem Pflanzen appliziert. Der herbiziden Wirkung entsprach der Index Wirkungsgrad-<sup>0/0</sup>; Maßzahl für Fragen der Produktionstechnik war der Ertragswert als ausgewogenes Gesamt-Grüngut. Die Ertragszahlen wurden mit der Varianzanalyse verrechnet, im F-Test auf Homogenität der Varianzen und im Duncan-Test auf signifikante Grenzdifferenzen geprüft.

#### E r g e b n i s s e u n d S c h l u ß f o l g e r u n g e n

Unter Verzicht auf die Darstellung von Detailergebnissen, über die die Originalarbeit informiert, sei hier lediglich auf die Zusammenfassung zweijähriger Ertragswerte eingegangen (Tabelle). Ohne Berücksichtigung von Sorten, Ertragsjahren und Bodeneigenschaften bringt die fehlende Bodenbearbeitung Mehrerträge um 10 <sup>0/0</sup>. Die höhere Aufwandmenge scheint sich dabei noch steigend

\*) Kurzfassung einer Originalarbeit im Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, (im Druck).

Tabak-Grüngerträge nach Herbizideinsatz  
in Abhängigkeit von Aufwandmenge und Bodenbearbeitung  
—Zusammenfassung von Ertragsergebnissen 1967/68 —

Versuchsglied	Ertrag kg/10 qm					
	mit Bodenbearbeitung			ohne Bodenbearbeitung		
	abs.	rel.	$\bar{x}$ rel.	abs.	rel.	$\bar{x}$ rel.
1. Kontrolle	21,78 <sub>(14)</sub>	100	100	13,71 <sub>(8)</sub>	63	63
2. Metobromuron 1,5 kg/ha	25,46 <sub>(9)</sub>	117	106	25,08 <sub>(14)</sub>	115	113
3. Metobromuron 2,0 kg/ha	26,31 <sub>(2)</sub>	121	107	26,49 <sub>(6)</sub>	122	122

Ertrag = Summe der Blattstufen Gruppen, Sandblatt, Hauptgut und Obergut

Index in Klammern = Anzahl der Ertragswerte

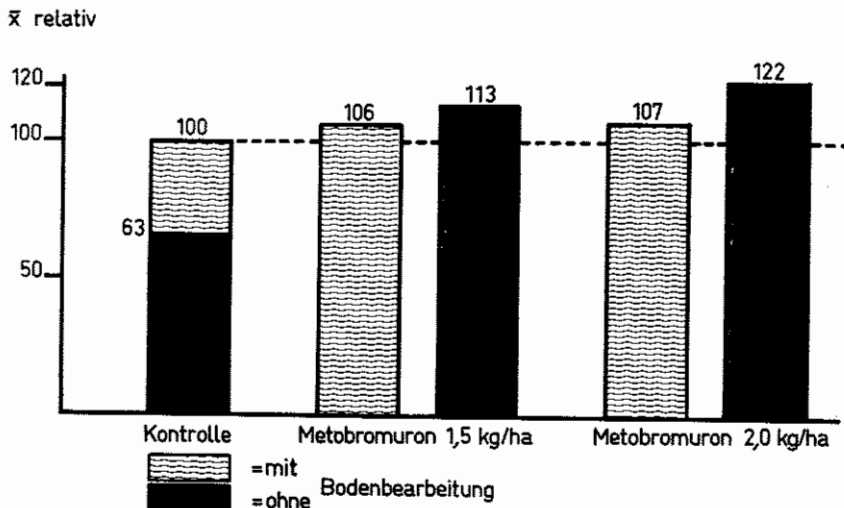
$\bar{x}$  rel. = arithmetisches Mittel der relativen Ertragswerte

Applikation unmittelbar bis 3 Tage vor dem Pflanzen

Sorten: „Geudertheimer“, „Burley“ und „Bursana“

**Tabak-Grüngerträge nach Herbizideinsatz  
in Abhängigkeit von Aufwandmenge und Bodenbearbeitung**

Zusammenfassung von 14 Ertragswerten 1967/68



auszuwirken. Indessen ist diese Steigerung nicht signifikant. Es sind auch die teilweise wenigen, dem Mittelwert zugrunde liegenden Einzelwerte zu berücksichtigen. Die aufgezeigte Gesetzmäßigkeit veranschaulicht auch die Säulengrafik:

Das Herbizid erweist gegenüber der Tabakkultur hohe Selektivität. Die Mehrerträge werden mit der während der Jugendentwicklung der Kultur fehlenden Unkrautkonkurrenz gedeutet.

Die zweijährigen Untersuchungen berechtigen diese zusammenfassenden Aussagen:

1. Metobromuron entspricht mit 1,5 kg/ha bei Anwendung unmittelbar bis spätestens drei Tage vor dem Pflanzen mit einem mittleren herbiziden Wirkungsgrad von 95 % den gestellten Anforderungen. Mindestens bis zum Reihenschluß bleibt die Kultur frei von Unkraut; nicht voll erfaßbare Arten erliegen ihrer Konkurrenzkraft oder lassen sich mit geringem Arbeitsaufwand ausschalten. Gegen die Sequenzflora ist innerhalb der Rotation anzugehen.
2. Die Zusatzberechnung während der Jugendentwicklung der Kultur beeinflußt die Selektivität des Herbizides nicht. Daß sich die Mehrerträge unter den Bedingungen der Zusatzberechnung relativ geringer anheben, dürfte bei dem relativ hohen Ertragsniveau des Versuchstandortes dem Gesetz des abnehmenden Bodenertragszuwachses unterliegen.
3. Die drei Sorten „Geudertheimer“, „Burley“ und „Bursana“ bringen nach der Herbizidanwendung Mehrerträge von 10 %, besitzen also gleichgute Kulturverträglichkeit. Sie ist innerhalb der den Versuchen gesetzten Grenzen nicht von Dosierung und Anwendungszeit abhängig.
4. Infolge fehlenden Unkrautbesatzes kann die Bodenbearbeitung entfallen; dabei sind in besonderer Weise Mehrerträge zu erwarten. Die dem Herbizideinsatz folgende Zusatzhacke verringert den Ertragszuwachs im Mittel aller Ertragsergebnisse von 16 auf 6 %. Die Anbautechnik ohne Hackarbeit während der Vegetation muß jedoch im Zusammenhang mit den Niederschlägen bzw. der dadurch veränderten Bodenstruktur — etwa in Form der Bodenverschlammung — gesehen werden. Es gibt anscheinend eine diesbezügliche mittelbare Wechselwirkung von Bodenbearbeitung und Sorten.
5. Unterschiedliche Bodentextur — Extremwerte 12 und 38 % abschlämmbare Teile — und Humusverhältnisse mit extremen Gehalten von 1,4 und 3,0 % beeinflussen die Selektivität des Herbizides nicht. Da es zudem 1968 während der Jugendentwicklung der Kultur heftige und ergiebige Regenfälle gab, wären auf ungünstigen Böden Schäden zu erwarten gewesen. Aber auch auf solchen Standorten folgen dem Herbizideinsatz Mehrerträge.

Die dargestellten mehrjährigen Versuchserfahrungen erlauben den versuchsweisen Einsatz in der tabakbauenden Praxis, sobald Metobromuron für diese Indikation anerkannt ist. Das Herbizid dürfte dann die Bodenbearbeitung zunehmend ersetzen. Damit wird in den Tabakbau eine von den gewohnten Denkkategorien abweichende neue Anbautechnik Eingang finden. Die weiteren Versuche werden vorsorglich eine variierte Minimalbodenbearbeitung zu untersuchen haben. Letztlich bleiben die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchung abzuwarten, die von den einschlägigen Institutionen an Mustern dieser Versuche vorgenommen wird.



### S u m m a r y

Results of twenty experiments realized in 1967 and 1968 showed the possibility of the use of a herbicide in tobacco. Metobromuron 1.5 kg/ha applied pre-planting to three varieties of tobacco gave acceptable weed control, good selectivity, and significant yield increase. The selectivity of the herbicide was not influenced by sprinkler irrigation, soil texture and organic matter. The omission of soil cultivation increased the yield. This yield increase may be in interaction to soil structure and varieties. The variety "Geudertheimer" produced independent of the soil condition more yield than the variety "Burley". The results obtained would give the chance to come to a new technique of the cultivation of tobacco.

**G. MAAS,**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
 Institut für Unkrautforschung, Fischenich

### **Untersuchungen zur chemischen Unkrautbekämpfung in Gewürz- und Arzneipflanzen**

Um die von der Praxis immer wieder gestellten Anfragen nach der Möglichkeit einer chemischen Unkrautbekämpfung in Gewürz- und Arzneipflanzen beantworten zu können, führt das Institut für Unkrautforschung in Fischenich seit einigen Jahren in größerem Umfang entsprechende Versuche durch, weil die Angaben über eine Unkrautbekämpfung in diesen Sonderkulturen in der Literatur nur sehr spärlich sind. Auf der diesjährigen Hohenheimer Tagung im März wurden die bis 1967 vorliegenden Ergebnisse mitgeteilt. Bezüglich der Literatur wird auf diese Veröffentlichung verwiesen (M a a s 1968).

Wurden in den Vorjahren vor allem der Einsatz von Herbiziden in Gewürzpflanzen geprüft, so standen in diesem Jahr die Arzneipflanzen mit 12 Arten gegenüber 5 Gewürzkräuter-Arten im Vordergrund. In diesen Kulturen wurden 20 Herbizide eingesetzt, die fast ausschließlich bereits in anderen Kulturen amtlich anerkannt sind. Ausgebracht wurden die Mittel mit einer Karrenspritze mit Preßluftflasche bei 2,5 atü bzw. mit einer Niederdruckkolbenrückenspritze bei ebenfalls etwa 2,5 atü in 600 bzw. 800 l Wasser je Hektar. Da für die Mehrzahl der Kulturen noch keine Erfahrungen vorlagen, wurden, um schneller zu guten Ergebnissen für den praktischen Einsatz zu kommen, die Versuche auf 3 verschiedenen Bodenarten angelegt: Humoser Sand, sandiger Lehm und humoser Lößlehm; Ackerwertzahlen 35–92. Die Aufwandmengen entsprachen den im Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1968 angegebenen. Nach unseren Erfahrungen sollte man jedoch auf extrem leichten Böden bei den meisten Bodenherbiziden die Dosierung etwas erniedrigen. Die Ergebnisse aller bisherigen Versuche, ergänzt durch Angaben aus der Literatur (siehe Literaturverzeichnis), sind, soweit sie sich bisher als brauchbar erwiesen haben, in der Tabelle zusammengestellt.

Außer den in der Tabelle angegebenen Wirkstoffen liegen Erfahrungen mit allgemein einsetzbaren Vorsaats- und Voraufmitteln vor, die kurz erwähnt seien: Bei allen Gewürz- und Arzneipflanzen sollte eine Vorsaatsbehandlung bzw. Voraufbehandlung schon wegen Vermeidung einer direkten Kontaminierung von Herbizid und Pflanze angestrebt werden. Leider scheidet eine Vorsaatsbehandlung mit Bodenentseuchungsmitteln meist an den Mittelkosten. Der Einsatz von *Diallat* ca. 10 Tage vor der Saat bzw. vor dem Pflanzen hat sich auf Flächen, die zur Vergrasung neigen, sehr gut bewährt. *Dipyridile* können wegen der oft gleichzeitigen Aufwärtsgeschwindigkeit von Kulturpflanzen und Unkräutern nicht überall eingesetzt werden, sie sind aber, besonders bei starker Unkrautverseuchung, von großem Nutzen.

Bei Gewürz- und Arzneipflanzen geht es aber nicht allein um die Höhe des Pflanzenertrages, sondern vor allem um die Inhaltsstoffe. Bisher liegen nur Ergebnisse von *Ruminska* (1965) mit *Prometryn*- und *Chlorpropam*- und von *Tanev* (1967) mit *Diuron*-behandelten Pflanzen vor, in denen keine unterschiedlichen Wirkstoffgehalte zu Unbehandelt gefunden wurden. Die von uns eingeleiteten Untersuchungen auf Wirkstoffgehalte und Rückstände sind noch nicht abgeschlossen.

Einsatzmöglichkeiten von Herbiziden in Arznei- und Gewürzpflanzen

(Eigene Ergebnisse vervollständigt durch Literaturangaben)

	Chlorbutam + Cycluron	Chloroxuron	Chlorpropham	CMA	Desmetryn	Diuron	DNOC	Lenacil	Linuron	Metobromuron	Monalide	Monolinuron	Prometryn	Pyrazon
Anis <i>Pimpinella anisum</i>									V				V	
Baldrian <i>Valeriana officinalis</i>		V	4)			V				V		V	V	
Basilikum <i>Ocimum basilicum</i>	V	V	V						V	V			V	
Benediktenkraut <i>Cnicus benedictus</i>													V	
Bohnenkraut <i>Satureja hortensis</i>	V	V	N						V	V	N		V	
Borretsch <i>Borago officinalis</i>		V			V				V					V
Dill <i>Anethum graveolens</i>	V		V	N					V		N		V	
Engelwurz <i>Angelica archangelica</i>									V	N		N		
Estragon <i>Artemisia dracunculus</i>			5)						V		5)			
Fenchel <i>Foeniculum vulgare</i>	V		N	N			N		V				V	
Fingerhut 1) <i>Digitalis lanata</i>					V			N				V		V
Fingerhut purpurroter 1) <i>Digitalis purpurea</i>				N				N						N
Kamille <i>Matricaria chamomilla</i>											N	N	N	
Kerbel <i>Anthriscus cerefolium</i>	V	V	V						V		N			
Knoblauch <i>Allium sativum</i>													N	
Koriander <i>Coriandrum sativum</i>	V		V	N			N			V			V	

	Chlorbutam + Cycluron	Chloroxuron	Chlorpropham	CMA	Desmetryn	Diuron	DNOC	Lenacil	Linuron	Metobromuron	Monalide	Monolinuron	Prometryn	Pyrazon
Kümmel Carum carvi	V		6) N				N		V N				V N	
Lavendel 2) Lavendula latifolia													V	
Liebstock Levisticum officinale			N											
Majoran Majorana hortensis	V N	V		N	V			N		V N	N	V N		V N
Mariendistel Silybum marianum	V		V						V		V		V	
Meerrettich Armoracia rusticana		V							V	V		V		
Melisse Melissa officinalis	V	V			V	V			V	V		V		
Osterluzei Aristolochia clematidis			N										N	N
Paprika Capsicum annuum				N										V
Pastinaken Pastinaca sativa	V				N				V N	V			V N	
Pfefferminze 3) Menta piperita	V	V			N	V						V	V	V
Salbei Salvia officinalis		N	N		V		N	N		V N		V N		V N
Schabzigerklee Trigonella caerulea		V			V				V			V		V
Schnittlauch Allium schoenoprasum	V	7)	8)											
Sonnenhut Echinacea purpurea			N	N	N			V N	V	V N				V N
Stiefmütterchen Viola tricolor			N					V						
Tagetes erectus		V			V				V	V		V		V

	Chlorbufam + Cycluron	Chloroxuron	Chlorpropham	CMA	Desmetryn	Diuron	DNOC	Lenacil	Linuron	Metobromuron	Monalide	Monolinuron	Prometryn	Pyrazon
Thymian <i>Thymus vulgaris</i>	V N	V			V				N	V	N	V N	V	N
Wegerich—Spitz <i>Plantago lanceolata</i>							N							
Wegerich—Spanischer <i>Plantago psyllium</i>	V												V	V
Ysop <i>Hyssopus officinalis</i>	V	V								V		V		V

V = Zur Voraufbehandlung;

N = Nachaufbehandlung bzw. nach dem Pflanzen;

1) = Auch Chloressigsäurebutinylanilid im Nachaufverfahren;

2) = Auch Simazin 5);

3) = Gegen *Agropyron repens* in einj. Kultur 10 kg/ha Dalapon (Basinex P);

4) = Im Spätherbst;

5) = Nur in überwinterte Bestände vor dem Austreiben; evtl. mit Paraquat mischen;

6) = 10 l/ha (Prevenol 56) im Spätherbst bis Vegetationsbeginn auch auf gefrorenen Boden, jedoch bei Tagestemperatur über 0° C — auch gegen *Alopecurus m.*

7) = Wenn 80 % der Pflanzen das Peitschenstadium überschritten haben;

8) = Im Frühjahr auf trockene Pflanzen spritzen.

Insgesamt gesehen, dürfte eine chemische Unkrautbekämpfung in Gewürz- und Arzneipflanzen überall möglich sein. Allerdings bedürfen Fragen nach Rückstände und Qualität der Inhaltsstoffe noch weiterer eingehender Prüfungen. Von den Anbauern wird die Einsatzmöglichkeit von Herbiziden begrüßt, weil infolge der hohen Lohnkosten auch bei diesen Sonderkulturen die Relation zwischen Produktionskosten und erzielbarem Erlös zu ungünstig geworden ist.

### S u m m a r y

A review is given on experiences with 20 herbicides on 37 kinds of spice and pharmaceutical plants. Further experiments should be done to get more knowledge with regard to the residue problem and the question of a possible influence of the herbicides on the content of ingredients.

## Literatur

- M a a s, G., Zur chemischen Unkrautbekämpfung in Gewürz- und Arzneipflanzen. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz Sdr.-H. Nr. 4. 1968, 103—106.
- N o v a k, V., Einfluß des Herbizidpräparates Gesagard 50 auf Unkräuter und Samen-ertrag des Kümmels (*Carum carvi* L.). — Výzkumny Ústav Zelinářský, Olomouc/ČSSR 9. 1965, 167—178, ref. in Landw. Zentralbl., Abt. Pflanzl. Prod. 12. 1967, 1912.
- R u m i n s k a, A., Die chemische Unkrautbekämpfung und deren Einfluß auf Mineralstoff-Aufnahme, Ertrag und Qualität der Droge einiger Heil- und Duftpflanzen der Familie *Umbelliferae*. — Herba Hungarica 4. 1965, 51—64.
- S v a b, J., und F ö l d e s i, D., Möglichkeiten der chemischen Unkrautbekämpfung bei den Heil- und Gewürzpflanzenkulturen in Ungarn. — Herba Hungarica 5. 1966, 190—193, ref. in Ber. wiss. Biol. 274. 1967, 580.
- T a n e v, J., Die Untersuchung einiger Herbizide bei der Unkrautbekämpfung in Pfefferminzplantagen. — Rastenievudni Nauki 4. 1967, 109—115, ref. in Weed Abstr. 16. 1967, 1612.

## H. GUNTHER, K. TROJAN und F. SPRAU,

Landwirtschaftsamt Erding und Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Aktuelle Pflanzenschutzprobleme im Pfefferminzanbau

Um den im Pfefferminzanbau immer wieder auftauchenden Schwierigkeiten begegnen zu können, wurde 1967 eine Arbeitsgemeinschaft „Pfefferminze“ gegründet, in der auch die Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München, vertreten ist. Die Arbeitsgemeinschaft hat sich neben anderen Aufgaben auch die Lösung pflanzenschutzlicher Probleme zum Ziel gesetzt, über deren wichtigste im folgenden kurz berichtet wird.

#### I. Die chemische Unkrautbekämpfung

Pfefferminze ist eine 1- bis 2jährige Kultur mit sehr hohem Handarbeitsaufwand, wobei für die Handjäte allein etwa 600 Stunden pro ha anfallen. Der mechanischen Unkrautbekämpfung ist durch die Stolonenbildung eine Grenze gesetzt, so daß der Einsatz selektiver Herbizide für die Rentabilität eine entscheidende Rolle spielt.

In Betracht kommen dafür

1. **Triazine**: Gesatop (2 kg/ha), Gesagard (8 kg/ha), Camparol (2,5 kg/ha) im Voraufverfahren im Frühjahr.
2. **Harnstoffderivate**: Afalon (1,5–2 kg/ha), Aresin (2,5–3 kg/ha). Afalon auch im Nachaufverfahren in bestimmten Fällen, z. B. sofort nach dem 2. Schnitt.
3. **Amide**: Dutom konz. (6–10 l/ha), Betanal (6 l/ha).

Die bekannt gute Unkrautwirkung der Triazine muß mit Ertragseinbußen erkauf werden. Der Schädigungsgrad betrug bei Gesatop 30 %, Gesagard 8,8 %, Camparol 18,8 % der Grünware. Diese hohen Ausfälle dürften zum großen Teil auf das ungenügende Abdecken der Stolonen beim Einlegen zurückzuführen sein, worauf auch 1968 angestellte Versuche hindeuten. Die wiederholte Anwendung auf gleicher Fläche ließ zusammen mit anderen Faktoren, wie Überwinterungszustand der Stolonen und Witterungsverlauf im Winter und Frühjahr, Vorsicht angeraten sein.

Afalon und Aresin sind im Voraufverfahren für Pfefferminze gut verträglich. Bei Dutom, dem Nachaufmittel, wurden nach der Behandlung 1967 kaum Blattaufhellungen beobachtet. In diesem Jahr zeigten sich bei gleicher Anwendung leichte Blattverbrennungen, die sich jedoch verhältnismäßig schnell verwachsen. Tiefe Nachttemperaturen werden als Ursache der Blattverbrennungen angesehen.

Da das Unkraut in zwei Schüben aufwächst (Früh- und Spätkeimer), wurden in Schauversuchen zwei Herbizideinsätze vorgenommen (siehe Tabelle).

An Arbeitszeit für das Jäten konnten bei diesem Versuch 50–60 % eingespart werden.

Bei der Pfefferminze als Heilpflanze werden die Rückstandsfragen vorrangig betrachtet. Untersuchungen bei der Gesatopanwendung ergaben Rückstandsmengen unterhalb 0,05 ppm. Die Rückstandsuntersuchungen bei den anderen Wirkstoffen sind noch nicht abgeschlossen. Negativer Einfluß auf die Ölgehaltmenge

Tab. Unkrautbekämpfung in Pfefferminze 1968. 1. Versuchsort: Betrieb Bauer, Oberdinger Moos; 2. Standort: Anmooriger mit Nährstoffen reich versorgter Boden; 3. Parzellengröße: 50 m<sup>2</sup>; 4. Vorfrucht: Kartoffel.

Datum	Parzelle			
	I	II	III	IV
Stolonen eingelegt	Herbst	Herbst	Frühjahr	Frühjahr
24. 4. Unkr. Spr.	—	Betanal 6 l/ha	Aresin 2,5 kg/ha	Betanal 6 l/ha
15. 5.	—	Dutom c. 8 l/ha	—	Dutom c. 8 l/ha
14. 6. H a n d j ä t e	2,50 Std. 100 ‰	0,75 Std. 30 ‰	1,00 Std. 40 ‰	0,75 Std. 30 ‰
1. Ernte 13. 7.	6,5 kg	11,0 kg	9,0 kg	6,5 kg
29. 7. Unkr. Spr.	—	—	Dutom c. 6 l/ha	Dutom 6 l/ha
21. 8. H a n d j ä t e	1,0 Std. 100 ‰	1,0 Std. 100 ‰	0,25 Std. 25 ‰	0,75 Std. 75 ‰
2. Ernte 13. 9.	7,5 kg	9,0 kg	9,5 kg	8,5 kg
S u m m e H a n d j ä t e 14. 6. + 21. 8.	3,5 Std. 100 ‰	1,75 Std. 50 ‰	1,25 Std. 36 ‰	1,50 Std. 43 ‰

wurde bis jetzt nicht festgestellt (1. Schnitt: 1,4 Vol.-%, 2. Schnitt 1,1 Vol.-%). Problematisch ist die negative Selektion, d. h. die gleichzeitige Zunahme anderer Unkräuter wie Amaranthus- und Nasturtiumarten.

## II. Die Bekämpfung von Pfefferminzrost (*Puccinia menthae* Pers.)

Zur Bekämpfung des Pfefferminzrostes eignen sich Mancoceb, Metiram und Maneb. Bei akuter Infektionsgefahr sollte die Stolonen-Beizung durch zeitige Spritzung mit den angeführten Wirkstoffen nach dem Austrieb und nach dem 1. Schnitt ergänzt werden.

Der Einfluß einer harmonischen Düngung ist für die Rostresistenz ausschlaggebend. Die Ergebnisse von Melian (1964) bestätigen sich in der Praxis. N-Steigerung sichert hohe Erträge und fördert die Krankheitsdisposition nur, wenn die K<sub>2</sub>O-Gaben vernachlässigt werden.



### III. Die Nematodenbekämpfung

Auf verschiedenen Flächen wurden Wachstumsstörungen mit Ernteaussfällen beobachtet. Da über Schäden an Pfefferminze durch Nematoden wenig bekannt ist, wurden eingehende Untersuchungen von Sprau durchgeführt. Gefunden wurden im Boden größere Mengen von *Longidorus elongatus*, im Boden und in Wurzeln und Stolonen *Pratylenchoides laticauda* und *Pratylenchus penetrans*. Die Folge des Befalles sind starke Wuchsstauungen sowie Verfärbungen und Vermorschungen der Stolonen. Oberirdische Sproßteile und Blätter enthielten keine Nematoden.

Bekämpfungsmöglichkeiten sieht die Beratung in einer teilweisen Umstellung der Kultur auf vegetative Vermehrung durch oberirdische, grüne Stecklinge. Diese Vermehrungsart bietet pflanzenbauliche und pflanzenschutzliche Vorteile an, u. a. auch die maschinelle Auspflanzung auf mit Hilfe von Gründüngung oder Gramoxoneinsatz von Unkraut sauber gehaltenen Feldern. Neben der Erleichterung der pflanzenschutzlichen Vorbeugemaßnahmen bietet diese Kulturart die Möglichkeit der Steuerung des Anbaues.

#### S u m m a r y

Summarizing the state of research about acute plant protection problems in the Bavarian peppermint production is reported. In detail it deals with chemical weed control, control of peppermint rust (*Puccinia menthae*) and prevention of damage by nematodes.

#### L i t e r a t u r

Mel i a n, L., Zur Kultur der Pfefferminze in Verbindung mit der Bekämpfung des Rostpilzes (*Puccinia menthae* Pers.). — Bayer. Landw. Jahrb. 41. 1964, 563–596.

## F. SPRAU,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

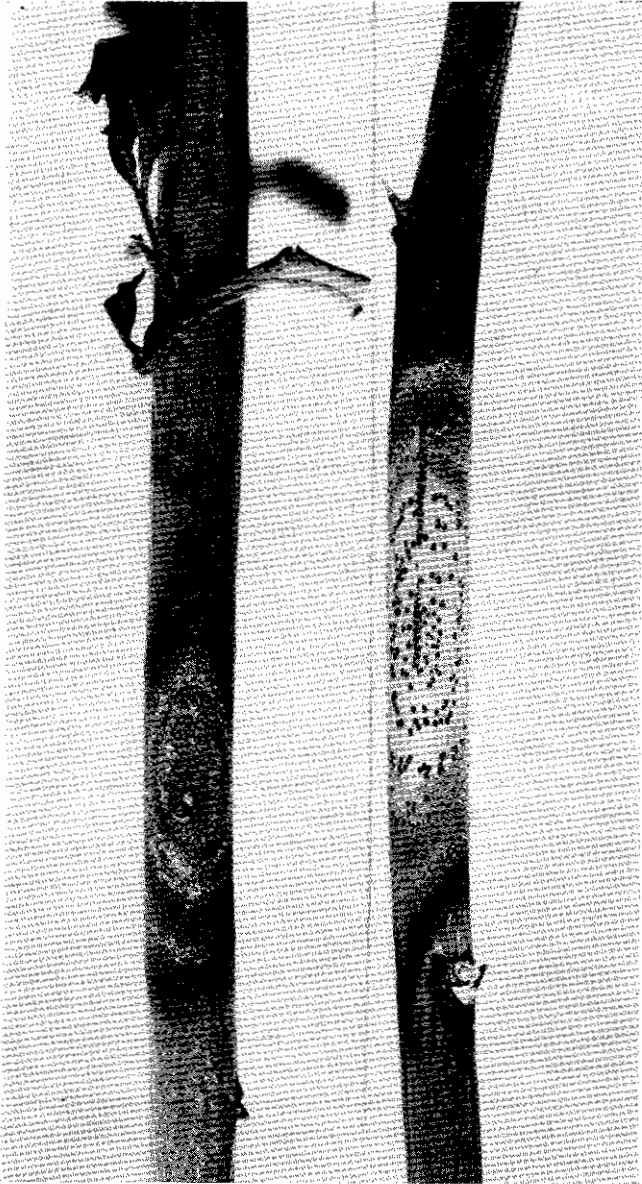
### Untersuchungen über das Rutensterben bei Kulturheidelbeeren

Von einigen Heidelbeeranbaugebieten Nordamerikas ist eine Reihe von Krankheiten und Schädlingen bekannt geworden, die nicht nur zum Verlust von Früchten und Blättern führen, sondern auch als Zweigsterben und Zweigkrebs, verursacht durch verschiedene Pilze (*Botryosphaeria*, *Fusicoccum* und *Phomopsis*) oder Bakterien (*Pseudomonas*), die jungen Kulturen stark in Mitleidenschaft ziehen und bei älteren Kulturen die Erträge stark herabsetzen können.

Auch in unseren Kulturheidelbeeren scheinen sich einige dieser Krankheiten zu finden und sich langsam auszubreiten. So wurde in den letzten zwei Jahren in einer Anlage für Kulturheidelbeeren des Instituts für Obstbau der Gartenbauhochschule Weihenstephan (Prof. L i e b s t e r) ein starkes Absterben von Zweigen und Rutenspitzen sowie Seitenzweigen und ganzen Ruten beobachtet. Das Absterben der Rutenspitzen ist auf Früh- oder Spätfröste zurückzuführen, während das der Seitenzweige in erster Linie auf einen Befall durch *Botrytis cinerea* zurückgeht. Hier können ebenfalls Fröste beteiligt sein oder aber die Infektion geht von den Blüten oder Fruchtständen aus. Im folgenden soll jedoch nur über das Rutensterben berichtet werden, das in den Jahren 1966 und 1967 so heftig auftrat, daß die jüngeren Kulturen sehr stark in Mitleidenschaft gezogen wurden:

In verschiedenen Höhen von jungen und älteren anscheinend noch gesunden grünen Zweigen treten durch Absterben der Rinde größere oder kleinere, runde bis ovale Flecke auf, deren Aussehen und Größe je nach ihrem Alter verschieden ist. Die „jungen“ Flecke sind zunächst mehr von brauner bis rotbrauner und einheitlicher Farbe, werden später jedoch konzentrisch gezont, wobei Ringe von einem bräunlichen bis weißlichen Grau mit solchen von brauner Farbe abwechseln. Im letzteren Stadium erscheint schließlich ein großes grau-weißes Mittelfeld, das von einem schmäleren oder breiteren, meist rotbraunem Rand umgeben ist. Umfassen die Flecke die gesamte Rute, so stirbt diese später unter Braunfärbung ab. Zugleich mit der Farbänderung entwickeln sich auf dem nun grau-weißen Mittelfeld zahlreiche kleine Rindenerhebungen, aus denen schließlich schwärzliche, rundliche bis längliche, unregelmäßig geformte Höcker hervorbrechen. Sie sind meist in konzentrischen Ringen angeordnet. Bringt man die Rute in eine feuchte Kammer, so treten aus den kleinen Öffnungen dieser Höcker Ranken von klebriger Konsistenz hervor, die in Wasser gebracht sich auflösen und eine Unmenge von meist zweizelligen Konidien entlassen. Vergleiche mit amerikanischen Veröffentlichungen ergaben, daß es sich um den Pilz *Fusicoccum putrefaciens* Shear handelt.<sup>1)</sup> *F. putrefaciens*, der in Amerika ebenfalls ein Rutensterben hervorruft, stellt dabei die Konidienform von *Godronia cassandrae* Peck. (S h e a r and B a i n), der Ascusfruchtform dieses Pilzes, dar. Perithezien konnten bisher nur ganz wenige gefunden werden. Sie wiesen jedoch keine intakten Sporen mehr auf. Infektionsversuche, die durch Besprühen mit Konidiensuspensionen oder durch

<sup>1)</sup> Ich möchte sowohl Herrn Dr. Gerlach vom Institut für Mykologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft als auch Herrn Dr. Arx vom holländischen Institut für Schimmelpilzkulturen für ihre Mithilfe bei der Bestimmung des Pilzes danken.



Befall von Ruten der Kulturheidelbeere durch *Fusicoccum putrefaciens* Shear.

Links: frühes Krankheitsstadium; die etwas in die Rinde eingesunkene Infektionsstelle ist durch braune und weiß-graue Ringe deutlich gezoniert.

Rechts: späteres Krankheitsstadium; auf dem nun völlig grau-weiß verfärbten Mittelfeld der Infektionsstelle haben die zahlreichen in konzentrischen Ringen angeordneten schwarz gefärbten Pyknidien des Pilzes die Rinde durchbrochen.

Auflegen von mit dem Pilz durchwachsenen Agarstückchen in den Sommermonaten durchgeführt wurden, waren nicht erfolgreich. Die gleichen Erfahrungen mit Sommerinfektionen machte in Amerika M c K e e n (1958) sowie L o c k h a r t und C r a i g (1967), während Impfversuche, die in den Monaten November und Dezember durchgeführt wurden, positiv verliefen.

Die Infektion geht in den Kulturen in der Regel von den Blattansatzstellen aus, so daß diese meist in der Mitte der Blattflecke und der konzentrischen Pyknidienringe liegen. Pyknidien mit reifen Konidien wurden das ganze Jahr über festgestellt. Nach den Befallsbildern in den verschiedenen Jahreszeiten zu urteilen, kann die Infektion sowohl im Herbst als auch im Frühjahr erfolgen.

Der Pilz ist in Nordamerika als Schädiger an Heidelbeerkulturen bekannt. So berichteten schon S h e a r und B a i n (1931), daß es sich bei diesem Pilz um einen der wichtigsten Krankheitserreger der Kulturheidelbeere handle. Nach einem Bericht von S t r e t c h aus dem Jahre 1967 verursachte er in verschiedenen Teilen Nordamerikas als „Zweigkrebs“ ziemliche Schäden, dagegen wurde diese Form des Pilzes bisher nicht in New Jersey beobachtet. Nach einer brieflichen Auskunft von Fräulein Dr. G r a y aus Aberdeen gehört diese Pilzart in Schottland zusammen mit *Phomopsis vaccinii* zu den Pilzen, die innerhalb kürzester Zeit — wovon ich mich selbst an Ort und Stelle überzeugen konnte — ganze Heidelbeerkulturen zum Erliegen bringen können. Interessanterweise trat in Schottland der fragliche Pilz an frisch aus New Jersey importierten Heidelbeerpflanzen bereits im darauffolgenden Jahr auf, obwohl gerade in diesem Gebiet Amerikas die Krankheit nicht vorkommen soll. Der Pilz scheint also doch in New Jersey vorhanden zu sein. Weiter wurde sein schädigendes Auftreten auch in Holland und Finnland beobachtet.

Versuche zur Bekämpfung der Krankheit wurden im Jahre 1967 mit verschiedenen Fungiziden wie Dithane-Ultra, Maneb und Brestan durchgeführt, wobei in der Zeit von Mitte Juni bis Ende Oktober in Abständen von 14 Tagen gespritzt wurde. Die Versuche wurden in diesem Jahr weitergeführt, wobei noch zusätzlich ein Quecksilberpräparat eingesetzt wurde. Daß die Versuche bis jetzt noch kein Ergebnis gebracht haben, liegt wahrscheinlich nicht zuletzt daran, daß in der Folge die Krankheit ganz allgemein nur sehr schwach auftrat. Von amerikanischer Seite wird über mittelmäßige bis gute Erfolge mit den allerdings für manche Sorten empfindlichen Quecksilberverbindungen (Phenyl-Quecksilberazetat) berichtet.

Im Gegensatz zu Europa hat man in den klassischen Gebieten des Heidelbeeranbaues in Nordamerika längst erkannt, daß die Kulturheidelbeere mit einer gründlichen Schädlingsbekämpfung steht und fällt. Man kennt dort einen regelrechten Bekämpfungskalender, und der Aufwand für Schädlingsbekämpfung trägt einen erheblichen Bestandteil der Gesteungskosten für die Kultur. Hier bietet sich also ein neues und interessantes Betätigungsfeld für den Pflanzenschutz an. Selbstverständlich müssen sich neben den Pflanzenpathologen auch die Züchter bemühen und versuchen, krankheits- und frostresistentere Sorten zu schaffen. Auch ein anderer Punkt scheint hier noch beachtenswert. Nach Dr. H e e r m a n n, dem ersten Heidelbeerzüchter und größten Heidelbeeranbauer in Deutschland, werden alljährlich ungeheure Mengen von bewurzelten Heidelbeerstecklingen aus Amerika bei uns eingeführt. Es ist deshalb nicht von der Hand zu weisen, wie die Fälle in Schottland zeigen, daß dadurch die gefährlichen Rutenkrankheiten bei uns eingeschleppt werden können, und es erhebt sich die Frage,

ob nicht entsprechende Quarantänevorschriften erlassen werden müßten. Die Kultur der Heidelbeere erscheint also mit einer gewissen Hypothek von Krankheiten belastet, so daß ihre Bekämpfung eine der ersten Voraussetzungen für ihre weitere Verbreitung ist. Zur Mitarbeit hierbei aufzufordern und dieser Frucht in Zukunft etwas mehr Beachtung zu widmen, war der eigentliche Sinn meiner Ausführungen.

#### S u m m a r y

In 1966 and 1967 a dying back of young twigs was observed in a highbush blueberry plantation in South Bavaria. On different levels of the twigs round or oval patches appeared. At the beginning they were small and showed a brown colour, later on they increased in diameter and the brown colour turned into whitish grey in the middle of the patches. If they surrounded the whole twig they caused the dying back of the twigs. In the patches finally black and unregularly formed bodies penetrated the cortex and epidermis. They contained conidia that could be classified as belonging to the fungus *Fusicoccum putrefaciens* Shear that causes the *Fusicoccum* canker in the USA. *F. putrefaciens* is the conidia-form of the perfect form *Godronia cassandrae* Peck. (Shear and Bain.) The natural infections occur at the places where the leaves are attached. Artificial infections carried out during the summer were not successful, the same is true for controlling experiments with various fungicides. Considering the many diseases which may be found in the highbush blueberry plantations in the USA, the question is started if a quarantine is necessary for the young plants imported from there.

#### L i t e r a t u r

- L i e b s t e r, G., Die Kulturheidelbeere. — P. Parey, Berlin/Hamburg 1961, 1—229. [Dort weitere Literaturangaben]
- L o c k h a r t, C. L., and C r a i g, D. L., *Fusicoccum* canker of highbush blueberry in Nova Scotia. — *Canad. Plant Dis. Surv.* 47. 1967, 17—20.
- M c K e e n, W. E., Blueberry canker in British Columbia. — *Phytopathology* 48. 1958, 277—280.
- S t r e t c h, A. A., Important fungus diseases of cultivated highbush blueberry in North America. — *Int. Soc. hortic. Sci., Working Group "Blueberry Culture in Europe"*. 1. Symp. 1967, 133—143. [Dort weitere Literaturangaben]

## M. HASSANSADA, N. MALMUS und K. BÖNING (Referent),

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,  
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Untersuchungen zur Ätiologie des Gürtelschorfs der Rüben

Die Bezeichnung „Gürtelschorf“ für eine zirkumzonale Erkrankung des Rübenkörpers, in der das Gewebe schorfig verändert und mehr oder weniger eingesunken ist, stammt von Frank, der die Krankheit erstmals 1894 beschrieb. Man dachte zunächst daran, daß es sich um eine parasitäre Krankheit handle und zog vor allem Streptomycceten als Erreger in Betracht, wobei der Umstand eine Rolle spielte, daß man den Gürtelschorf und andere schorfige Erkrankungen der Rübe häufig mit dem Kartoffelschorf in Beziehung brachte. Krüger, der sich als erster mit dem Gürtelschorf auch experimentell befaßte, war 1905 zwar der Meinung, daß insbesondere *Streptomyces scabies* als Erreger zu betrachten sei, wobei er die Mitwirkung von Enchyträen als Überträger für möglich hielt; seine Infektionsversuche mit diesem Strahlenpilz verliefen jedoch negativ. Der tatsächliche Stand unserer derzeitigen Kenntnisse über die Krankheit dürfte durch die Auffassung von Hoffmann umrissen sein, der 1956 den Gürtelschorf deutlich von anderen schorfigen Erkrankungen der Rübe abgrenzte und für ihn die Feststellung traf, daß er nicht durch *Streptomyces scabies* hervorgerufen werde, sondern daß seine Ursache unbekannt sei.

Die eigenen Untersuchungen wurden durch das Auftreten des Gürtelschorfs in Bayern seit 1953 veranlaßt. Zunächst griffen wir wieder die These vom parasitären Ursprung des Gürtelschorfs durch Streptomycceten auf. Es wurden eine größere Zahl von Isolierungen aus krankem Gewebe und aus Boden vom Wurzelbereich befallener Rüben vorgenommen. Unter rund 400 Kolonien befanden sich folgende Formenkreise: *Streptomyces griseus*, *S. violaceus*, *S. flavus*, *S. rubus*, *S. roseus* und *S. niger*. Am häufigsten war *S. griseus* vertreten, *S. scabies* fehlte völlig.

Um die Frage zu klären, ob die zur Verfügung stehenden *Streptomyces*-Stämme — außer den 6 schon erwähnten eigenen noch 3 Typenkulturen vom Zentralbüro für Pilzkulturen in Baarn, nämlich *S. scabies*, *S. aureofaciens* und eine weitere Kultur von *S. griseus* — Gürtelschorf hervorrufen können, wurden Gefäßversuche in Wasserkulturen, in Quarzsand und in Kulturböden, im Laboratorium, im Gewächshaus und im Freien zu verschiedenen Zeiten unter wechselnden Temperaturen und sonstigen Außenbedingungen durchgeführt. Dabei wurden die jungen Rübenpflänzchen bei der Infektion mit Reinkulturen der verschiedenen *Streptomyces*-Stämme jeweils zur Hälfte am Hypokotyl verletzt, zur Hälfte blieben sie unverletzt. Die Infektion wurde meist dreimal in 2–3wöchigen Abständen wiederholt. Die Böden wurden teilweise vorher durch Erhitzung sterilisiert, teilweise unterblieb die Sterilisation. Die Ergebnisse der Wasserkulturversuche waren nach 3–3½monatiger Kulturdauer völlig negativ.

In den weiteren Versuchen mit natürlichen und künstlichen Böden ergab sich ohne Rücksicht darauf, ob die Böden vorher sterilisiert waren oder nicht und ob die Rüben am Hypokotyl verletzt wurden oder nicht, daß nur in kalkarmen Böden ein leichter Befall eintrat, gleichgültig, ob Infektionsmaterial der verschiedenen *Streptomyces*-Kulturen zugegeben wurde oder nicht. Auf kalkhaltigen Bö-

den oder nach Kalkzusatz war überhaupt kein Befall festzustellen. Dagegen ließ sich auf saurem Boden durch eine zusätzliche Säuregabe auch ohne Infektion mit *Streptomyces* eine erhebliche Befallssteigerung erreichen. Versuche mit Zugabe von zerkleinertem Material aus krankem Gewebe bzw. von Erde aus dem unmittelbaren Befallsbereich zu einem für den Befall prädisponierten kalkarmen Boden führten zum gleichen Ergebnis. Mit und ohne Zugabe von Infektionsmaterial erwies sich lediglich der Kalkgehalt bzw. die Azidität des Bodens als ausschlaggebend für den Befall: bei unverändertem Boden schwacher Befall, nach Kalkzugabe kein Befall, nach Zusatz von Säure starker Befall.

Aus den Infektionsversuchen ergab sich somit folgendes: Weder *Streptomyces scabies*, der bisher wohl am meisten als Erreger angesehen wurde, noch *S. griseus*, der in den Isolierungsversuchen weitaus am häufigsten auftrat, noch andere der geprüften *Streptomyces*-Gruppen konnten unter für ihr Wachstum günstigen Bedingungen, zu denen neutrale bis alkalische Reaktion des Nährmediums gehört, Befallsmerkmale des Gürtelschorfs hervorrufen. Sie können daher nicht als eigentliche Erreger des Gürtelschorfs betrachtet werden, sondern allenfalls sekundär beim Hervorrufen größerer Gewebeerstörungen mit eine Rolle spielen. Aber selbst das ist ungewiß, da zusätzliches Infektionsmaterial, auch unter die Krankheit begünstigenden Umständen, in denen sowieso Befall eintrat, keine Verstärkung des Befalls bewirkte. Aus dem Versuch mit krankem Rüben- oder Rübengewebe bzw. Erde aus dem unmittelbaren Befallsbereich scheint zudem hervorzugehen, daß wahrscheinlich auch andere bodenbürtige Organismen an der Erkrankung primär nicht beteiligt sind.

In der Literatur wurde wiederholt auf Zusammenhänge zwischen Witterungsverlauf und Gürtelschorfaufreten hingewiesen. So soll die Krankheit besonders in niederschlagsreichen Jahren häufiger vorkommen. Gefäßversuche zur Prüfung des Einflusses des Wassergehaltes im Boden auf den Gürtelschorf haben zwar ergeben, daß die Krankheit durch höhere Bodenfeuchtigkeit gefördert wird, jedoch war das Auftreten der Krankheit als solches davon abhängig, ob der Boden die Eigenschaft besaß, Gürtelschorf zu erzeugen oder nicht. Dabei war es gleichgültig, ob der Boden sterilisiert oder nicht sterilisiert wurde; dagegen wirkte eine verstärkte Stickstoff-Düngung in Verbindung mit vermehrter Wassergabe befallserhöhend.

Untersuchungen und Versuche über den Einfluß der Bodenstruktur waren veranlaßt durch Angaben in der Literatur, die die Ursache der Krankheit in ungünstigen physikalischen Bodenverhältnissen suchen. Orientierende Feldbeobachtungen und Untersuchungen im Befallsgebiet ergaben Gürtelschorf auf allen Bodenarten, besonders aber auf leichten bis mittelschweren sandigen Lehm Böden. Auch die Struktur des Bodens, ob locker oder fest, schien danach nicht ausschlaggebend für das Auftreten des Gürtelschorfs zu sein. Die Versuche bestätigten diese orientierenden Befunde. Eine Bodenstrukturverschlechterung durch Verfestigung der oberen oder unteren Bodenschichten hat in keinem Falle zu einer Verstärkung, sondern eher zu einer Verminderung des Gürtelschorfes geführt. Auf der anderen Seite konnte durch wiederholte Auflockerung des Bodens kein Rückgang des Befalls erzielt werden. Ebensowenig gelang dies durch Tiefenlockerung.

Positive Hinweise auf die Entstehung des Gürtelschorfs konnten dagegen aus Versuchen über den Einfluß chemischer Bodenfaktoren, insbesondere des Reak-

tions- und Kalkzustandes sowie der Form der Mineraldüngung gewonnen werden. Die Versuche über den Einfluß der Bodenreaktion ergaben, daß in zu Gürtelschorf prädisponierenden Böden, die alle eine saure Reaktion um 5,0 pH aufwiesen, die Krankheit durch steigende Kalkgaben je nach deren Höhe und in Freilandversuchen in Abhängigkeit von der gleichmäßigen und feinen Verteilung bis zum Verschwinden gebracht werden konnte, während sie durch Zugabe von Schwefelsäure, die ein Absinken des pH-Wertes auf 3,5–4,0 bewirkte, eine sprunghafte Steigerung erfuhr. Dieses Verhalten war auch in sterilisierten Böden festzustellen. In bezug auf die Düngung ergab sich, daß physiologisch saure Düngemittel, vor allem saure Stickstoffsalze wie schwefelsaures Ammoniak oder auch Nitrophoskarot, insbesondere dann, wenn sie in erhöhter Gabe verabfolgt wurden, den Befall verstärkten oder ihn überhaupt erst richtig auslösten, während physiologisch alkalische Düngemittel wie Kalkstickstoff oder Kalkammonsalpeter in normalen Gaben keine Befallsvermehrung bewirkten. Allerdings deuten die Versuche darauf hin, daß durch sehr hohe Stickstoffgaben an sich eine Befallsverstärkung hervorgerufen wird, jedoch keinesfalls in dem hohen Maße, wie sie bei Anwendung physiologisch saurer N-Dünger auftritt. Auch durch erhöhte Kaligaben konnte eine leichte Befallszunahme bewirkt werden, während verstärkte Phosphatgaben ohne Einfluß blieben.

Ich darf das Ergebnis der letzterwähnten Versuche dahin zusammenfassen, daß es sich beim Gürtelschorf anscheinend in erster Linie um eine physiologische Krankheit handelt. Die primäre Ursache dürfte in zu niedrigen pH-Werten des Bodens in Verbindung mit der Verabfolgung von sauren Düngemitteln zu suchen sein. Die Verstärkung der Krankheitsmerkmale durch überhöhte Nährstoffmengen insbesondere von Stickstoff dürfte sekundärer Natur und durch die üppigere Gesamtentwicklung und den damit verbundenen vermehrten Kalkentzug bedingt sein.

Hier ergibt sich eine gewisse Parallele zur Herz- und Trockenfäule, der anderen physiologischen Erkrankung der Rüben, die man als die Antipodin des Gürtelschorfs auf der alkalischen Seite der Bodenreaktion ansehen kann. Auch sie erfährt eine Verstärkung ihrer Symptome durch erhöhte Düngemittelgaben von Stickstoff und Kali, besonders dann, wenn sie — hier in alkalischer Form — gegeben werden, wodurch der Bormangel um so stärker in Erscheinung tritt.

Mit der Erklärung des Gürtelschorfs als „Bodensäurekrankheit“ ist das Problem natürlich noch nicht endgültig gelöst. So ist nach wie vor die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß unter Einwirkung der Bodenazidität das Rübengewebe so verändert wird, daß es nunmehr von unter normalen Verhältnissen für Rüben nicht aggressiven Mikroorganismen befallen werden kann. Aber auch wenn man den Gürtelschorf als eine rein physiologische Erkrankung ansieht, so wäre zu fragen, ob es sich um eine echte Calcium-Mangelerscheinung oder um eine direkte Ätزشädigung durch die Säure im Boden oder um eine solche durch in Lösung gegangene giftig wirkende Metallsalzionen handelt, wobei ich Manganverbindungen ausschließen möchte, weil sie nur in speziellen Böden vorkommen und andere Symptome verursachen.

Wir stehen jetzt in der Kausalanalyse des Gürtelschorfs etwa an der gleichen Stelle wie vor der Entdeckung des Bormangels als der eigentlichen Ursache der Herz- und Trockenfäule. Wir wußten schon damals, daß Calcium-Überschuß im Boden dabei eine wichtige, wenn auch nicht ausschließliche Rolle spielt, so daß



man sie damals mit einer gewissen Berechtigung als Bodenalkalitätskrankheit hätte bezeichnen können. Dieser Umstand hat auch nach der Aufdeckung der Zusammenhänge zwischen Bormangel und Herz- und Trockenfäule in der Praxis noch bis heute nachgewirkt und dazu geführt, eine gewisse Vorsicht hinsichtlich der Deckung der nicht geringen Kalkansprüche der Rüben walten zu lassen. Die vorliegenden Untersuchungen haben aber erneut gezeigt, wie wichtig eine ausreichende Kalkversorgung der Rüben ist und daß man der Gefahr der Herz- und Trockenfäule nicht durch Vernachlässigung der Kalkversorgung begegnen kann.

#### S u m m a r y

Investigations and experiments about the girdle scurf of beets resulted, that it is not a disease produced by *Streptomyces spec.* but that the primary cause may be searched especially in acid reaction of the soil in connection with gifts of physiological acid fertilizers. The disease is favoured by plentiful water in soil and by abundant quantities of fertilizers in particular of nitrogen.

#### L i t e r a t u r

- B ö n n i n g, K., Der Einfluß der Mineralsalzernährung sowie von zusätzlichen Gaben verschiedener Metallsalzen auf das Auftreten von Bormangelerscheinungen an Rüben. — Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 68. 1961, 569—574.
- F r a n k, A. B., Der Gürtelschorf der Zuckerrüben. — Bl. Zuck.rübenb. 1899, 353—356.
- H o f f m a n n, G. M., Über den Gürtelschorf und Rübenschorf der Zuckerrüben. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Berlin, N. F. 10. 1956, 162—165.
- K r ü g e r, F., Untersuchungen über den Gürtelschorf der Zuckerrübe. — Arb. Biol. Reichsanst. 4. 1905, 254—318.
- M a l m u s, N., Gürtelschorfartige und andere auffälligere Krankheitserscheinungen am Rübenkörper. — Pflanzenschutz 10. 1958, 54—57.

## Resistenz gegen Pflanzenschutzmittel

Vorsitz: *Steiner* (Braunschweig)

### K. MAYER,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Zoologie, Berlin-Dahlem

### Die Resistenz gegen Pflanzenschutzmittel

Vor 60 Jahren wurden in den USA die ersten Resistenzerscheinungen gegen Pflanzenschutzmittel beobachtet. Stämme der eingeschleppten San José-Schildlaus *Quadraspidiotus perniciosus* hatten in einigen Gärten Resistenz gegen Schwefelkalkbrühe entwickelt, die 1908 entdeckt wurde. In den folgenden 3 Jahrzehnten wurden Resistenzentwicklungen bei 11 Insekten und Acariden festgestellt, bis im Jahre 1946 die ersten DDT-R\*) Stubenfliegen in Nordschweden auftraten (8). Das erst wenige Jahre als Bekämpfungsmittel verwendete DDT wurde bald als ideales Universalinsektizid erkannt und daher uneingeschränkt gegen Schädlinge aller Art eingesetzt. Mit ihm begann eine neue Periode der Schädlingsbekämpfung, die mit der Ausweitung von Bekämpfungsmaßnahmen durch neu entwickelte synthetische Präparate und der Verbesserung der technischen Anwendungsv erfahren eine Selektion widerstandsfähiger Insektenstämme begünstigte. Auf der 30. Deutschen Pflanzenschutztagung in Bad Neuenahr im Jahre 1954 gab *Wiesmann* (61) einen Überblick über den Stand der Insektizidresistenzforschung, nach dem 62 Arten Resistenz gegen die synthetischen Insektizide entwickelt hatten. Nach neuesten Untersuchungen aus dem Jahre 1967 wurden bereits 224 resistente Arten bei Insekten und Milben festgestellt, unter denen 127 als Schädlinge an Kulturpflanzen und Vorräten auftreten.

In den folgenden Ausführungen wird Resistenz — nach der Definition der FAO — als Abnahme der Empfindlichkeit in der Population eines Schadorganismus gegen Pflanzenschutz- oder Bekämpfungsmittel angesehen, die sich bei ihrer Anwendung entwickelt hat. Dabei ist jedes natürliche Widerstandsvermögen von der Betrachtung ausgeschlossen, das durch das Verhalten und die Physiologie normaler Populationen bedingt ist (18).

Der Resistenzbeginn wird im Freiland zunächst am Versagen der zur Bekämpfung üblichen Aufwandmengen der Präparate festgestellt. Doch ist dies nicht sicher, da Mißerfolge auch bei fehlerhafter Anwendung, mangelhaften Präparaten und ungünstigen Witterungsbedingungen auftreten (43). Außerdem kann eine nur scheinbare Resistenz vorliegen, die durch eine Repellententwicklung der Bekämpfungsmittel bedingt ist (26). Über einen anderen Fall wird Herr *Kloft* später (S. 163) berichten.

In diesem Zusammenhang sei auch auf Unterschiede der DDT-Empfindlichkeit bei *Leptinotarsa decemlineata*, *Doralis fabae* u. a. hingewiesen, die mit unterschiedlich belichteten oder gedüngten Wirtspflanzen ernährt wurden. Die hierdurch ausgelösten Veränderungen des Hämolymphepigments standen in direkter Beziehung zur Empfindlichkeit der Tiere gegen DDT und lassen eine Kopplung des Pigmenthaushaltes und der Toleranz gegen Insektizide erkennen (52). Beobachtungen an *Tetranychus urticae* zeigen ebenfalls eine Beziehung der Pig-

\*) R = resistente.

mente zur Widerstandsbildung (21). Sie wird aber nicht als Resistenz im eingangs erwähnten Sinn angesehen, da die Toleranzerhöhungen nicht als Folgen wiederholter Anwendung von Bekämpfungsmitteln auftreten.

Außerdem sei hier noch auf die Möglichkeit der Entstehung einer Unempfindlichkeit hingewiesen, die durch den Abbau von Insektiziden durch Bewohner der Darmflora oder Symbionten bedingt ist. So konnten bei *Stomoxys calcitrans* DDT-R Stämme beobachtet werden, bei denen ein Entgiftungsmechanismus nicht nachzuweisen war. Doch wurden in den Exkrementen der Fliegen Bakterien aus der Darmflora festgestellt, die bei O<sub>2</sub>-Mangel DDT fast vollständig in ungiftige Metabolite umwandeln konnten (57). Ähnliche Untersuchungen liegen über den extrazellulären Symbionten *Pseudomonas melophthora* der Apfelfliege *Rhagoletis pomonella* vor, der imstande ist, Dieldrin, Dichlorvos, Diazinon, Parathion, DFP und Carbaryl so stark abzubauen, daß die Möglichkeit einer erhöhten Widerstandsbildung durch die Fähigkeiten des Symbionten nicht ausgeschlossen werden kann (6).

Noch zu erwähnen ist hier der Abbau von Insektizidbelägen durch Mikroorganismen zu nichttoxischen Metaboliten, wie er bei DDT durch *Fusarium oxysporum* nachgewiesen wurde (16).

Echte Resistenz entsteht im Gegensatz zu den eben erwähnten Fällen bei der überwiegenden Mehrzahl der Arthropoden, von wenigen Ausnahmen abgesehen (11), durch Praeadaptation. Hierbei werden durch die häufige Anwendung von Pflanzenschutzmitteln Individuen selektiert, die infolge bereits vorhandener Erbfaktoren toxische Einwirkungen durch besondere Verhaltensweisen oder spezifische physiologische Mechanismen zu überstehen vermögen.

Die Verhaltensresistenz besteht in der Selektion ethologischer Unterschiede, die in Normalpopulationen auftreten. So können unter dem Einfluß von Insektiziden Populationen, die in bewohnten Räumen auftreten, ihr Verhalten ändern und vorwiegend exophile Stämme entwickeln, die durch ihre Lebensweise den Kontakt mit den Insektiziden vermeiden (5). Stubenfliegen können sich durch Änderung der Präferenz für Temperaturen, Luftbewegungen und visuelle Reize den je nach der Art der Bekämpfungsverfahren dargebotenen Insektiziden entziehen (36). Anders verhält es sich bei Tieren, deren Hyperirritabilität einen längeren Kontakt mit der Insektizid-behandelten Fläche ausschließt, wie sie bei *Anopheles* festgestellt wurde. Bei Stubenfliegen wurde nach Kontakt mit DDT-Flächen ein verfrühtes knock-down festgestellt. Dieses durch ein Gen gesteuerte Verhalten verhindert die Aufnahme einer letalen Dosis und wird damit zu einer Schutzbetäubung.

Die Vigortoleranz wird durch sekundäre biochemische Mechanismen verschiedener Art ausgelöst und bedingt eine relativ niedrige unspezifische Widerstandserhöhung, die nicht mit einer Toleranz gegen alle Insektizide verbunden sein muß (31). An ihrer Entstehung sind viele Genkombinationen beteiligt, die unter anderem eine geringere Penetrabilität der Kutikula, gesteigertes Speichere- und Ausscheidungsvermögen bewirken (23).

Die physiologische Resistenz besteht in dem Vermögen der Organismen, den Zugang letaler Stoffe oder Konzentrationen zu den Wirkungsorten zu unterbinden. Dabei sind nicht nur Abbaumechanismen beteiligt, sondern auch Regulationsprozesse, die sowohl die Penetration in die Nervengewebe sowie den Transport in ihnen steuern und damit die Geschwindigkeit der Akkumulation

kritischer Mengen beeinflussen (58, 61). Bei geringen Abbauleistungen entscheiden daher die Regulationsmechanismen über die Größe des Widerstandsvermögens. Daneben sind auch eine Reihe physiologischer Faktoren wirksam, die bereits bei der Vigortoleranz erwähnt wurden.

Bei der DDT-Gruppe wird am häufigsten die Dehydrochlorierung beobachtet. Sie erfolgt durch Enzyme, DDT-asen, deren Wirkungsweise bei den verschiedenen Arten abweicht und strukturelle Unterschiede vermuten läßt. Auch die biologische Oxydation wurde nachgewiesen (7). Bei der Cyclodien-Gruppe sind Entgiftungsmechanismen durch Enzyme festgestellt worden, deren Bedeutung für die Resistenz noch weitgehend ungeklärt ist. HCH-R-Insekten nehmen eine geringere Menge der Verbindungen auf, als N\*)-Tiere und entgiften sie schneller zu ungiftigen Metaboliten. Jedoch scheint die Stärke ihres Widerstandsvermögens in der Verminderung der Empfindlichkeit im Zentralnervensystem zu liegen. Außerdem ist bei beiden Gruppen eine verminderte Absorption durch die Kutikula und den Verdauungstrakt, Ansteigen des Lipoidgehaltes und damit erhöhtes Speichervermögen sowie erhöhte Exkretion der unveränderten Insektizide bei R-Stämmen ausgeprägt (7). Die Resistenz gegen organische Phosphorverbindungen (OP) ist hauptsächlich durch Esterase-Enzyme bedingt, die das Insektizid durch Hydrolyse entgiften. Enzymatische Oxydation erhöht die toxische Wirkung, so daß die Resistenz durch überwiegende Bildung von Hydrolasen gefördert wird (34). Abweichend davon verläuft der Mechanismus bei der Entstehung Malathion-R Insektenstämme. Die Carbamat-Resistenz ist relativ wenig untersucht. Sie beruht auf der Esterase-Entgiftung, die auch die vielen Erscheinungen der Kreuzresistenz mit Organophosphaten verständlich macht. Doch sind noch andere Mechanismen zu vermuten, deren Natur unbekannt ist (10).

Die verschiedenen Resistenzmechanismen, die bei den einzelnen Arten unter dem Selektionsdruck eines bestimmten Insektizids vorherrschen, haben zur Folge, daß die Tiere auch gegen Verbindungen widerstandsfähig werden, die mit dem angewandten Mittel chemisch verwandt sind. Diese durch pleiotrope Geneffekte oder Genkoppelungen bedingte Wirkung wird als Kreuzresistenz bezeichnet. So entwickelten *Blattella germanica*-Stämme, die gegen Chlordan resistent wurden, auch eine Widerstandsfähigkeit gegen Dieldrin, Aldrin, Heptachlor, aber auch gegen Telodrin. Doch tritt diese Koppelung nicht immer ein, wie bei einem Malathion-R Stamm, der keine Kreuzresistenz gegen andere OP-Verbindungen aufwies. Da die Resistenz durch ein Enzym bedingt ist, das Malathion an der Carboxyester-Bindung entgiftet, kann mit anderen Verbindungen, die diese Struktur nicht aufweisen, auch keine Kreuzresistenz erwartet werden (28).

Dagegen wird diese durch eine Koppelung mit nicht verwandten Insektiziden festgestellt, wie bei einem DDT-R Stamm von *Blattella germanica*. Hier trat neben der erwarteten Widerstandsfähigkeit gegen Methoxychlor auch völlig unerwartet die Resistenz gegen Carbaryl auf, obwohl das Tier nie diesem Carbamat ausgesetzt worden war. Da eine Entgiftung ausgeschlossen ist, wird eine schnelle Exkretion des Insektizids vermutet. Die Beispiele erläutern, daß erst eine genaue Kenntnis der verschiedenen Resistenz-Mechanismen und ihrer genetischen Grundlagen Aufschluß über das Phänomen der Kreuzresistenz geben kann. Hierunter aber fallen nicht die Fälle von Beobachtungen, nach denen Feldpopulationen durch Wechsel der Insektizidgruppe gegen verschiedene Insektizide widerstandsfähig wurden (28).

\*) N = Normal.

Neben den Erscheinungen der Kreuzresistenz sei auch auf die „durch Resistenz induzierte, erhöhte Empfindlichkeit“, kurz *negative Kreuzresistenz*, hingewiesen (2). Sie besteht darin, daß die Widerstandsfähigkeit gegen einen Wirkstoff mit einem Anstieg der Empfindlichkeit gegen andere verbunden ist. So wurde in Japan bei Versuchen mit *Drosophila melanogaster* im Phenylthioharnstoff eine Verbindung gefunden, der gegenüber DDT-R Tiere hochempfindlich waren. Umgekehrt waren Phenylthioharnstoff-R Stämme sehr anfällig gegen DDT. Bei DDT-R Stubenfliegen tritt aber die negative Korrelation zu diesem Wirkstoff nicht auf (3). In Untersuchungen mit einem akariziden Carbamat, das als vorläufigen Commonname die Bezeichnung Formetanat trägt, waren bei *Tetranychus urticae* die Tiere eines OP-R Stammes wesentlich empfindlicher als N-Tiere. Diese Wirkung läßt auf eine durch Resistenz erzeugte Empfindlichkeitssteigerung schließen (56). Ähnliche Beobachtungen wurden bereits mit anderen Insektiziden bei verschiedenen Arten gemacht. Da diese Wirkung aber nicht bei allen Populationen eintrat, könnte erst eine genetische Analyse darüber Klarheit verschaffen, ob eine negative Korrelation vorliegt (10).

Nach den bisher vorliegenden genetischen Untersuchungen an Insekten und Milben wird die Resistenz meist durch ein einziges Gen bewirkt. So sind unter den verschiedenen Resistenztypen bisher als monofaktoriell nachgewiesen: für DDT 13, für Dieldrin 19, für Organophosphate 6, für Carbamate 2 Arten und für HCN eine Spezies. Mehrere Gene vererben die Arsen-R und niedrige Toleranzen gegen Carbamate, Malathion und DDT. Bei der monofaktoriellen Vererbung sind die Gene für Carbamat-R sowie OP-R dominant und die für Dieldrin-R mit Ausnahme einer Art intermediär, während bei der DDT-R neben dominanten und intermediären auch rezessive Gene vorkommen. Die Wahrscheinlichkeit der Resistenzentstehung ist bei dominanten Allelen größer, da die Heterozygoten die empfindlichen Homozygoten überleben. Beide werden jedoch vernichtet, wenn die Allele rezessiv sind.

In vielen Fällen, wie z. B. bei Drosophiliden, ist die Lage der R-Gene auf den Chromosomen bekannt. Doch können selbst bei monofaktorieller Resistenz in der gleichen Art verschiedene R-Typen ausgebildet sein. So ist bei *Tetranychus pacificus* die monofaktorielle OP-R entweder durch Entgiftung oder eine unempfindliche Cholinesterase möglich (9). Sehr verwickelte Vererbungsformen wurden bei der Stubenfliege festgestellt. So tritt die DDT-R auf, wenn entweder bei den Homozygoten das knock-down-Gen, das die Nervensensibilität bestimmt, vorhanden ist oder bei den Heterozygoten das gleiche Gen mit einem DDT-ase-Gen niedriger Aktivität gekoppelt ist, das allein keinen wesentlichen R-Grad bewirkt. Die DDT-ase-Wirkung wird durch den knock-down-Mechanismus erhöht, da er die Zeit, in der das DDT toleriert werden kann, bis zur völligen Entgiftung verlängert (7). Die negative Korrelation zu Phenylthioharnstoff (PTH) bei DDT-R Drosophiliden ist an ein einziges Gen gebunden, das in der DDT-Allele Resistenz und PTH-Empfindlichkeit, in der N-Allele PTH-R und DDT-Anfälligkeit auslöst (3). Während einige Biotypen, Subspezies oder Spezies zur Resistenzbildung neigen, sind andere dazu nicht in der Lage. So können empfindliche Arten durch resistente verdrängt werden (9).

Die Entwicklung der DDT-R erfolgt erst nach einer Reihe von Generationen und dauerte z. B. bei der Stubenfliege *Musca domestica* im Mittelmeergebiet 2 Jahre. In der CSSR wurden beim Kartoffelkäfer *Leptinotarsa decemlineata*

erst 1965 DDT-R Populationen in den wärmeren Gegenden der Süd-Slowakei festgestellt, in denen der Käfer 2 vollständige Generationen ausbildet (32). Über das Auftreten der Resistenz des gleichen Schädling in Österreich wird Herr Beck berichten (S. 160). Die Dieldrin-R entwickelt sich dagegen sehr schnell und trat bei *Anopheles gambiae* in Nigeria bereits nach 6 Monaten auf. Bei Carbamaten und Organophosphaten wird sie wieder erst nach einer größeren Zahl von Generationen beobachtet. So entwickelte sich im Labor die OP-R bei Stubenfliegen erst nach 100 Generationen (9).

Die Stämme entstehen zunächst nur an einer eng begrenzten Stelle, wie bei der Dieldrin-R von *Diabrotica virgifera* in Nebraska. Von dort aus verbreitete sie sich im Laufe von 5 Jahren über 7 Staaten. Sie gewinnt auch sehr schnell an Raum, wenn sich, wie bei der Erdbeerlaus *Chaetosiphon fragaefolii*, die Arten durch apomiktische Parthenogenese vermehren (55).

Mit der Entwicklung der Resistenz sind häufig auch phänotypische Veränderungen zu beobachten, die zu einer Verlängerung der Entwicklungsdauer, Verminderung der Vitalität und Vermehrungsfrequenz führen (5). Untersuchungen bei *Tetranychus urticae* haben aber gezeigt, daß bei reresistenten Populationen keine Unterschiede zur N-Population zu verzeichnen sind (33). Bei OP-resistenten *Myzus persicae* war sogar eine doppelt so hohe Vermehrungsquote wie bei einem empfindlichen Stamm zu beobachten (4). Nur selten sind morphologische Eigenschaften mit R-Genen gekoppelt, wie Rotäugigkeit bei einem DDT-R Fliegenstamm (40) oder die Ausbildung von Ballonflügeln bei DDT-R *Blattella germanica* (13).

Inzwischen konnte auch Resistenz bei Parasiten und anderen Insekten nachgewiesen werden. Die Schlupfwespe *Macrocentrus ancylivorus*, ein Parasit des Pfirsichtriebbohrers *Grapholita molesta*, entwickelte eine hohe Toleranz gegen DDT, und die Schlupfwespe *Bracon mellitor*, ein Parasit von *Anthonomus grandis*, sogar gegen Carbaryl, Methyl-Parathion, DDT und Toxaphen (1). Ebenso wurde Resistenz gegen Parathion bei der Raubmilbe *Typhlodromus occidentalis* (10) festgestellt.

Bei der Untersuchung von Ephemeriden in New Brunswick (USA), wo über 8 Jahre Bekämpfungen gegen den Tannentriebwickler *Choristoneura fumiferana* durchgeführt worden waren, wurde eine hohe Toleranz gegen DDT bei den Arten *Heptagenia hebe* und *Stenonema fusca* nachgewiesen (27). Ähnliche Erscheinungen wurden auch bei der Honigbiene gegen DDT beobachtet (10).

Toleranzerscheinungen gegen Gase traten zuerst in Kalifornien nach Baumgasungen mit HCN bei den Schildläusen *Saissetia oleae*, *Aonidiella aurantii* und *Coccus pseudomagnoliarum* auf (8). In Versuchen mit dem Kornkäfer *Sitophilus granarius* wurde eine steigende Toleranz gegen Methylbromid erzielt, die mit einer größeren Widerstandsfähigkeit infolge Vigortoleranz gegen HCN, Acrylnitrit, Äthylenoxid, Chlorpicrin, Phosphorwasserstoff und Äthylendibromid verbunden war (45). Auch bei Versuchen mit dem Reiskäfer *Sitophilus oryzae* wurde nach der Selektion mit Schwefelkohlenstoff eine erhöhte Toleranz festgestellt (35). Obgleich Gase in größerem Umfang zur Bekämpfung von Vorratschädlingen angewendet werden, konnten — mit Ausnahme einer Resistenz gegen das Gasgemisch Tetrachlorkohlenstoff und Dichloraethan bei dem Getreideplattkäfer *Oryzaephilus surinamensis* (18) — noch keine ähnlichen Beobachtungen in der Praxis gemacht werden. Sie sind nur dann zu erwarten, wenn häufige Teilgasungen durchgeführt werden.

Zur Bekämpfung resistenter Insekten werden den Insektiziden Synergisten beigegeben, die im Entgiftungsmechanismus der R-Insekten die Abbauenzyme hemmen, so daß die Mittel wieder ihre volle Wirkung erlangen. Doch haben Untersuchungen gezeigt, daß DDT-R Stubenfliegen auch gegen DDT-Gemische mit den Synergisten WARF oder DMC widerstandsfähig geworden sind (44). In Versuchen mit einem DDT- und Diazinonresistenten Stamm entwickelte sich unter Selektionsdruck von DDT + WARF eine Kreuzresistenz gegen das Gemisch und eine erhöhte Resistenz gegen DDT, Diazinon, Malathion, Ronnel, Dimethoat, Isolan, Dimetilan und Pyrethrine (19).

In Selektionsversuchen konnte auch erhöhte Toleranz gegen die Chemosterilantien Apholat, Metepa und Hempa bei *Aedes aegypti* sowie gegen Metepa bei *Musca domestica* beobachtet werden, die sich in der Verminderung ihres Sterilisationseffektes auswirkt (10). Bei *Aedes aegypti* war bei einer Apholat-Exposition der Larven in der 43. Generation eine 25fache Toleranzerhöhung gegen Apholat und eine Kreuzresistenz gegen Tepa und Metepa nachzuweisen (47). Auch die Selektion mit einem Endotoxin-Präparat von *Bacillus thuringiensis* führte bei *Musca domestica* nach 30 Generationen zu einer Resistenz, die bei fehlendem Selektionsdruck nur wenig zurückging (38). Wenn es sich hierbei auch nur um Laboruntersuchungen handelt, so zeigen die Ergebnisse, daß, wie bei den Insektiziden, nach längerer Anwendung dieser Mittel im praktischen Einsatz Mißerfolge zu erwarten sind.

Seit einigen Jahren wird über Toleranzsteigerungen bei Ratte und Hausmaus gegen verschiedene Rodentizide, wie Antu und Zinkphosphid berichtet, die vermutlich neben anderen Faktoren auch den Wechsel der anerkannten Präparate in den verschiedenen Jahren bei der Mittelprüfung in der Bundesrepublik bewirkt haben (51). In Laborversuchen hatten Verfütterungen subletaler Dosen von Norbormid und Endrin bei der Wanderratte *Rattus norvegicus* Toleranzsteigerungen gegen diese Präparate zur Folge. Zum ersten Mal konnten im Jahre 1958 in Schottland und später in England, Wales sowie in Dänemark Populationen von Wanderratten beobachtet werden, die eine echte Resistenz gegen Koagulantien entwickelt haben. Sie traten zuerst in einigen Bauernhöfen auf, in denen große Mengen von Warfarin zur Rattenbekämpfung angewendet wurden. Die Resistenz wird vererbt, doch sind die genetischen und physiologischen Grundlagen noch nicht geklärt. Wohl aber sind Unterschiede bei Ratte und Hausmaus zu vermuten. In England wird bei Ratten als Erbfaktor ein einziges dominantes autosomales Gen angenommen. Die Resistenz wird aber sicher nicht durch ein die Antikoagulantien abbauendes Enzym bedingt. Vermutlich sind an ihrer Entstehung Regulatoren beteiligt, die den Prothrombin- und Vitamin K-Stoffwechsel steuern. Sie erstreckt sich nach den Untersuchungen auf Warfarin, Dicumarol, Cumachlor, Chloradion, Diphacin und Phenylindandion. In England erfolgt die jährliche Ausbreitung etwa in einem Radius von 4,6 km. In Feldversuchen geht die Resistenz zurück, wenn der Selektionsdruck durch Koagulantien 2–3 Jahre aufhört und akute Gifte zur Bekämpfung verwendet werden. Nach Laborversuchen mit gemischten Populationen resistenter und empfindlicher Ratten vermindert sich der Anteil der resistenten Tiere um 78 % in 4 Jahren, da die Selektion die empfindlichen Tiere begünstigt (41).

In Untersuchungen zur Aufklärung von Fehlschlägen durch Fungizide bei der Bekämpfung des Weizensteinbrandes *Tilletia tritici* wurden zunächst Re-

sistenzunterschiede der Erregerassen gegen Quecksilberverbindungen vermutet (46), die aber später nicht bestätigt werden konnten (54).

In den Jahren 1958–1960 gewann in Kalifornien die Entstehung Diphenyl-R Stämme bei dem Erreger einer Fruchtfäule *Penicillium digitatum* größere wirtschaftliche Bedeutung. Bei Untersuchungen der Läger, in denen die Behandlung der Citrusfrüchte erfolgte, wurden 14–18 % resistente Sporen gefunden, während der Anteil sonst nur 0,5 % ausmachte (30). Aus Australien wurde 1965 über eine hohe Feld-Toleranz gegen Hexachlorbenzol bei *Tilletia foetida* berichtet. Bei Untersuchungen der Isolate von *Rhizoctonia solani* aus Baumwollbeständen wurde eine hohe Toleranz gegen Captan, Dichlone, Maneb, Pentachlornitrobenzol und Thiram festgestellt (25). Auch wurde Feldresistenz gegen Quecksilber- und Cadmiumverbindungen bekannt. Allgemein ist jedoch die Fungizid-Resistenz bisher nur von geringer Bedeutung (14).

Aus zahlreichen Untersuchungen geht hervor, daß durch Kultur phytopathogener Pilze in fungizidhaltigen Medien bereits bei vielen Arten resistente Stämme gewonnen wurden. Dabei konnte auch die Kreuzresistenz nachgewiesen werden. Bei Mutanten von *Hypomyces (Fusarium) solani* f. *cucurbitae* wurde Toleranz gegen Nitrobenzole und Nitroaniline, gegen Diphenyl und verschiedene Diphenyl-Derivate sowie gegen Naphthalin und Acenaphthen festgestellt (25). Bei *Piricularia oryzae*, dem Erreger der Brusone-Krankheit am Reis, erstreckt sich die Resistenz gegen Quecksilberphenylacetat auch auf andere Quecksilberverbindungen (62).

Die Resistenz gegen die Mehrzahl der im Pflanzenschutz angewandten Fungizide ist noch verhältnismäßig wenig untersucht. Doch sind zwei Mechanismen von besonderer Bedeutung: die Undurchlässigkeit der Zellwände für Fungizide und die enzymatische Entgiftung (25).

Metallische Gifte und viele organische Fungizide sind unspezifische Enzymblocker, gegen die Resistenz nur schwer erworben wird. Viel schneller entwickelt sich eine Toleranz gegen aromatische organische Verbindungen, wie Diphenyl und Parachlornitrobenzol, sowie gegen eine Reihe anderer Verbindungen, die spezifisch in den Enzymstoffwechsel eingreifen. So ist bei *Cladosporium cucumerinum* die Resistenz gegen 6-Azauracil durch das Unvermögen des Pilzes bedingt, das Fungizid in die physiologisch aktive Form zu verwandeln (14).

Bei den Fungiziden ist sowohl die genetische wie die nichtgenetische Entwicklung der Resistenz verbreitet, wobei letztere durch das Mittel induziert wird. Es sei hier nur erwähnt, da bei Insekten diese Möglichkeit stark umstritten ist. Außerdem wird die Entstehung von Mutationen gerade bei der Anwendung einiger aromatischer organischer Verbindungen angenommen (25).

Durch genetische Untersuchungen bei *Hypomyces (Fusarium) solani* konnten bisher für die Steuerung der Toleranzentwicklung gegen Verbindungen mit einem Benzol-, Diphenyl- oder Naphthalinrest fünf Chromosomenloci, jeder mit zwei Allelomorphen, festgestellt werden (24).

In diesem Zusammenhang sei auf die Pathogenitätsverluste hingewiesen, die vielfach infolge der Pleiotropie der R-Gene beobachtet werden. Sie sind mit einer Ursache, daß die Fungizid-Resistenz nur schwer zu beobachten ist. So verlieren Isolate von *Venturia inaequalis* durch das Antimycin-A-R-Gen völlig die Pathogenität für Äpfel. Dagegen bleiben Stämme von *Botrytis allii*, die gegen chlo-



rierte Nitrobenzole resistent sind, ebenso pathogen bei Zwiebeln wie ihre Parentalstämme. Eine Verallgemeinerung ist daher unzulässig.

Streptomycin-Resistenz konnte in Laborversuchen bisher beim Erreger der Wildfäule *Pseudomonas tabaci* und der Tomatenschorffleckigkeit durch *Xanthomonas vesicatoria* (59) sowie bei einer durch *Erwinia amylovora* verursachten Krankheit des Apfels beobachtet werden (17).

Diese wenigen Beispiele lassen erkennen, daß dem Pflanzenschutz aus der permanenten Anwendung von Fungiziden und Antibiotika neue Probleme entstehen können.

Auch bei Herbiziden wurde nach häufiger Anwendung eine Selektion resistenter Rassen nachgewiesen, die aber erst nach längerem Zeitraum eintrat. Bei einem langjährigen Dauerversuch, der 1947 im Grünland bei Hohenheim angelegt wurde, erfolgte eine Behandlung des Scharfen Hahnenfußes (*Ranunculus acer*) mit erheblichen, die übliche Anwendungsmenge weit überschreitenden Mengen von 2,4-D. Wohl wurde im Laufe von 20 Jahren eine Verminderung, jedoch keine völlige Ausrottung festgestellt (49). Bei Herbizid-Versuchen mit Sämlingen von langjährig behandelten Mutterpflanzen zeigten diese im Vergleich mit Sämlingen aus bisher unbehandelten Mutterpflanzen nur 34,6 % abgestorbene Blüten gegenüber 42,9 % und 1 % abgetötete Pflanzen gegenüber 10 % (50). Amerikanische Untersuchungen an *Cirsium arvense* und *Convolvulus arvensis* ließen erhebliche Toleranzunterschiede gegen 2,4 D bei verschiedenen Herkünften und Stämmen erkennen (29). Auch in Ungarn wurden Widerstandserhöhungen bei *Bolboschoenus maritimus* gegen 2,4-D und bei *Amaranthus angustifolius*, *A. retroflexus*, *Rubus caesius* var. *agrestis* u. a. gegen Atrazin und Simazin beobachtet (59). Ebenso liegen aus Nord- und Südamerika Meldungen über Resistenzerscheinungen bei verschiedenen Arten gegen 2,4-D, Dalapon und Triazine vor (17).

Eine Selektion auf Herbizidresistenz wird am ehesten bei kurzlebigen annualen Arten zu erwarten sein, die womöglich 2 Generationen im Jahr haben. Auch bei resistenten Mutterpflanzen ist mit einer Selektion zu rechnen, wenn die Samen durch Fremdbefruchtung in bezug auf Resistenz heterozygot sind und die heranwachsenden Jungpflanzen durch die Herbizidanwendung selektiert werden (50). Auf die allgemeinen Grundlagen zur Beurteilung der Resistenz bei Pflanzen gegen Pflanzenschutzmittel wird Herr Heidenreich näher eingehen (S. 158).

Nach diesem Überblick über die Entstehung der Resistenz erscheint es notwendig, einige Betrachtungen ihrer Beständigkeit im Feldbestand zu widmen, wenn die Behandlung mit den resistenzauslösenden Mitteln abgebrochen wird. Da Beobachtungen hierüber nur bei einigen Insekten vorliegen, seien kurz die Ergebnisse bei der am besten untersuchten Stubenfliege erwähnt.

Bei Anwendung von chlorierten Kohlenwasserstoffen in Dänemark entwickelte sich innerhalb von 2–3 Jahren eine hohe Resistenz gegen DDT, HCH und Chlordan sowie Dieldrin. Nachdem sie durch OP-Verbindungen, Pyrethrum u. a. ersetzt wurden, sank die Resistenz auf ein Stadium, in dem hochresistente neben intermediären und empfindlichen Individuen auftraten. Wurde nach 4–8 Jahren die Bekämpfung wieder mit DDT oder Chlordan durchgeführt, war der Erfolg nur gering, und bereits nach 1–2 Generationen war die Hauptmenge der Fliegen wieder hochresistent. Noch 19 Jahre nach der Anwendung von DDT ist auf allen

Bauernhöfen, in denen DDT-R nachgewiesen wurde, ein beachtlicher Prozentsatz resistent. Dies läßt erkennen, daß die Widerstandsfähigkeit gegen ein Insektizid um so beständiger ist, je länger der Selektionsdruck anhielt (37).

Eine Untersuchung bei Apfelwicklerpopulationen aus Gärten, in denen 4—9 Jahre DDT angewendet wurde, ergab, daß die Resistenz nach Aussetzen der Spritzungen nur sehr langsam und selbst nach 6—8 Jahren — entspr. 12—16 Generationen — nicht vollständig zurückging. Bei Stubenfliegen hielt sich der Anteil resistenter Tiere über 66 Generationen. Die Parathion-Resistenz beim Rice stem borer *Chilo suppressalis* ist offenbar sehr wenig stabil, da ein Rückgang bereits nach wenigen Generationen erfolgt. Hiernach scheint die Dauer der Resistenz von der Art des angewandten Insektizides abhängig zu sein, doch ist sie gewöhnlich bei den Cyclodien-Verbindungen besonders anhaltend (37). Bei Spinnmilben der Art *Tetranychus urticae* ist die Wiedergewinnung der Resistenz gegen TEPP abhängig vom physiologischen Zustand der Wirtspflanze. Mit einem Rückgang der revertierten Stämme ist jedoch kaum zu rechnen, da sie die gleiche Vitalität wie empfindliche Milben besitzen (33).

Über die Stabilität der Toleranz gegen Fungizide liegen aus dem Freiland keine Beobachtungen vor. Nach Laboruntersuchungen ging in fungizidfreiem Medium die Resistenz gegen Hg bei *Piricularia oryzae* (62) und bei *Rhizopus stolonifer* gegen Dichloram (60) bereits nach 50 Tagen zurück, während bei *Botrytis allii* die Widerstandsfähigkeit gegen chlorierte Nitrobenzole sogar 18 Monate andauerte (48).

Dies bedeutet, daß durch die Entstehung resistenter Stämme die Maßnahmen des praktischen Pflanzenschutzes gefährdet sind, da die üblichen Aufwandmengen versagen. In der Mehrzahl der Fälle ist eine Erhöhung der Wirkstoffkonzentrationen aus hygienischen sowie allgemein biologischen Gründen nicht mehr möglich und darüber hinaus sehr unwirtschaftlich. Sie würde außerdem die fortschreitende Resistenz der Populationen fördern. Auch könnten sich die verschiedenen Bekämpfungsverfahren fördernd auf die Resistenzentwicklung auswirken (22), wenn man berücksichtigt, daß z. B. unter den Carbamaten neben Insektiziden auch Fungizide, Herbizide und Molluskizide vertreten sind. So wäre es durchaus denkbar, daß eine Herbizidanwendung nicht nur das Toleranzniveau von Insekten verändert, sondern auch die Verwendung zu ihnen in Kreuzresistenz stehender Verbindungen gefährdet. Somit hat Brown die gerade den Pflanzenschutz betreffende Situation zu Recht charakterisiert, wenn er sagt: „die Resistenz ist wirklich eine Einbahnstraße“ (37), auf der es kein Zurück gibt.

Dieser kurze Überblick läßt erkennen, daß die Organismenwelt resistente Formen bisher gegen die meisten Pestizide mit Ausnahme der Molluskizide und Nematizide entwickelt hat. Nach einem Bericht der FAO aus dem Jahre 1965 waren 446 Meldungen aus allen Erdteilen eingegangen, nach denen Widerstandserhöhungen bei Arthropoden, Nagetieren, phytopathogenen Mikroorganismen und Unkräutern gegen 110 verschiedene Pflanzenschutzmittel beobachtet worden sind. Wir dürfen daher nicht annehmen, daß es irgendwelche chemische Verbindungen gibt, gegen die Widerstandserhöhungen nicht möglich sind. Gegner des Chemischen Pflanzenschutzes benutzen das als Gegenargument, indem sie die Resistenz als Ausnahmeerscheinung hervorheben. Mit Recht sagt daher Richter (53), daß dies nicht zuträfe. „Im Gegenteil, eine Besonderheit wäre es, wenn wir mit Resistenzerscheinungen nicht zu rechnen hätten. Es handelt sich

dabei um einen ganz natürlichen Selektionsvorgang, der im Prinzip dem entspricht, der abläuft, wenn sich bei Krankheitserregern resistenzbrechende Rassen entwickeln, die dann abermals resistente Kulturpflanzenarten zu befallen vermögen.“

Um einer Resistenzbildung entgegenzuwirken, haben sich eine Reihe von Verfahren bewährt, die eine weitere Anwendung chemischer Bekämpfungsmittel ermöglichen (42). Hiernach sind insbesondere großflächige Behandlungen zu vermeiden und womöglich durch andere Verfahren zu ersetzen, wie sie sich z. B. bei der Reihenbehandlung gegen Wurzelfliegen bewährt haben. Außerdem ist von der Anwendung persistenter Mittel zugunsten nicht persistenter Abstand zu nehmen. Eine Anwendung von Gemischen nicht verwandter Pestizidgruppen ist jedoch nicht allgemein vorteilhaft, da nach Untersuchungen mit Insektiziden häufig die Resistenz durch Gemische früher entsteht, als wenn die einzelnen Insektizide nacheinander zur Anwendung kommen (9). Das gleiche gilt unter Berücksichtigung der Kreuzresistenz für den Toxinwechsel. Voraussetzung für die Anwendung bestimmter Präparate ist eine genaue Kenntnis der potentiellen Resistenz bei den auftretenden Populationen und ihrer Resistenzspektren, für deren Bestimmung eine Reihe von Verfahren entwickelt wurden (12).

Dabei erscheint es wichtig, darauf hinzuweisen, daß es unbedingt notwendig ist, in der Bundesrepublik hierfür eine Forschungsstelle auszubauen, um größeren wirtschaftlichen Verlusten vorzubeugen. Gibt es doch bereits Fälle, in denen bei Hauptschädlingen bestimmte Insektizide ganz versagen, wie z. B. in Japan HCH und Parathion zur Bekämpfung des wichtigsten Reisschädlings *Chilo suppressalis* (10). Noch stehen uns genügend Mittel und Verfahren zur Verfügung, um einer derartigen Entwicklung entgegenzuwirken.

Durch die Anwendung von Synergisten können Insektizide ihre volle Wirksamkeit gegen resistente Stämme wiedergewinnen (44). Darüber hinaus zeigen sich neue Wege für ihre Anwendung zur Verstärkung der natürlichen Abwehrkräfte in Pflanzen (15). Erfolgreich ist auch die Forschung bei der Entwicklung von völlig neuen chemischen Mitteln. Die Notwendigkeit dieser Entwicklung haben die vorstehenden Ausführungen gezeigt. Eine Verminderung der pestiziden Wirkstoffe, die von vielen Seiten gefordert wird, ist im Hinblick auf die Anwendung selektiv wirkender Präparate nicht möglich, da sie u. a. auch zur Erhaltung der natürlichen Feinde der Schädlinge beitragen.

Darüber hinaus ist die Bekämpfung resistenter Schädlinge durch den integrierten Pflanzenschutz zu nennen, der das folgende Referat von Herrn Steiner gewidmet ist.

Neue Möglichkeiten sind durch die Verwendung von Chemosterilantien, Sexualpheromonen und verschiedenen Insektiziden erschlossen worden, genetische Verfahren der Sterile-male-Technik und die Methode der zellplasmatischen Unverträglichkeit (39) haben z. T. bereits zu beachtlichen Erfolgen geführt.

Gewiß kann auch hier die Resistenz nicht völlig ausgeschaltet werden, da ja auch die Resistenzzüchtung und selbst die biologische Bekämpfung hiermit zu rechnen haben, wie die Resistenzbildung der großen Lärchenblattwespe gegen ihren Parasiten *Mesoleius tenthredinis* in England gezeigt hat (20).

Noch aber bedarf es intensiver Forschung und Förderung in enger internationaler Zusammenarbeit, um die zuletzt angedeuteten Wege dem praktischen Pflanzenschutz zum Wohle unserer Landwirtschaft dienstbar machen zu können.

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, allen Kollegen, die mich durch Literatur, Manuskripte und sonstige Hilfen bei der Zusammenstellung dieser Übersicht unterstützt haben, meinen besten Dank auszusprechen.

### S u m m a r y

During the past 60 years 224 species of insects and mites developed resistance to agricultural chemicals. According to FAO there are reports from all continents on the appearance of resistance in arthropods, rodents, plant pathogenic microorganisms, and weeds.

The various types of resistance and the mechanisms and genetic conditions of development, which so far were found with insecticides, fumigants, rodenticides, fungicides, and herbicides, are discussed in a general survey. Owing to the development of resistant strains of various organisms the actions in practical plant protection are severely endangered, especially in view of the fact that development of cross-resistance also calls into question the application of pesticides containing related compounds.

Finally methods are discussed which can be used against resistant populations of nuisible organisms.

### L i t e r a t u r

- (1) Adams, C. H., and Cross, W. H., Insecticide resistance in *Bracon mellitor*, a parasite of the boll weevil. — *J. econ. Ent.* 60. 1967, 1016–1020.
- (2) Ascher, K. R. S., Aufsuchung der „durch Resistenz induzierten, erhöhten Empfindlichkeit“ — eine neue Versuchsrichtung zur Bekämpfung der Resistenz gegen Insektizide. — *Arzneimittelforschung* 8. 1958, 771–773.
- (3) —, A review on “resistance-induced enhanced susceptibility“ in insects, with some notes on similiar phenomena (especially “collateral sensitivity“). — *Arzneimittelforschung* 10. 1960, 450–461.
- (4) Baerecke, M.-L., Resistenz von *Myzus persicae* Sulz. gegen E 605 und Metasystox. — *Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz* 69. 1962, 453–461.
- (5) Bielz, K., Erbliche Resistenz gegen Insektizide, nach Untersuchungen an Dipteren. — *Ent. Mitt. Zool. Staatsinst. Zool. Mus. Hamburg* 2 (38). 1962, 233–344.
- (6) Boush, G. M., and Matsumura, F., Insecticidal degradation by *Pseudomonas melophthora*, the bacterial symbiote of the apple maggot. — *J. econ. Ent.* 60. 1967, 918–920.
- (7) Brooks, G. T., Mechanisms of resistance to chlorohydrocarbon insecticides. — 6. Int. Pflanzenschutz-Kongreß, Wien, 1967, 30. (Abstracta) und Manuskript des Vortrages.
- (8) Brown, A. W. A., The challenge of insecticide resistance. — *Bull. Ent. Soc. Amer.* 7. 1961, 6–19.
- (9) —, Insecticide resistance — genetic implications and applications. — *World Rev. Pest Control* 6. 1967, 104–114.
- (10) —, Insecticide resistance comes in age. — *Bull. Ent. Soc. Amer.* 14. 1968, 3–9.
- (11) Busvine, J. R., Outstanding problems in the genetics of insecticide resistance. — *Proc. 12. Int. Congr. Entomol., London* 1964, 1965, 242–244.
- (12) —, Detection and measurement of insecticide resistance in arthropods of agricultural or veterinary importance. — *World Rev. Pest Control* 7. 1968, 27–41.
- (13) Cochran, D. G., Insecticide resistance factors and genetic linkage in *Blatella germanica* (Diptoptera). — *Proc. 12. Int. Congr. Entomol., London* 1964, 1965, 240.

- (14) Dekker, J., Development of resistance to fungicides. — I. Int. Congr. Phytopath., London 1968, Abstracts of Papers 43.
- (15) Dyte, C. E., Possible new approach to the chemical control of plant feeding insects. — *Nature*, London, 216. 1967, 298.
- (16) Engst, R., und Kujawa, W., Enzymatischer Abbau des DDT durch Schimmelpilze. — 6. Int. Pflanzenschutz-Kongreß, Wien, 1967, 218–219. (Abstracta), Mitt. G.D.Ch.-Fachgr. Lebensmittelchemie 22. 1968, 70.
- (17) FAO, Report of the First Session of the FAO Working Party of Experts on Resistance of Pests to Pesticides. Rome, 4–9 October, 1965. — FAO Meeting Rept. PL/1965/18. 1967, 1–106.
- (18) —, Report of the Third Session of the FAO Working Party of Experts on Resistance of Pests to Pesticides. Rome, 11–18 September, 1967. — FAO Meeting Rept. 1967, 1–20.
- (19) Forgash, J., WARF anti-resistant: DDT selection and house fly cross-resistance. — *J. econ. Ent.* 60. 1967, 1750–1751.
- (20) Franz, J. M., Biologische Schädlingsbekämpfung im Obstbau. — *Der Erwerbsobstbau* 4. 1962, 6–9.
- (21) Fritzsche, R., Das Problem der Resistenzbildung bei Milben und Insekten. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., N. F.*, Berlin, 21. 1967, 1–5.
- (22) Gasser, R., Use of pesticides in selective manners. — *Proc. FAO Symposium on Integrated Pest Control* 2. 1966, 109–113.
- (23) Georghiou, G. P., Genetic studies on insecticide resistance. — *Advances in Pest Control Res.* 6. 1965, 171–230.
- (24) Georgopoulos, S. G., Resistance to certain fungicides in fusarium. — *Mededel. Rijksfac. Landbouwwetenschap. Gent* 31. 1966, 889–894.
- (25) —, and Zaracovitis, C., Tolerance of fungi to organic fungicides. — *Ann. Rev. Phytopathology* 5. 1967, 109–130.
- (26) Godan, D., Über den Repellent- und Attraktiveffekt insektizider Pflanzenschutzmittel. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, Braunschweig, 10. 1958, 105–111.
- (27) Grant, C. D., and Brown, A. W. A., Development of DDT resistance in certain mayflies in New Brunswick. — *Can. Entomol.* 99. 1967, 1040–1050.
- (28) Grayson, J. M., and Cochran, D. G., The phenomenon of cross-resistance in insects. Empirical, theoretical and genetical considerations. — 6. Int. Pflanzenschutz-Kongreß, Wien, 1967, 40–42. (Abstracta) und Manuskript des Vortrages.
- (29) Großmann, F.-K., Einige Bemerkungen über die wirtschaftliche Bedeutung der chemischen Unkrautbekämpfung, über die Mittelresistenz verschiedener Unkrautarten und deren Einfluß auf die Entwicklung der Herbizide. — *Wiss. Ztschr. Univ. Rostock. Math.-Naturwiss. Reihe*, 15. 1966, 337–342.
- (30) Harding, P. R. jr., Assaying for biphenyl resistance in *Penicillium digitatum* in California lemon packing houses. — *Plant Dis. Rept.* 48. 1964, 43–46.
- (31) Hoskins, W. M., and Gordon, H. T., Arthropod resistance to chemicals. — *Ann. Rev. Entomol.* 1. 1956, 89–122.
- (32) Hůrková, J., DDT-resistance in the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in Czechoslovakia. — *Acta ent. bohemoslov.*, 65. 1968, 188–207.
- (33) Huwald, K., Resistenzentwicklung bei *Tetranychus urticae* Koch in Abhängigkeit von der Vorgeschichte der Population und dem physiologischen Zustand der Wirtspflanze. — *Ztschr. angew. Entomol.* 56. 1965, 1–40.
- (34) Jarczyk, H. J., Der Einfluß von Esterasen in Insekten auf den Abbau von Phosphorsäureestern der E 605-Reihe. — *Pflanzenschutz-Nachrichten „Bayer“* 1. 1966, 1–35.

- (35) K a m e l, A. H., and F a m, E. Z., The effect of carbon disulphide on the building up of resistant strains of *Sitophilus oryzae* L. — *Bull. Soc. Ent. d'Egypte* 46. 1962, 285–290.
- (36) K e i d i n g, J., Observations on the behaviour of the housefly in relation to its control. — *Riv. Parassitol.* 26. 1965, 45–60.
- (37) —, Persistence of resistant populations after the removal of the selection pressure. — *World Rev. Pest Control* 6. 1967, 115–130.
- (38) K r i e g, A., Neues über *Bacillus thuringiensis* und seine Anwendung. — *Mitt. Biol. Bundesanstalt, Berlin-Dahlem*, H. 125. 1967, 106 S.
- (39) L a v e n, H., Eradication of *Culex pipiens fatigans* through cytoplasmatic incompatibility. — *Nature, London*, 216. 1967, 383–384.
- (40) L i c h t w a r d t, E. T., A mutant linked of the DDT-resistance of an Illinois strain of house flies. — *Ent. exp., appl.* 7. 1964, 296–309.
- (41) L u n d, M., Resistance of rodents to rodenticides. — *World Rev. Pest Control* 6. 1967, 131–138.
- (42) M a y e r, K., Die Ursachen der Insektizidresistenz und Wege zu ihrer Verhütung. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig*, 11. 1959, 72–75.
- (43) —, Sources of failure in the application of pesticides. — Seminar on "Plant Protection and Pest Control" Berlin-Tegel, Deutsch. Stift. Entwicklunsl. 1962, 11 S.
- (44) M e t c a l f, R. L., Mode of action of insecticide synergists. — *Ann. Rev. Entomol.* 12. 1967, 229–256.
- (45) M o n r o, H. A. U., Insect resistance to fumigants. — *Pest Control* 32. 1964, 11–13 u. 26.
- (46) M ü l l e r, H., und S c h u h m a n n, G., Untersuchungen über die Ursachen von Beizfehlschlägen bei der Bekämpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia tritici* [Bjerk.] Winter). — *Phytopath. Ztschr.* 22. 1954, 305–326.
- (47) P a t t e r s o n, R. S., L o f g r e n, C. S., and B o s t o n, M. D., Resistance in *Aedes aegypti* to chemosterilants: Effect of apholate selection on resistance to apholate, tepa, and metepa. — *J. econ. Ent.* 60. 1967, 1673–1675.
- (48) P r i e s t, D., and W o o d, R. K. S., Strains of *Botrytis allii* resistant to chlorinated nitrobenzenes. — *Ann. appl. Biol.* 49. 1961, 445–460.
- (49) R a d e m a c h e r, B., Beobachtung in langfristigen Herbizidversuchen. — 6. Int. Pflanzenschutz-Kongreß, Wien, 1967, 377 (Abstracta) und Manuskript des Autors.
- (50) —, Gedanken zur Fortentwicklung der Unkrautforschung und Unkrautbekämpfung. — *Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz Sdrh.* IV, 1968, 11–22.
- (51) R e i c h m u t h, W., Forschung und Mittelprüfung an Nagetieren im Wohnbereich des Menschen. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig*, 19. 1967, 9–12.
- (52) —, Über Beziehungen zwischen Pigmentierung und Empfindlichkeit beim Kartoffelkäfer *Leptinotarsa decemlineata* Say. — *Ztschr. angew. Zool.* 54. 1967, 285 bis 296.
- (53) R i c h t e r, H., Phytopathologische Konsequenzen der sich ändernden landwirtschaftlichen Anbauverfahren. — *Neth. J. Pl. Path.* 73. 1967, Suppl. I, 81–96.
- (54) S c h u h m a n n, G., Stand und Entwicklung der Bekämpfung von Getreidekrankheiten durch Saatgutbehandlung. — *Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz* 74. 1967, 155 bis 167.
- (55) S h a n s k, C. H. jr., Resistance of the strawberry aphid to endosulfan in southwestern Washington. — *J. econ. Ent.* 60. 1967, 968–970.
- (56) S t e i n h a u s e n, W., Ein neues Akarizid zur Bekämpfung phosphorsäureester-resistenter Spinnmilben mit durch Resistenz erworbene höhere Empfindlichkeit. — *Ztschr. angew. Zool.* 55. 1968, 107–114.

- (57) Stenersen, J. H. V., DDT-metabolism in resistant and susceptible stable-flies and in bacteria. — *Nature, London*, 207. 1965, 660–661.
- (58) Topozada, A., and O'Brien, R. D., Permeability of the ganglia of the willow aphid, *Tuberolachnus salignus*, to organic ions. — *J. Insect Physiol.* 13. 1967, 941–954.
- (59) Ubrizsy, G., Probleme beim permanenten Gebrauch von chemischen Pflanzenschutzmitteln in Ungarn. — *Dt. Akad. Landw. Wiss. Berlin Tag.-Ber.* 62. 1964, 53–60.
- (60) Webster, R. K., Ogawa, J. M., and Moore, C. J., Occurrence and behavior of variants of *Rhizopus stolonifer* tolerant to 2,6-dichloro-4-nitroaniline. — *Phytopathology* 57. 1967, 835.
- (61) Wiesmann, R., Der heutige Stand des Insektizid-Resistenzproblems. — *Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem*, H. 83. 1955, 17–37.
- (62) Yoshii, H., Asada, Y., Kiso, A., and Tanabe, N., Studies on the drug resistance in plant pathogenic fungi against agricultural chemicals (I). On the drug resistance of blast fungus, *Piricularia oryzae*, against phenyl mercuric acetate. — *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 23. 1958, 215–218.

## H. STEINER,

Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart

### Das Problem der Insektizidresistenz im integrierten Pflanzenschutz

Das Problem der Resistenz von Schädlingen gegenüber Bekämpfungsmitteln ist eng mit der Entwicklung des integrierten Pflanzenschutzes verbunden. Massenvermehrungen von Schädlingen nach der Anwendung von Kontaktinsektiziden und danach das Auftreten resistenter Schädlingspopulationen in jenen Gebieten waren am Anfang der Fünfzigerjahre Anlaß zum Beginn unserer Arbeiten an einem Bekämpfungsverfahren, das man heutzutage mit dem nicht besonders schönen Ausdruck „integrierte Bekämpfung“ bezeichnet.

Das Ziel dieses Verfahrens ist bekanntlich, die mit den vorwiegend chemisch orientierten Bekämpfungsweisen verbundenen Schwierigkeiten zu überwinden: die Resistenzgefahr, rasche Massenvermehrung von Schädlingen, steigende Produktionskosten und die Rückstandsgefahr.

Spätestens beim Ausfall des letzten noch wirksamen Präparates wird das Interesse am integrierten Pflanzenschutz erwachen. Es wäre allerdings besser, sich dieses Verfahrens schon zu bedienen, bevor man in die Defensive gedrängt worden ist. Leider gibt es in der Bundesrepublik noch keine zentrale amtliche Stelle, die sich für die Erfassung der Resistenz zuständig fühlt. Es ist deshalb schwer, die Bedeutung des Resistenzproblems in unserem Land abzuschätzen.

Mehrjährige Erfahrungen haben gezeigt, daß die meisten Schädlinge des Apfels die wirtschaftliche Schadensschwelle viel seltener überschreiten, als bisher angenommen wurde. Diese Feststellung gilt besonders für den integrierten Pflanzenschutz, bei dem die notwendigen Bekämpfungsmaßnahmen möglichst so getroffen werden, daß sie nicht zu einer Begünstigung der späteren Vermehrung des zu bekämpfenden Schädlings oder anderer Schädiger führen. Natürlich sollte dieses Prinzip auch für alle Kulturmaßnahmen gelten.

Im Erwerbsobstbau ist noch immer der Apfelwickler (*Carpocapsa pomonella* L.) der Hauptschädling und der Apfelschorf (*Venturia inaequalis* Wint.) die wichtigste Krankheit. Erst nach dem zweiten Weltkrieg ist die Obstbaumspinnmilbe (*Panonychus ulmi* Koch) zu einem Schädling geworden, der wegen seiner ausgeprägten Neigung zur Resistenz in vielen Obstbaugebieten den Apfelwickler an Bedeutung bereits weit übertrifft.

Nun ist bekannt, daß einige Wirkstoffe, die sich zur Bekämpfung des Apfelwicklers eignen, die Vermehrung der Obstbaumspinnmilbe fördern. Dies gilt für DDT- und Carbarylpräparate, aber auch für Methyl-Parathion. Bei genauer Prüfung werden vermutlich noch weitere Wirkstoffe dazukommen. Bekannt ist aber auch, daß sich die Fungizide sehr unterschiedlich auf die Spinnmilbenvermehrung auswirken. So gehört beispielsweise das häufig verwendete Captan zu den spinnmilbenfreundlichen Präparaten. Schließlich werden die Spinnmilben auch durch hohe Stickstoffgaben und sicher auch durch gewisse moderne Anbau- und Erziehungsformen gefördert.

Daß die Populationen in den meisten Obstanlagen noch verhältnismäßig niedrig bleiben, beruht auf der direkten Wirkung auch jener Apfelwickler-Mittel, die den überlebenden Milben günstige Vermehrungsmöglichkeiten schaffen. Zudem wir-



ken die akariziden Mehltau-Fungizide zunächst noch hemmend. Diese Bremsen versagen aber um so schneller, je häufiger die Präparate angewendet werden. Erhöhte Dosierungen bedeuten eine weitere Verschärfung der Selektion und beschleunigen den Vorgang noch. Weil nach erreichter Resistenz nur noch die vermehrungsfördernden Faktoren der Präparate wirksam sind, erreicht die Populationsdichte in diesem Fall in sehr kurzer Zeit ungewöhnlich hohe Werte.

Eine derartige Entwicklung ist bei integriertem Pflanzenschutz nahezu ausgeschlossen. Oft aber entschließt man sich für dieses Verfahren erst, nachdem ein Schädling resistent geworden ist. Aus zwei Versuchen mit O.P.-resistenten Populationen der Obstbaumspinnmilbe wissen wir, wie sich in solchen Fällen integrierter Pflanzenschutz auswirkt.

Die Resistenz wurde im Spätsommer 1963 festgestellt. Parathion in 8facher Konzentration wirkte nicht mehr, Ovolarvizide waren noch voll wirksam. Im Winter 1963/64 war die Zahl der Wintereier auf 2 m Fruchtholz größer als 20 000. Im Frühjahr 1964 wurden die Spinnmilben in einem Teil der Obstpflanzung mit Tetrasul, im anderen mit einem Weißöl bekämpft. Unter dieser Behandlung litten die Spinnmilbenfeinde offenbar wenig. Es handelte sich damals um *Orius minutus*, *Anthocoris nemorum*, *Conwentzia psociformis* und, weniger häufig als die genannten, um *Stethorus punctillum*. Durch die Wirkung dieser Tiere und durch den Verzicht auf P-Insektizide ist die Populationsdichte der Spinnmilben so gesenkt worden, daß im Winter 1964/65 kein einziges Winterei gefunden werden konnte. Erst 1968, im fünften Jahr des Versuchs, sind in einer der beiden Obstanlagen wenigstens wieder so viele Spinnmilben vorhanden gewesen, daß ihr jetziger Resistenzgrad gegenüber Parathion geprüft werden konnte: Die Population ist noch nicht wieder so empfindlich wie eine andere, vermutlich normalempfindliche (Abb. 1).

Weitere Erfahrungen darüber liegen aus Freilandversuchen in Europa noch nicht vor. Dagegen wissen wir, daß in Zentral-Washington keine andere Möglichkeit mehr geblieben ist, als die resistenten Obstbaumspinnmilben biologisch zu bekämpfen. Alle Pflanzenschutzmaßnahmen gegen die übrigen Schädlinge und Krankheiten werden bezüglich der Präparate, der Anwendungstermine und der Art der Ausbringung so gewählt, daß die Raubmilbe *Typhlodromus occidentalis* nicht beeinträchtigt wird.

Solche Verfahren sind allerdings sehr viel komplizierter als jene, die darauf abzielen, gar nicht erst in eine so ernste Lage zu geraten. Leider wird aber gewöhnlich im Resistenzfall zuerst versucht, neue Wirkstoffe in den Spritzplan einzufügen. Das ist bedauerlich, weil dann zwei Präparate gleichzeitig verbraucht und die Aussichten zunichte gemacht werden, die resistenten Populationen wieder normal empfindlich machen zu können.

Unsere Versuche mit resistenten Obstbaumspinnmilben haben ergeben, daß sie sich ohne spezielle Bekämpfung unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle halten lassen. Damit verliert das Problem der Resistenz jede Bedeutung für die Praxis. Wahrscheinlich lassen sich diese Ergebnisse nicht ohne weiteres auf andere Schädlinge übertragen, wie beispielsweise auf die Pfirsichblattlaus, die auch schon in Europa gebietsweise resistent gegenüber P-Verbindungen und Isolan geworden ist. Doch sollten die Erfahrungen mit Spinnmilben zu entsprechenden Versuchen mit anderen Schädlingen ermutigen.

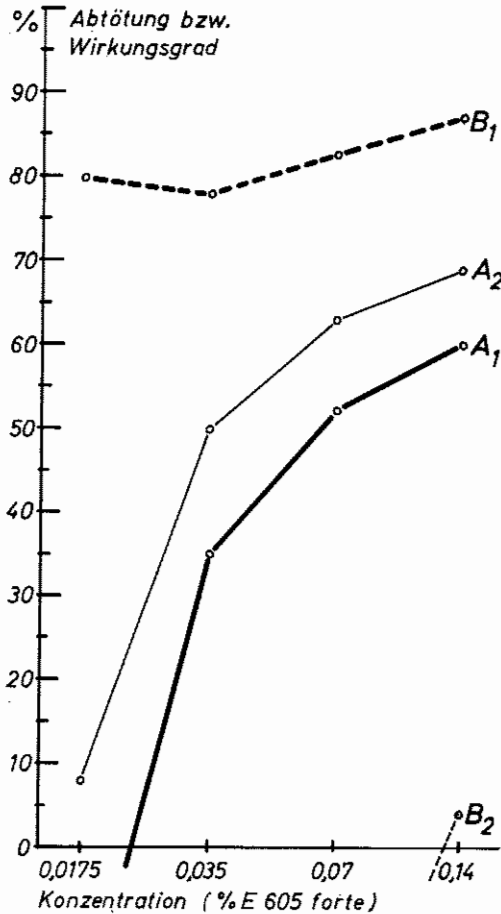


Abb. 1. Resistenzgrad einer Population von *Panonychus ulmi* Koch, die von 1964 bis 1968 nur einmal (versehentlich!) mit Phosphorester-Insektiziden behandelt wurde. Die Prüfung erfolgte im Freiland: Behandlung am 20. 8. 68, Auswertung am 2. 9. 68. Dargestellt sind die Mittelwerte aus 3 Wiederholungen

A<sub>1</sub> = Abtötung in % des Ausgangsbefalls, A<sub>2</sub> = Wirkungsgrad (nach Hendersen und Tilton) der resistenten Population

B<sub>1</sub> = Abtötung, B<sub>2</sub> = Wirkungsgrad einer normalempfindlichen Population (wegen starkem Einfluß natürlicher Spinnmilbenfeinde ergibt sich erst bei 4-facher E 605 forte-Konzentration ein positiver Wirkungsgrad).

#### S u m m a r y

The problem of resistance against pesticides may be avoided by application of the integrated control concept in which all compounds which stimulate the development of pest species are deleted from the spray program. Chemical control measures only are applied when the pest populations exceed the economic threshold levels. The few necessary chemical treatments are discriminately chosen,

considering the pesticide and its concentration, by which the selection on resistance is reduced to a minimum. This principle proved to be right for the fruit tree red spider mite (*Panonychus ulmi* Koch); for other pest species it still has to be tested.

The development of resistance against acaricides in a strain of *Panonychus ulmi*, as induced by intensive chemical control of the Codling Moth and Apple Scab, is discussed. Results obtained in field experiments demonstrated that a mite strain, which had already acquired resistance, did not present a problem in the integrated spray program.

#### L i t e r a t u r

- A n o n y m, I. session of the FAO working party of experts on resistance of pests to pesticides. — FAO Rept., Rom, 1967, 106 p.
- H e l l e, W., Resistance in *Acarina*: Mites. *Advances in Acarology* 2. 1965, 71—93.
- H o y t, S. C., R e t a n, A. H., R u s h m o r e, F. A., and H u d s o n, W. B., Integrated control of insect and mite pests of apples in Central Washington. — Washington State Univ., Coop. Ext. Serv., E. M. 2788. 1968, 1—9.
- S c h u l t e n, G. G. M., Genetics of organophosphate resistance in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). — Dept. Agric. Res., Royal trop. Inst. Amsterdam, 1968, 57 p.
- S t e i n e r, H., Zur Bekämpfung phosphorsäureester-resistenter Obstbaumspinnmilben (*Panonychus ulmi*). — *Entomophaga, Mém. hors. ser. 3.* 1967, 85—87.
- S t e i n e r, H., und B a g g i o l i n i, M., Anleitung zum integrierten Pflanzenschutz im Apfelnbau. — Landesanst. Pflanzenschutz Stuttgart 1968, 64 S.

## E. HEIDENREICH,

E. Merck AG, Darmstadt

### Pflanzenresistenz in Abhängigkeit vom natürlichen Oberflächenschutz

Die Oberfläche der Pflanze und ihrer Organe ist die primäre Kontaktsphäre zwischen exogener Substanz und endogenem Substrat, bzw. seinen Grenzflächen. Überprüft wurde die Resistenz dieser Oberfläche gegenüber dem Eindringen von Wasser und markiert durch die Lösung eines Vitalfarbstoffes mittlerer molekularer Größe.

1. **Nachweis von Oberflächendefekten.** Nach Reinigung in Leitungswasser Eintauchen der Objekte — bei gelegentlicher Bewegung — in eine 0,1 %ige Methylenblaulösung (Leitungswasser mittlerer Härte, pH 6–6.5) für 1–2 Stunden (Blätter) oder 4–8 Stunden (Früchte), für spezielle Kontrollen auch länger. Wässern bei mehrmaligem Wechsel bis das Leitungswasser ungefärbt bleibt, Objektkontrolle mit starker Lupe. Färbung der Blatt- oder Hautstücke (etwa 1 qcm) nach mikroskopischer Kontrolle einige Stunden in flacher Schale differenzieren (Wasserwechsel) bis Anfärbung den gewünschten Zustand erreicht hat.

2. **Blau markierte Insuffizienzen.** Farbflecke, rund oder unregelmäßig, immer mit diffuser Randverfärbung, etwa 1–2 mm groß, vielfach wesentlich kleiner und nur mit der Lupe erkennbar, kennzeichnen angefärbte Zonen der Epidermis, nur bei Früchten gelegentlich 1–2 mm tief im Parenchym, tiefere Verfärbung nur nach mechanischer Beschädigung oder Infektionen. Die Farblösung dringt ein bei permanent geöffneten Blattstomata (1 oder meist mehrere an einem Punkt), in deren Umgebung die Cuticula degeneriert erscheint, oder bei Stomata, deren Abstoßen oder Degenerieren auf jungen Früchten unter ungenügender Vervollständigung cuticularer Abdeckung erfolgt, ferner bei cuticularen Rissen auf den Hauptgefäßsträngen (Blattunterseite) oder bei tieferen Rissen in der Cuticula der Fruchthaut. Haare können Farblösung aufnehmen, ohne sie weiterzuleiten. An- oder abgebrochene Haare, sehr junge Blatthaare und Fruchthaare bei der Frucht reife können zu punkt- und flächenförmiger Verfärbung der Epidermis und z. T. des Parenchyms führen. Eine mikroskopische Kontrolle läßt Farbzonen und Intensität der Zellinhalt- und Zellwandanfärbung sowie bei weiterem Differenzieren im Wasser Lokalisierung in Zellbestandteilen erkennen. Es kann angenommen werden, daß Methylenblau als Akzeptor für freie H<sup>+</sup>-Ionen das Reduktions- und Oxydationsgleichgewicht stört. Offenbar erhöht ein dabei entstehender O<sub>2</sub>-Mangel das Redox-Potential der Farblösung. Eine Massierung der angefärbten Zellbestandteile ist von der Farbstoffkonzentration abhängig.

3. **Ursachen von Hautdefekten.** Stomatäre Blattdefekte wurden in Zusammenhang mit vorangegangenen Kälteeinbrüchen bereits ab Knospens stadium und später beobachtet. Auf Früchten ist die Umformung zu Lenticellen (Kernobst) und die Degeneration allgemein — auch der Haare — ebenso wie die Ribbildung auf Blättern und Früchten abhängig von anhaltend regnerischem Wetter oder von zu starker Beschattung: bei zu schwacher oder gestoppter Photosynthese durch Verbrauch und Abbau der Energiereserven auch unterbrochener Aufbau bis Abbau der Fette, damit eine zu schwache und zu wenig elastische Cuticula gegenüber hohem Innendruck.

4. Resistenz gegenüber Pflanzenschutzmitteln. Von Insuffizienzen des Oberflächenschutzes können Unverträglichkeiten einiger flüssig angewendeter Pflanzenschutzmittel abhängig sein, entsprechend Größe, Form und Ladung der Moleküle, bedenklicher bei Ionen. Hautdefekte erscheinen für die Anwendung von Herbiziden allgemein erwünscht. Besonders gut verträgliche Präparate können eine Heilwirkung bei Hautdefekten haben. Pilzbefall und Fungizidwirkung sind diesem Komplex zuzuordnen, desgleichen die Möglichkeit verschiedenen hoher Rückstände.

5. Bewertung einer Nachweismethode. Die intermediäre Kontrolle des Oberflächenschutzes, d. h. des Resistenz- oder Sensibilitätsgrades in bezug auf Pflanzenschutzmittel, Krankheiten und Schädlinge, sollte regulierend in der Bestimmung von Spritzterminen und Präparaten auswertbar sein und die Disposition der Pflanze als Voraussetzung für ihre möglichen Reaktionen bestimmen helfen.

6. In den Zonen angefärbter Insuffizienzen sind durch Anfärbung granulierter Substanzen in der Cuticula Strukturen erkennbar, welche aus einem flächig angeordneten Kanalsystem (im Querschnitt vergleichbar Lagunen) bestehen. Besonders deutlich auf Früchten von Apfel, Birne, Kirsche und Pflaume werden diese Cuticula-Kanäle bei der Fruchtreife reduziert. Gleichzeitig beginnt eine Verdickung der Epidermiszellwände, in der Fläche verästelt wie ein Flußsystem. Bei physiologischen Störungen (Berostung, auch in Nachwirkung von Pilzinfektionen) reißen die cuticularen Kanäle auf, mehr oder weniger tief und lang. Es kann angenommen werden, daß dieses Kanalsystem der Cuticula oberflächlich in zeitweilig geöffneten Poren endet und in Weiterleitung ektodesmatischer Tätigkeit — soweit vorhanden — oder eines Substanztransportes über die Zwischenlamellen bis zur cuticularen Pectinschicht der cuticularen Transpiration und einem cuticularen Gasaustausch zur Verfügung steht, ebenso dem Wachstransport (Wachskanäle bei Kohlarten) und vielleicht auch den Transportweg systemisch wirkender Substanzen darstellt.

#### S u m m a r y

The natural protective surface layers of plants and of their organs are disrupted under unfavourable weather conditions by means of defect stomata of the leaves, delayed degeneration of the stomata on young fruits, cuticular gaps on leaves and fruits and an insufficient water repelling hair cover, visible by Methylene blue staining. Indications of the differentiated phytopathogenic reactions to crop protection products and the susceptibility to pathogens as well as fungi, insects and mites.

**W. BECK,**

Biologische Forschungsabteilung der Österreichischen Stickstoffwerke  
Aktiengesellschaft Linz/Donau, Leiter: Doz. Dr. H. Mayr

**Probleme der Kartoffelkäferresistenz in Österreich**

Seit der Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) aus der Schweiz kommend im Jahre 1940 die Grenzen Österreichs überschritt (Wahl 1948), breitete er sich langsam in den Gebirgsgegenden Tirols und Vorarlbergs aus. Aus dem Süddeutschen Raum fiel er in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg auch in die östlichen Gebiete Österreichs ein. Letztlich wurden die Felder der südlichsten Kartoffelanbauflächen Österreichs in Kärnten durch Zuzug der Insekten aus dem Gebiet um Friaul befallen. Zwar gelang es, durch planmäßige Bekämpfungsaktionen, die Ausbreitung des Kartoffelkäfers wesentlich zu verlangsamen und stets unter Kontrolle zu halten, doch konnte eine Ausbreitung über das ganze Land nicht verhindert werden, zumal damals schon alle Nachbarländer stark von diesem Schädling heimgesucht waren. Die Bekämpfung erfolgte in den ersten Jahren vor allem mit Kalkarseniat, etwas später auch mit DDT. Erst in der Mitte der 50er Jahre wurden andere chlorierte Kohlenwasserstoffe eingesetzt. Die wirtschaftlich ausreichende Niederhaltung des Kartoffelkäfers gelang seit Beginn der Bekämpfung mit 1–2 Spritzungen pro Vegetationsperiode. Die Stärke des Befalles schwankte von Jahr zu Jahr beträchtlich. Dies hing sicherlich von den Umweltseinflüssen ebenso ab wie von der Parasitierung. So beschrieben schon Linsers und Beck 1955 eine sehr starke Parasitierung durch Nematoden (*Meremis*, *Gordius*) für den oberösterreichischen Raum. Jedoch scheint die Parasitierung von *L. decemlineata* für seine Vermehrung nur von lokaler Bedeutung zu sein.

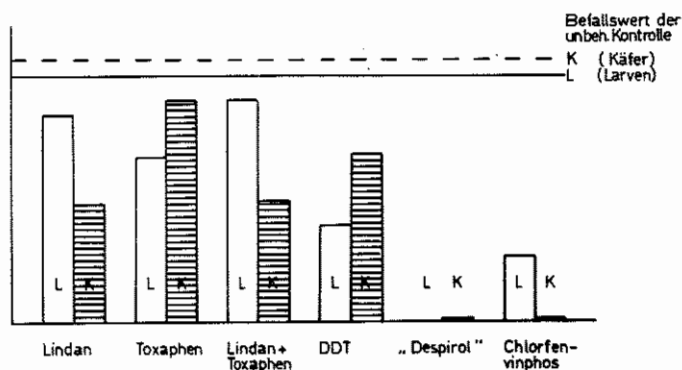
Die Frage der möglichen Resistenz des Kartoffelkäfers wurde vielfach behandelt. Schwartz konnte die verschiedene Insektizidempfindlichkeit der einzelnen Lebensstadien von Larve und Imago nachweisen. Die temperaturbedingte Abhängigkeit der Wirksamkeit von Insektiziden auf den Kartoffelkäfer gab Veranlassung, auch an Schein- oder Verhaltensresistenzen zu denken.

Heidenreich hingegen demonstrierte am Beispiel des Kartoffelkäfers den Vorgang der Bildung einer Insektizidresistenz. Neben anderen Einflüssen hebt er insbesondere den verschiedenen Lipidgehalt der einzelnen Arten, Individuen oder Entwicklungsstadien als maßgebend auf die Verträglichkeit insektizider Wirkstoffe hervor. Er stellt aber auch fest, daß eine Insektizidresistenz ohne Berücksichtigung der Umweltfaktoren nicht exakt analysiert werden kann.

In den Jahren ab 1964 waren aus einzelnen Gebieten Österreichs Meldungen über die ungenügende Wirksamkeit einzelner Präparate bei uns eingelangt. Die Untersuchung der eingesandten Käfer und Larven gab jedoch damals noch keine ausreichenden Hinweise für das Vorhandensein einer erhöhten Unempfindlichkeit gegenüber Chlorkohlenwasserstoffen. Erst im Jahre 1967 war es uns möglich, aus Kärnten, dem Burgenland und dem östlichen Niederösterreich Proben zu erhalten, bei denen echte Resistenzerscheinungen nachgewiesen werden konnten. Die Käfer stammten aus Gebieten, die heiße Sommer und sehr kalte, oft schneearme Winter aufwiesen. Obwohl das Klima für die Ausbildung einer Resistenz sicher mit von ausschlaggebender Bedeutung ist, scheint unser Wissen über mög-

Resistenzprüfung / *Leptinotarsa decemlineata* Say.

Versuchsort : Kettiasbrunn, NÖ

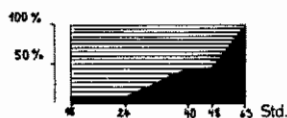
Resistenzprüfung / *Leptinotarsa decemlineata* Say.

## LINDAN DIREKTAPPLIKATION

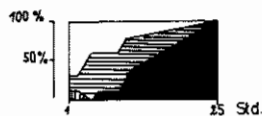
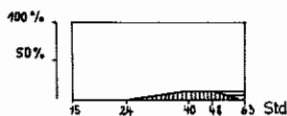
0,5 mg / KÄFER

0,25 mg / LARVE

LINZ



## BLEIBURG



Zeichenerklärung :  gesund  
 leicht geschädigt  
 Rückenlage  
 tot

liche Zusammenhänge abiotischer und biotischer Umwelteinflüsse noch zu gering, um hieraus zwingende Schlußfolgerungen ziehen zu können. Wir halten den seit Jahren anhaltenden Auslesedruck durch die angewendeten chlorierten Kohlenwasserstoffe und Carbamate hauptsächlich verantwortlich für die nachgewiesene erhöhte Widerstandsfähigkeit des Kartoffelkäfers, die gegen DDT, Lindan, Lindan-Toxaphen, Lindan-Dieldrin, Endosulfan und Carbarylprodukte besteht.

Zur Illustration seien die Ergebnisse von 2 Versuchsorten angeführt: Während in der Nähe von Linz (O.Ö.) normalempfindliche Tiere vorhanden sind, die durch alle eingesetzten Produkte gleich gut bekämpft werden konnten, ließen sich Bekämpfungserfolge in den Versuchspartzen von Kettlasbrunn (N.Ö.) nur mit 2 Produkten, nämlich dem der Gruppe der Phosphorsäureester angehörende Chlorfenvinfos (Birlane Fluid) und dem als „Despirol“ im Handel befindlichen Chlorkohlenwasserstoff (Delta(1,1a,3,3a,4,5,5,5a,5b,6,-Dekachlor-octahydro-2-hydroxy-1,3,4-metheno-2H-cyclobuta-(c d)-pentalen-(yl)-(2)) l ä v u l i n s ä u r e ä t h y l e s t e r) erzielen.

Die bei Lindan, Toxaphen, DDT und Lindan-Toxaphen festzustellende minimale Befallsverminderung ist für die Praxis bedeutungslos. Die Streitfrage, ob es sich in den vorliegenden Fällen um eine Verhaltensresistenz oder um eine erhöhte Toleranz von Kartoffelkäfern gegen chlorierte Kohlenwasserstoffe und Carbamate handelt, konnte durch den Beweis der Vererbbarkeit der gefundenen Resistenz durch mehrere Generationen während der Jahre 1967 und 1968 für letztere entschieden werden. Die — teilweise schon im Druck befindlichen — Arbeiten zeigen vor allem die sehr hohe Verträglichkeit von chlorierten Kohlenwasserstoffen bei den Käfern und Larven aus Kärnten. Die Käfer aus den Resistenzgebieten Ostösterreichs scheinen etwas empfindlicher zu sein, doch reichen auch hier die Wirkungen der bisher üblichen Präparate zur Zeit nicht mehr aus. Ein Abflauen der Resistenz gegen die bisher verwendeten Chlorkohlenwasserstoffe scheint möglich: Der Übergang auf die genannten neuen Präparate wird den Auslesedruck von den Populationen nehmen. Nachrichten aus anderen Resistenzgebieten, in welchen der neuerlich erfolgreiche Einsatz der einige Zeit wirkungslosen Chlorkohlenwasserstoffe und Carbamate gemeldet wurde, lassen diese Annahme wahrscheinlich werden.

#### S u m m a r y

The colorado-beetles which have been appearing in Austria since 1940 were 1967 for the first time resistant to chlorided hydrocarbons and carbamates (Lindane, DDT, Toxaphen, Carbaryl, Dieldrin, Endosulfon). Nothing but Chlorfenvinfos and 1,3,4-Metheno-1H-cyclobuta(cd)pentalene-2-levulinicacid, 1,1a,3,3a,-4,5,5,5a,5b,6-decachloro-octohydro-2-hydroxy-ethyl were sufficient effective in the resistance-areas, situated in climates with hot summers and cold winters with less snow. Local changes are expected of the resistance-areas.

#### L i t e r a t u r

- Beck, W., Gesswagner, D., und Simonsberger, P., Probleme der Kartoffelkäferbekämpfung. — Pflanzenschutzberichte (im Druck).  
 Simonsberger, P., (1969) Pflanzenschutzberichte (im Druck).

Anmerkung: Die aus Platzmangel nicht angeführte Literatur möge in den angegebenen Arbeiten nachgelesen werden.



**W. KLOFT und H. KUNKEL,**

Institut für Angewandte Zoologie der Universität Bonn

**Die Bedeutung des Ortes der Nahrungsaufnahme pflanzensaugender  
Insekten für die Anwendbarkeit von Insektiziden mit systemischer  
Wirkung**

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Konzentration systemischer Insektizide wird von vielen Faktoren beeinflusst, ehe sie im Darm pflanzensaugender Insekten zur Wirkung gelangen kann. Innerhalb der Pflanze ändert sich die Konzentration je nach Ort der Applikation, Transport, Speicherung und Metabolismus der Wirkstoffe. Andererseits sind die in Frage kommenden Insekten und Milben hinsichtlich ihrer Nahrungsquelle und der aufgenommenen Substanzmengen spezialisiert. So können wir vier Typen erkennen und charakterisieren, die auf verschiedene Art und Weise zu ihrer Nahrung gelangen. Entweder werden einzelne Pflanzenzellen weitgehend völlig entleert (Typ I) oder die betr. Arthropoden saugen längere Zeit in einer lebenden Zelle (Typ II). Der Typ III entnimmt seine Nahrung pflanzlichen Leitbahnen, am häufigsten ausschließlich dem Phloem; es gibt jedoch auch Gruppen, die im Xylem saugen. Den Typ IV kann man als Mischtyp zwischen Typ I und III ansehen. Es werden Inhalte aus Zellen nichtfernleitender Gewebe aufgenommen, zusätzlich aber noch Leitungsbahnen angestochen. Die Verteilung dieser Ernährungsformtypen nach dem System wird in 4 Tabellen angegeben. Aus diesen Ernährungsformtypen lassen sich in gewissen Grenzen unterschiedliche Erfolge bei der Bekämpfung pflanzensaugender Arthropoden mit systemischen Insektiziden interpretieren. Auf die Möglichkeit der Verwendung künstlicher Diäten zur Erforschung der Insektizidwirksamkeit wird in diesem Zusammenhange verwiesen.

S u m m a r y

Many facts vary the concentration of a systemic insecticide before it can operate in the gut of a plant sucking insect. In the plant the concentration changes with the points of application, with its transportation in different systems, its storage and metabolism. On the other side the insects seem to be specialized in taking up their diet out of special plant tissues and in different amounts. Within the group of plant sucking insects we can separate and characterize four types in respect of their way of taking up their food. The distribution of those types within systematical categories is discussed and summarized in 4 tables.

Der Vortrag wird in vollem Umfang unter dem oben angegebenen Titel abgedruckt in Ztschr. Pfl.krankh., Pfl.schutz 76. 1969.

## Anwendungstechnik im Pflanzenschutz

Vorsitz: *Fischer* (Kiel)

### F. KERSTING,

Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster

### Gegenwärtiger Stand und Entwicklungstendenzen in der Pflanzenschutztechnik

Stand und Fortentwicklung der Anwendungstechnik im Pflanzenschutz sind und werden durch zahlreiche Faktoren verschiedenster Art maßgeblich beeinflusst. Als die wichtigsten möchte ich anführen:

1. Neuartige Entwicklungen oder Formulierungen von Pflanzenschutz- und Vorratsschutzmitteln (Beispiel: Mikrogranulate);
2. Änderung der Arbeitsverfahren beim Anbau der Kulturpflanzen und damit verbundener Einsatz geänderter oder neuer Maschinen (Beispiel: Einzelkornablage u. Bandspritzung);
3. Verwendung neuartiger Materialien und Werkstoffe, die für Pflanzenschutzgeräte oder -geräteeile eine bessere Eignung besitzen als die bisher verwendeten (Stichworte: Spezialstähle, Kunststoffe);
4. Vervollkommnung der Herstellungs- und Bearbeitungstechnik, aber auch der Kontroll- und Meßtechnik (Beispiele: saubere Bohrungen von 0,008 m Durchmesser, Elektronenoptik);
5. Gesetzliche Bestimmungen (Stichworte: Pflanzenschutzgesetz, Höchstmengen-Verordnung-Pflanzenschutz-, Unfallschutz-Bestimmungen) und
6. Praxiserfahrungen sowie der Pflanzenschutzgeräte-Markt.

Es ist offensichtlich auch so, daß sich umgekehrt Fortschritte in der Anwendungstechnik auf die Entwicklung und vor allem auf die Aufbereitung der Pflanzenschutzmittel auswirken können, wie es die diesbezüglichen Anstrengungen um das ULV-Verfahren belegen.

Die Gesamtentwicklung der Pflanzenschutzgeräte steht zudem unter dem stetigen harten Druck der Forderung nach Rationalisierung und Verbilligung der Anwendungstechnik. Es ist deshalb verständlich, in welcher komplexer Weise, aber auch wie differenziert in den einzelnen Einsatzbereichen und auch wie schnell und weitreichend derartige Einflüsse zur Geltung kommen.

Die Vielseitigkeit der Anwendungstechnik machte eine Beschränkung der Darstellung auf die für den praktischen Pflanzenschutz in der Bundesrepublik Deutschland wichtigsten Teilgebiete zweckmäßig. Als Grundlage diente die zusammenfassende Darstellung von *Koch und Goossen* (1961).

Wesentliche Fortschritte in der Fallenkonstruktion zur Nagetierbekämpfung sind wohl nur bei Bisamfallen zu verzeichnen (*Biologische Bundesanstalt* 1964, 1967). Ausgehend von den Untersuchungen *Gaudschaus* (1955) zur Wühlmausbekämpfung sind im In- und Ausland Karrengeräte mit motorgetriebenem Gebläse, wie das von *Zumpe* (1968), entwickelt worden, in denen Anthrazitkohle oder auch Bitumen verbrannt wird. Die giftigen Verbrennungsgase werden in die Gänge geleitet und sollen eine schnellere und si-

chere Abtötung der Tiere gewährleisten. Zur Wühlmausbekämpfung in größeren Erwerbsbetrieben ist in Canada der „ELSTON GOPIHER GETTER“ (ELSTON INDUSTRIES, Ltd., 1967) konstruiert worden, ein einachsiges Schlepper-Anhängegerät, mit dessen Spezialschar in einstellbarer Bodentiefe den Wühlmausgängen ähnliche „Röhren“ in zweckmäßigen Abständen angelegt werden. Durch ein besonderes Dosieraggregat erfolgt die Ablage von Ködern in die künstlichen Gänge. Die natürlichen Wühlmausgänge sollen auf diese Weise angeschnitten und die Tiere zur Annahme der künstlichen „Röhren“ sowie des Giftköderns veranlaßt werden. Beim Einsatz dieses interessanten Gerätes haben sich die Schwierigkeiten der Erzielung haltbarer Gänge auf leichteren Böden und die Problematik eines geeigneten Köders gezeigt. Denkbar wäre jedoch, daß ein derartiges Gerät auch zur mechanischen Ablage von Giftgase erzeugenden Präparaten eingesetzt werden könnte. Die Bewährung ist abzuwarten.

In den zunächst entwickelten Feuchtbeizgerätetypen erfolgt die Beizmittelzuteilung durch kamm- oder rechenartig ausgebildete Tropfaggregate. Die damit erzielte Anfangsverteilung ist jedoch sehr ungleichmäßig. Diese heute teilweise noch verwendeten Maschinen erbringen eine befriedigende Beizwirkung nur unter Verwendung von Beizmitteln mit hohem Dampfdruck und der dadurch bedingten Nachverteilung (Lindström 1958, Winkelmann, Johannes und Goossen 1961, Hedén und Ulfvarson 1963, Zislavsky und Oberländer 1964). Da diese Mittel aber wegen ihres hohen Dampfdruckes und ihrer Giftigkeit erhebliche Nachteile besitzen (Winkelmann, Johannes und Goossen 1966, Kahl 1967), wurden Beizgeräte gebaut, bei denen durch eine Sprühdüse oder eine Schleuderscheibe eine gute Primärverteilung des Beizmittels gelingt (Winkelmann, Johannes und Goossen 1966). Aufgrund der neueren pulverförmig aufbereiteten Spezialbeizmittel scheinen sich kombinierte Feucht- und Trockenbeizapparate stärker durchzusetzen, auch unter dem Aspekt, daß vermutlich in absehbarer Zeit gegen Flugbrand bei Gerste und Weizen wirksame Trockenbeizmittel zur Verfügung stehen werden. Diese würden dann auch die kostspieligen Warmwasserbeizgeräte und wohl auch die von Schmidt und Wenninger (1963) beschriebenen Warmwasserbenetzungsbeizgeräte überflüssig machen. Eine deutliche Tendenz zur Konzentration der Betriebe führt zu größeren, leistungsfähigen Lohnsaatbeizstellen, bei denen moderne Beizmaschinen rentabel eingesetzt und zugleich sorgfältiger gewartet und bedient werden können.

Nach den vorliegenden Untersuchungen (Lange 1962, Schrader 1962, Ihlemann 1965, Siepmann 1968) ist bei Kartoffeln die Naßbeizmethode nach wie vor als die sicherste anzusehen. Demgegenüber sind andere Verfahren einfacher anzuwenden. Nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit konzentriert man sich bei Tauchbeizgeräten auf einige Typen (Lockwood, Janssen und Henning), die nach ähnlichem Prinzip arbeiten. Das holländische ILR hat zudem eine leistungsfähige leichtere Maschine entwickelt (Siepmann 1968), die sich für die heute allgemein empfohlene 5-Minuten-Methode besonders eignet und auf dem Wechselprinzip basiert.

Nach gleicher Methode wird durchweg auch bei der Tauchbeizung von Blumenzwiebeln und Knollen mit chemischen Mitteln verfahren (Jacob 1966, Siepmann und Heuver 1968). Sicher wäre es wünschenswert, wenn die umständliche Tauchbeizung durch einfachere Verfahren abgelöst werden könnte.

Nach wie vor muß die Bodendämpfung als die zuverlässigste Methode der Bodenentseuchung gelten. Im Unterglasanbau geht man immer mehr dazu über, kombinierte Spezialheizkessel (Bäcker 3-Zug-Kessel, Otte-Äquator-Kessel mit Dampfdom) zu verwenden oder vorhandene Kessel umzubauen, um sie gleichzeitig für die Bodendämpfung einzusetzen. Je nach erforderlicher Desinfektionstiefe wird mit stationär verlegten Rohren oder großen, der Egge nachgeformten Systemen sowie „unter Folie“ gedämpft (Bochow 1966, Kaufmann und Förtsch 1966, Großmann 1967).

Für Bodenentseuchungsmaßnahmen mit flüssigen chemischen Mitteln wurden verschiedene Geräte geschaffen, angefangen mit besonderen Tropfeinrichtungen am Mittelbehälter selbst (Di-Trapex, Schering) bis zu Einrichtungen, wie sie an der „Burgmer-Hackspritze“, bei dem „Meyer-Dosiergerät“, dem „Ghent SOIL FUMIGATOR“ von Samdow sowie der von D'Herde und van dem Brande (1959) oder der von de Almeida Leme und Ometto (1968) entwickelten Maschine vorliegen. Auf die Terabolanwendung unter Folie sei nur verwiesen (Lindemann, Schickedanz und Höinck 1964).

Trocken aufbereitete Mittel zur Bodenentseuchung versucht man mit Stäub- oder Granulatstreugeräten im Rahmen der Möglichkeiten gleichmäßig auszubringen.

Die Verfahren der Heiß- oder Kaltvernebelung im Freiland haben in letzter Zeit keinen wesentlichen Ausbau erfahren. Die Schwierigkeiten liegen in der starken atmosphärischen Beeinflussung und der dadurch beschränkten Lenkbarkeit der Nebelwolken. Nach den Tropfengrößen werden Aerosole mit etwa  $1\ \mu$ , Feinnebel von  $1-10\ \mu$  und Grobnebel von  $10-50\ \mu$  unterschieden.

Dagegen hat das Nebelverfahren unter Glas erheblich an Bedeutung gewonnen (Mathes 1968). Es lassen sich Lösungen, Emulsionen und Suspensionen vernebeln. Ölige Aufbereitungen der Mittel sind besser geeignet als wäßrige. Zur besseren Verteilung des Nebels in großen Räumen können zusätzlich Ventilatoren benutzt werden. Das „Swingfog“-Gerät (Motan) scheint sich in dieser Hinsicht zu bewähren.

Die Anwendung des Sprühverfahrens bei Tropfengrößen zwischen etwa  $50$  und  $150\ \mu$  mit Bodengeräten ist praktisch auf Garten- und Weinbau sowie Forst und bestimmte Sonderkulturen konzentriert. Mit Luftfahrzeugen wird das Sprühverfahren dagegen bei praktisch allen Kulturpflanzenarten eingesetzt (Kerssen 1968). Nach dem Vorschlag der American Society of Agricultural Engineers ist das Sprühverfahren nach Ausbringmengen aufgliedert in:

1. Ultra Ultra Low Volume (UULV)	0,5 l/ha
2. Ultra Low Volume (ULV)	0,5— 5 l/ha
3. Low Volume (LV)	5,0— 50 l/ha
4. Medium Volume (MV)	50 —150 l/ha

Dabei sind das UULV- und das ULV-Verfahren im Freiland zunächst praktisch auf den Einsatz durch Luftfahrzeuge beschränkt. Das bedeutet Konzentrationserhöhungen gegenüber den herkömmlichen Spritzbrühmengen von etwa  $1500\ \text{l}$  (Ehrenhardt 1967) um das 750fache bei ULV mit  $2\ \text{l/ha}$ . Die sich auch aus der Versprühung hoch konzentrierter Wirkstoffaufbereitungen mit Bodengeräten ergebenden Konsequenzen (Schlofog-Verfahren 85fache, Synergid 20fache und Lachazette 15fache Konzentration) sind ein Problem für sich. Hinzu

kommt, daß die Verwendung feinsten Sprühtropfen den Nachteil einer erschwerten Absetzung auf der Pflanze und einer verstärkten Abtrift nach sich zieht (Ehrenhardt 1967, Stellwag-Kittler 1967).

Im Weinbau ist die Art der Erziehungsform der Reben entscheidend für die Zweckmäßigkeit der Pflanzenschutzgeräte. Als Kriterium gilt zur Zeit noch, daß, bezogen auf Cu-Präparate, ein Depot von  $2 \gamma \text{ Cu/cm}^2$  auf der zu schützenden Blatt- und Traubenfläche gesichert werden soll (Ehrenhardt 1967). Bei den konventionellen Spritz-Sprühgeräten und Anbauformen in der Bundesrepublik bringt eine große Luftfördermenge bei angemessener Luftaustrittsgeschwindigkeit die beste Eindringtiefe der Sprühtropfen (Ehrenhardt 1966, 1967, Hasselbach 1967 u. a.).

Auch in Weitraumanlagen sind nach Ehrenhardt (1967) u. a. Geräte mit einer Leistung von etwa  $6000 \text{ m}^3$  Luftmenge und  $40 \text{ m/sek}$  Luftgeschwindigkeit brauchbar bei Durchfahrt in jeder Gasse, Geräte mit Luftmengen von  $20\,000 \text{ m}^3$  für den Durchgang in jeder 2. Zeile und Großgeräte mit  $60\,000 \text{ m}^3$  und mehr Luftfördermenge für große Flächen zweckmäßig, wenn jede 3. Zeile durchfahren wird. Gewicht und Länge des Gerätezugs vermindern jedoch die Manövrierfähigkeit.

Die erhoffte Arbeitsbreite der Großsprühgeräte von  $40\text{--}50 \text{ m}$  in einer Richtung für den Einsatz in Steillagen von den Wegen aus konnte bisher nicht erreicht werden. Man fand, daß nur eine sichere Reichweite von  $15\text{--}20 \text{ m}$ , beidseitig gearbeitet also von  $30\text{--}40 \text{ m}$ , zu erzielen ist, die sich unter günstigen Verhältnissen etwas vergrößern kann (Ehrenhardt 1966, 1967, Kiefer 1967 u. a.). Die Wege haben aber gerade in den Steillagen größere Entfernungen. Bei den Großgeräten wurden im Gegensatz zu normalen Sprühgeräten in der Gipfelregion bessere Beläge als in der Traubenregion festgestellt (Ehrenhardt 1967).

Die Anwendungstechnik in geschlossenen Obstanlagen konzentriert sich auf das Spritz-Sprühverfahren mit Bodengeräten und muß wie im Weinbau den Anbauformen angepaßt sein. Vergleichende Untersuchungen zur Pflanzenschutzgerätetechnik sind von Mauch (1964, 1966, 1967, 1968) auf einer von ihm künstlich angelegten und kürzlich auch für den Hopfenbau erweiterten sowie einer natürlichen Prüfstrecke durchgeführt. Danach sind die Gerätetypen ihrer Auslegung, Ausstattung und Leistung entsprechend in Gruppen zusammengefaßt.

Daraus wird der Schluß abgeleitet, daß neuere kombinierte Zapfwellen-Spritz-Sprühgeräte mit Axialgebläse und Hochdruckverdüsung den pneumatisch verdüsenden Geräten hinsichtlich der Qualität der Brüheverteilung und auch ökonomisch überlegen sind und daß bei optimaler Ausbringetechnik eine wesentliche Einsparung von Spritzbrühe und Mitteln möglich ist. Mauch (1967) kam zu folgenden konkreten Geräte-Vorschlägen für normale Böden und Hanglagen bis zu  $10 \text{ ‰}$ :

1. für Reihenabstände von  $6\text{--}8 \text{ m}$  und  $6 \text{ m}$  Höhe der Kronen eine Pumpenleistung von  $60\text{--}80 \text{ l/min}$  bei  $20\text{--}30 \text{ atü}$  mittlerem und bis  $55 \text{ atü}$  maximalem Druck,  $30\,000\text{--}40\,000 \text{ m}^3$  Luftfördermenge, zweiseitig, und  $40\text{--}50 \text{ m/sek}$  Luftgeschwindigkeit,  $12\text{--}18$  Düsen, Kraftbedarf an der Zapfwelle  $22\text{--}30$ , insgesamt  $28\text{--}38 \text{ PS}$ ;
2. für Reihenabstände von  $3\text{--}5 \text{ m}$  und  $4 \text{ m}$  Höhe der Kronen Pumpen von  $40$  bis  $60 \text{ l/min}$  bei  $20\text{--}30 \text{ atü}$  mittlerem und  $50 \text{ atü}$  höchstem Druck,  $10\,000$  bis

20 000 m<sup>3</sup> Luftfördermenge bei 35–40 m/sek Luftgeschwindigkeit, 10–12 Düsen, Kraftbedarf an der Zapfwelle 15–22 PS, insgesamt 25–32 PS.

Die Fahrgeschwindigkeit bei derartigen Einsatzbedingungen sollte 2–4 km/h betragen. Bei höheren Geschwindigkeiten ergeben sich bei weiteren Reihenabständen und höheren Baumformen negative Auswirkungen für die Verteilung der Sprühtropfen.

Aufgrund neuer Untersuchungen weist *M a u c h* (1968) darauf hin, daß zu große Luftleistungen der Geräte auch nachteilig sein können, wenn die Fahrgeschwindigkeit nicht entsprechend erhöht wird. Reihenabstand, Baumgröße und -form sowie Gebläseleistung und Fahrgeschwindigkeit der Geräte müssen also zur Erzielung einer optimalen Verteilungsgleichmäßigkeit gut aufeinander abgestimmt sein. Bei Windgeschwindigkeiten über 3 m/sek ist mit keinem Gerät ein zuverlässiges Arbeiten mehr möglich. Eine Gebläseleistung von 55 000 m<sup>3</sup> ist noch bei Seitenwind von 2,4–3 m/sek, 30 000–40 000 m<sup>3</sup> bei 1,5–2 m/sek, 20 000–22 000 m<sup>3</sup> bei kleineren Windgeschwindigkeiten bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3 km/h ausreichend.

Düsenarten üblicher Verwendung geben beim Auffangtest ähnliche Spritzbilder. Das Tropfenbild wird mit abnehmender Öffnungsweite und Durchflußmenge feinkörniger und gleichmäßiger, besonders beim Gegenstromprinzip. Bei Gegenstrom wird aber die Reichweite geringer. Für jede Düse wird ein Sprühwinkel von etwa 20°–25°, insgesamt also für 12 Düsen ein Streuwinkel von 240° als zweckmäßig angegeben. Mit doppelter Düsenzahl lassen sich jedoch bessere Ergebnisse erzielen. Die Düsenabstände sollten nach oben zu enger oder ihre Öffnungen in geeigneter Staffelung größer werden (*M a u c h* 1968).

Bei kleinen Spritzgeräten bestimmen die Verwendung von Kunststoffen für fast alle Geräteteile und eine große Variabilität der Formen die Entwicklung. Ihre Ausrüstung mit Flachstrahldüsen ist nur für begrenzte Einsatzbereiche zweckmäßig. Bei den Schutzschirmen muß der Öffnungswinkel auf den Abspritzwinkel der Düse abgestimmt sein. Zweiseitig abgefachte Schutzschirme ermöglichen ihren Einsatz bei unterschiedlichen Reihenweiten der Kulturpflanzen.

Kleine fahrbare Geräte mit Strahlrohr oder Breitspritzrohr werden in allen Variationen, vor allem auch für spezielle Anwendungsbereiche, gebaut.

In Zusammenarbeit zwischen der Biologischen Bundesanstalt und der Fachunterabteilung „Pflanzenschutzgeräte“ in der Landmaschinen- und Ackerschleppervereinigung sind 1967 als Richtlinie für die Entwicklungsarbeit der Gerätehersteller und für die amtliche Prüfung die „Anforderungen an Feldspritzgeräte“ erarbeitet worden. Sie sollen der technischen Entwicklung entsprechend laufend angepaßt und ergänzt werden.

Inzwischen wurden zahlreiche, diesen Anforderungen gerecht werdende, darunter auch kleinere und relativ preisgünstige Feldspritzgeräte entwickelt. Technische Fortschritte auf den verschiedensten Gebieten haben diese Bemühungen begünstigt (*O s t a r h i l d* 1968, *N o r d b y* 1968).

Einige Gesichtspunkte verdienen in diesem Zusammenhang besondere Beachtung:

1. Da Tröpfchenspektrum und Spritzwinkel druckabhängig sind, sollte für den jeweils eingesetzten Düsentyp nur ein bestimmter, optimaler Druck verwendet werden. Die zusammenfassende Darstellung von *E b e l i n g* (1963) und viele

neuere Untersuchungen zeigen, wie differenziert und vielschichtig die Zusammenhänge zwischen Applikationstechnik und Wirkung der Mittel sind. Diese Erkenntnisse lassen erwarten, daß künftig die Applikationsform im Hinblick auf Bedeckungsgrad, Tropfengröße, -zahl und -verteilung und die Art der Kulturpflanzen stärkere Beachtung fordern wird. Inwieweit auch die Beeinflussung der Düsenfunktionen durch Temperatur, Viskosität und andere Eigenschaften der Mittelaufbereitung im Spritzverfahren zu berücksichtigen ist, bleibt zu klären.

Aus Untersuchungen G o o s s e n s (1959) ist bekannt, daß genügend wirksame Rührwerke die beachtlichen, in den Brühebehältern auftretenden Konzentrationsschwankungen in bestimmten Grenzen zu halten vermögen. Eigene Arbeiten haben gezeigt, daß es dazu einer nach der Behälterform ausgerichteten, erheblichen Rührwirkung bedarf. Das gilt für alle Arten von Rührwerken und um so mehr, wenn gefordert wird, Bodensätze durch das Rührwerk wieder in Schwebelage zu bringen. Beispiele für neuartige, zweckmäßige und zugleich preisgünstige Lösungen, vor allem über Injektorwirkungen, sind vorhanden.

Die Rollenpumpen sind etwas in den Hintergrund getreten, dafür haben Membranpumpen an Bedeutung gewonnen. Es scheint auch, daß durch Verwendung neuartiger Materialien Fortschritte in der Strapazierfähigkeit erzielt worden sind. Kolbenpumpen haben ihre Stellung gefestigt (O s t a r h i l d 1968 u. v. a.).

Die Flachstrahldüsen mit Abspritzwinkeln von  $110^\circ$  und  $120^\circ$  beherrschen zur Zeit das Feld. Die Ausstoßgenauigkeit und Verteilungsgleichmäßigkeit liegen bei anerkannten Düsen im Rahmen der Anforderungen und werden zunehmend günstiger. Die Präzision der Fertigung scheint nach einigen Mängeln jetzt genügend gesichert. In einer Hunderterserie von Handelsware fanden wir keinen Ausreißer mehr. Auch S i e p m a n n und v. d. W e e r d (1968) bestätigen bei derartigen Düsen gute Gleichmäßigkeit von Ausstoß und Verteilung. N o r d b y (1968) hat die gesamte Problematik der Düsen an Feldspritzgestängen ausführlich unter Auswertung der diesbezüglichen Literatur dargestellt.

Düsenmundstücke aus V 2 A-Stahl haben mindestens  $\frac{1}{3}$  weniger Verschleiß als solche aus Messing, für die bei 200stündigem Einsatz nach S i e p m a n n und v. d. W e e r d (1968) etwa 10 % anzusetzen sind. Flachstrahldüsen mit größerem Abspritzwinkel sind mit gleicher Exaktheit schwieriger herzustellen. Das zeigt sich vor allem bei Düsentypen mit 2 Bohrungen. Ähnliches gilt für schräg nach einer Seite abspritzende Düsen. In immer stärkerem Maße ist man bemüht, weitere Düsentypen, insbesondere auch Hohlkegel- und Vollkegeldüsen, mit gleicher Präzisionsleistung zum Einsatz an einem Breitspritzrohr herzustellen. Erste Erfolge sind bereits erzielt. Kunststoffdüsen gleicher Präzision konnten offenbar bisher nicht gefertigt werden.

Die anerkannten Düsentypen bringen lediglich in einem bestimmten Abstandsbereich von der Aufschlagfläche eine ausreichende Verteilung. Nur in diesem Bereich sind vertikale Gestängeschwankungen vertretbar. Deshalb muß eine entsprechende Stabilität des Gerätes, des Gestänges und seiner Ausleger verlangt werden. Noch negativer sind horizontale Schwankungen der Ausleger zu beurteilen, die ihre Ursache meist in nicht genügend festen Gelenken haben.

Die neu entwickelte „PLATZ-O-MATIC“, allerdings nur bei Geräten mit Kolbenpumpen einsetzbar, soll der Sicherheit exakter Dosierung durch automatische Regulierung des Brüheausstoßes bei Änderung der Fahrgeschwindigkeit und des

Druckes dienen. Auch von anderen Firmen werden entsprechende Einrichtungen angekündigt. Ihre Bewährung bleibt abzuwarten.

Zur Durchführung des Spritzverfahrens in einer Reihe von Sonderkulturen, wie im Weinbau (Ehrenhardt 1967), Obstbau (Mauch 1967), Baumschulen oder zur Böschungsbehandlung (Holz und Rieth 1964), wurden Spezialkonstruktionen von Spritzgestängen, die den Pflanzenbeständen angepaßt sind, geschaffen. Diese Geräte werden bei besonderen Anbauverhältnissen mit Spezial-Schleppertypen eingesetzt, beispielsweise mit Portal- oder Stelzenschleppern oder den Schmalspurschleppern.

Bemerkenswert ist auch im Gemüse- und Zierpflanzenbau die zunehmende Verwendung von Arbeitswagen, die mit bestimmter Geschwindigkeit die Bestände überfahren und, wie mit Arbeitsgeräten anderer Art, auch mit Spritz- oder Sprüheinrichtungen für Pflanzenschutz ausgerüstet werden können (Müller 1968, Silber 1968).

Dem Übergang zur Beregnung und zum Gießverfahren mag ein Hinweis auf neuere Düsentypen, wie Vibrajets, dienen, die bei Ausbringung großer Tropfen zur Vermeidung der Abtrift für bestimmte Verfahren der Herbizidanwendung vorgesehen sind. Diese Düsen arbeiten mit geringen Drücken unter Einschaltung elektrischer Impulse. Die Ausbringung der Brühe entspricht etwa der Art einer Brause. Die Einstellmöglichkeit ist bisher nicht sehr glücklich gelöst. Gießgeräte zur Reihenbehandlung finden kaum noch breitere Anwendung. Wo derartige Verfahren bei der Gemüsefliegenbekämpfung noch angewandt werden, bedient man sich zumeist der Bandspritzgeräte oder der Unterblattspritzeinrichtungen mit entsprechenden Düsen. Die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit stationären Beregnungsanlagen wird, vor allem im Obst- und Weinbau sowie im Zierpflanzenbau, immer wieder aufgegriffen. Verschiedentlich wurde, zuletzt von Will (1968), über befriedigende Ergebnisse im Obstbau berichtet. Interessant scheinen diese Fragen vor allem im neuzeitlichen Gartenbau unter Glas zu werden.

Die Schwierigkeit einer gleichmäßigen Ausbringung von Granulaten und Mikrogranulaten liegt vor allem darin, daß diese in ihrem spezifischen Gewicht, im Korngrößenspiegel sowie in manchen weiteren Eigenschaften sehr variieren (Anonym 1962, Becker und Costel 1962, Lovely 1963 u. v. a.). Die Ausbringung durch die Praxis erfolgte bisher durchweg mit Stäubegeräten verschiedenster Art, Düngerstreuern, Drillmaschinen oder ähnlichen Geräten. Lediglich für die Ausbringung von Granulaten bei Kartoffeln sind spezielle Zusatzgeräte zu Kartoffellegemaschinen vorhanden (Kercher 1962).

Das von der Fa. Platz zunächst konzipierte Gerät zur Ausbringung von Mikrogranulaten hat die Erwartungen nicht erfüllen können. Soweit mir bekannt, ist eine neue Konzeption in Vorbereitung, deren Leistungsgrenze abgewartet werden muß.

Die Genauigkeit der Mittelverteilung durch diese Geräte bleibt meiner Kenntnis nach bisher allgemein deutlich hinter der von Spritzgeräten zurück. Lediglich für die Reihenausbringung mit dem Sembdner-Gerät liegen bisher brauchbare Erfahrungen vor (Crüger 1968). Inwieweit die vorhandenen pneumatisch arbeitenden Drillmaschinen und Düngerstreuer auch für die Flächenbehandlung mit Granulaten geeignet sind, ist noch zu untersuchen.

Die an verschiedenen Stellen erstellten Geräte zur Unkrautbekämpfung durch Abflammen haben sich bisher nicht durchsetzen können (Preuschen 1968).



Die Applikation von Pflanzenschutzmitteln durch Luftfahrzeuge hat in der Bundesrepublik im Vergleich zu anderen Ländern bisher nur geringen Eingang gefunden (Leib 1967). Zumeist handelte es sich dabei um Probeeinsätze, wenn auch zum Teil erheblichen Ausmaßes. Die meisten davon sind Sprüheinsätze. Das Ergebnis, von der Wirkung her und ökonomisch gesehen, hat bisher nur dort eine gewisse Überlegenheit gegenüber Bodengeräten gezeigt, wo deren Einsatz besondere Schwierigkeiten verschiedenster Art und Ursache gegenüberstanden. Insgesamt kann wohl so formuliert werden, daß die Präzision der Dosierung und Verteilung der Mittel gut arbeitender Bodengeräte bisher von der Leistung der Luftfahrzeuge noch nicht übertroffen, in manchen Bereichen auch noch nicht ganz erreicht wird (Ehrenhardt 1967, Engel 1966). Kerksen (1963, 1967, 1968) hat die Problematik des Einsatzes von Starrflügelmaschinen für Pflanzenschutzmaßnahmen im Sprühverfahren eingehend beleuchtet. Diese Gesichtspunkte treffen im weiten Rahmen, wenn auch teilweise abgewandelt, ebenfalls für den Hubschraubereinsatz zu.

Die größte Schwierigkeit liegt ganz zweifellos bei dem großen Einfluß, den atmosphärische Verhältnisse, teils im Zusammenwirken mit den Geländegegebenheiten, im Zusammenhang mit der höheren Geschwindigkeit und dem höheren Abstand über den Pflanzen, ausüben. Man hat versucht, diesen Schwierigkeiten sowohl für das Sprüh-, Stäube- und Granulatstreuverfahren durch eine entsprechende Ausrüstung der Aggregate zu begegnen. Zusätzlich wurden Erfolge dadurch erzielt, daß durch Verwendung bestimmter Stoffe, beispielsweise Vistic oder Norbak (Byrd and Seymour 1964), die Abtriftgefahr wesentlich verringert werden konnte. Durch Konstruktion von ganz neuartigen Düsentypen (Spraying-Systems) oder durch sogenannte „rotary atomizer“ gelang es, Aufwandmengen bis herunter zu weniger als 0,3 l/kg/ha zu verteilen.

Man weiß schon lange, daß auch Eigenschaften der Mittelaufbereitungen die Art der Ausbringung durch die Düsen erheblich beeinflussen können und berücksichtigt dieses bereits beim Sprühen. Interessante, eingehendere Kenntnisse darüber wurden in jüngster Zeit vornehmlich durch amerikanische Untersuchungen gewonnen, die mir die Firma Schaumlöffel in dankenswerter Weise zugänglich machte. Kritische Faktoren sind das spezifische Gewicht, die Temperatur, die Viskosität, die Oberflächenspannung und der Strahldruck oder „Impact“ der Flüssigkeit. Es ist natürlich, daß solche Auswirkungen um so stärker sind, je weniger Material je Flächeneinheit ausgebracht wird. Diese Faktoren wiederum wirken sich je nach Düsenart ganz unterschiedlich aus. So liegen bei Luftstrahldüsen in dieser Hinsicht ganz andere Verhältnisse vor als bei den üblichen Düsenformen. Diese Einflüsse können recht bedeutend sein. Sie sind in Tabellen und Formeln festgelegt, so daß sie bei den Einsätzen berücksichtigt werden können.

Wenn auch die Verteilung bei der Applikation aus der Luft bislang noch Wünsche offen läßt, so sind diese Verfahren doch in zügiger Weiterentwicklung begriffen (Kerksen 1968). Überall werden zur Zeit Neuformulierungen zahlreicher Wirkstoffe für das ULV-Verfahren erprobt.

Hinsichtlich der Staubausbringung durch Luftfahrzeuge besteht wohl Gemeinsamkeit in der Auffassung, daß der Hubschrauber für diesen Zweck weniger geeignet ist. Im Weinbau hält Ehrenhardt (1967) die Applikation von Stäubemitteln aus der Luft mit Starrflüglern unter günstigen Verhältnissen für

ein entwicklungsfähiges Verfahren. Engel (1966) hat über gute Erfolge von Granulatausbringungen durch Hubschrauber berichtet.

Für Stäube und Granulate kommt erschwerend hinzu, daß die Eigenschaften der Trägerstoffe, die Körnung und Granulierung sehr unterschiedlich sind und daß die Schaffung von geeigneten Zuteilungsmechanismen und Dosierungseinrichtungen (Lovely and Cunningham 1959) deshalb Schwierigkeiten macht. Die Eigenschaften auch dieser Mittelaufbereitungen werden ebenfalls durch zahlreiche Faktoren beeinflusst (Anonym 1962).

Die Untersuchungen auf Verteilungsgleichmäßigkeit bei all diesen Verfahren erfolgen fast ausnahmslos mit Auffangmethoden (Kerssen 1963). Es wäre wünschenswert, wenn auch die BBA sich in die Untersuchungen über die Eignung der verschiedensten Ausbringaggregate an Luftfahrzeugen einschalten könnte.

Die Zweite Internationale Konferenz über die Mechanisierung des Feldversuchswesens in Braunschweig (IAMFE) 1968 hat gezeigt, daß auch in der übrigen Welt bisher keine universell brauchbaren Lösungen für pflanzenschutzliche Versuchsgeräte gelungen sind. Interessenten darf ich auf die zusammenfassenden Darstellungen von Nordby (1968) verweisen. Ich vertrete die Auffassung, daß nach Beseitigung der an dem Parzellenspritzgerät von Matke zunächst vorhandenen Mängel, beispielsweise hinsichtlich der Spritzbrühverteilung, der Kupplung, der Pumpe, der Stabilität und des Brühbehälters, wenigstens ein gewerblich hergestelltes Gerät zur Verfügung steht, das für bestimmte Versuchsgruppen geeignet ist. Daneben wird meines Erachtens ein anderes leichter fahrbares Gerät mit genügend breitem Radstand benötigt, um eine einwandfreie Behandlung höherer Pflanzenbestände in Versuchen zu ermöglichen. Ich sehe die günstigste Lösung dafür nach wie vor in einer leichten Karre in Kombination mit wahlweise getragenen Behälter, Antrieb und Armatur. Walther (1968) hat ein Parzellengranulatstreugerät entwickelt. Selbstfahrbare Geräte zur Behandlung von Parzellen auf einem Geräteträger, wie z. B. ein von Sipos (1968) bei der BASF konstruiertes, werden vorerst für Pflanzenschutzämter nur in Einzel-exemplaren erschwinglich sein. Ich glaube aber, daß es durchaus möglich wäre, geeignete Lösungen, vielleicht auch ein Universalaggregat mit Zusatzeinrichtungen zum Spritzen, Sprühen, Gießen, Granulatstreuen und Stäuben zu finden, und hielte es für sehr wünschenswert, wenn an einer Stelle personell und materiell die Möglichkeiten für eine derartige Entwicklung geschaffen werden könnten.

Hinsichtlich der Laborspritz- und -streugeräte sind brauchbare Entwicklungen erfolgt (Danielson and Mullins 1963, Kersting 1967), die weiter ausgebaut werden konnten (Abb. 1).

Auch die Methodik der Geräteprüfung konnte in letzter Zeit verbessert werden (Abb. 2 u. 3). Die Verteilungsgleichmäßigkeit von Spritzgeräten wird allgemein mit „Rinnenblechen“ gemessen. Eine senkrecht stehende scharfe Trennkante in der Meßfläche ist jedoch erforderlich, wie eigene Untersuchungen gezeigt haben (Abb. 4). Für die Prüfung von Geräten im Obstbau hat Mauch (1966, 1967) ein neues Verfahren erarbeitet. Die bisherigen Methoden zur Ermittlung der Verteilungsgleichmäßigkeit beim Sprühverfahren, bei Stäubemitteln und Granulaten sind noch sehr zeitraubend und dringend verbesserungsbedürftig. Zu begrüßen sind neue Schnellmethoden zur Ermittlung von Tropfenspektren und durchschnittlichen Tropfengrößen der Düsen mit Hilfe komplizierter, elektronenoptischer Geräte (Schäumloffel 1968). Es wäre sehr erwünscht, wenn

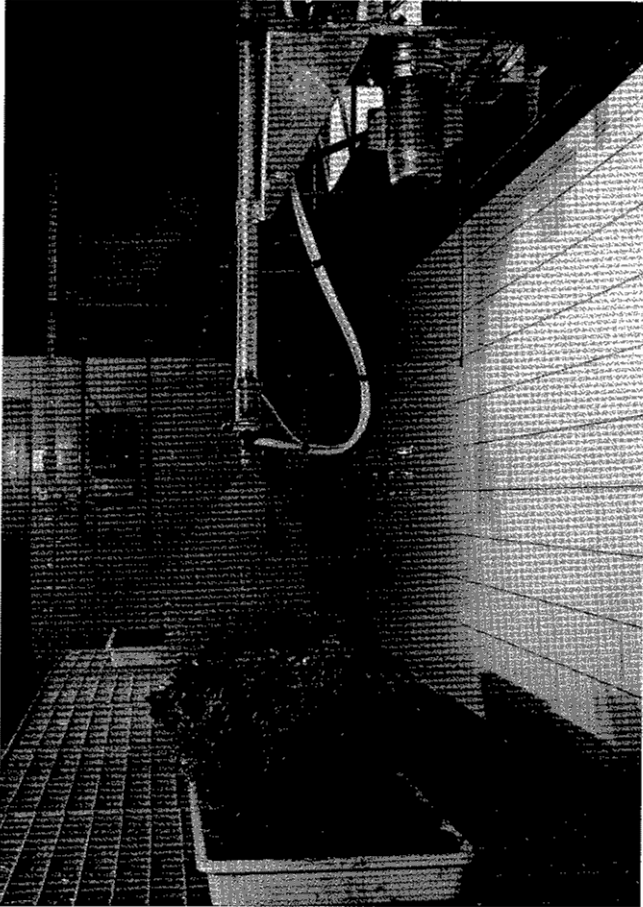


Abb. 1. Weiterentwicklung des „Versuchsspritzgerät Münster“ (Kersting 1967). Die Verwendung geeichter Düsen, einzeln oder im Verband an einem Gestänge, bei konstanter Fahrgeschwindigkeit zwischen 0,5 und 10 km/h und konstantem Druck in gewünschter Höhe bis zur völligen Entleerung des Behälters ermöglicht exakte Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Foto: Broll, Münster.

entsprechende Einrichtungen auch in der Bundesrepublik wenigstens bei einer Prüfstelle geschaffen werden könnten. Hinsichtlich der Prüfmethode und ihrer Anpassung an neue technische Möglichkeiten sowie der Ausrichtung auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse bleibt jedoch noch sehr viel Arbeit zu leisten. Ich glaube, die wichtigste Aufgabe in dieser Hinsicht liegt darin, sicherzustellen, daß diese Probleme überhaupt eine zeit- und sachgemäße Bearbeitung auch in der Bundesrepublik finden.

Das neue Pflanzenschutzgesetz sieht für Pflanzenschutzgeräte eine obligatorische Zulassung nicht vor. Es gibt lediglich der zuständigen Behörde unter der Voraussetzung entsprechender Rechtsverordnungen die Möglichkeit, Maßnahmen

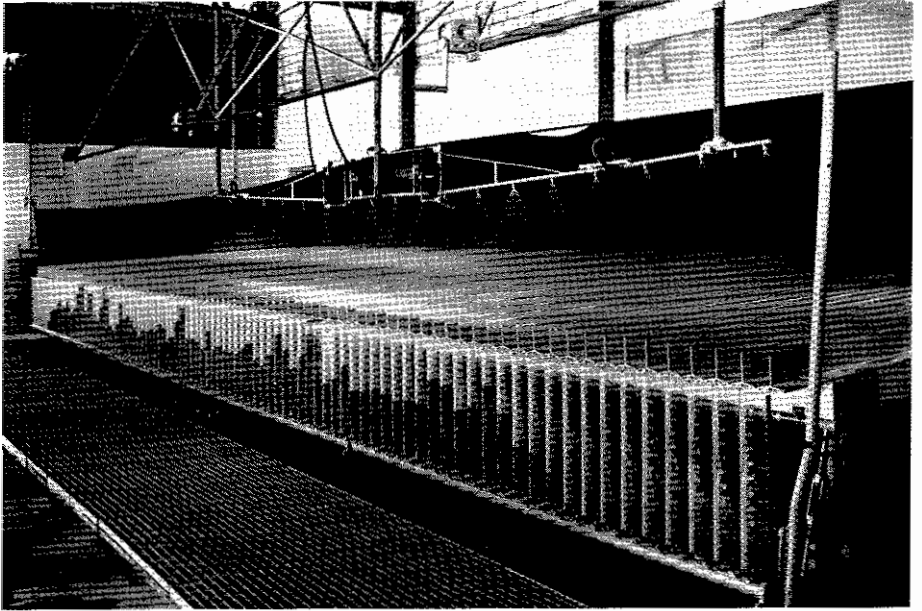


Abb. 2. Ein beim Pflanzenschutzamt Münster neuentwickelter Prüfstand von 10 m Arbeitsbreite mit senkrechten Trennkanten in 10 cm Seitenabstand gestattet eine schnelle und genaue Ermittlung der Verteilungsgleichmäßigkeit von Feldspritzgeräten; hier als Beispiel ein sehr ungleich verteilendes Gerät. Foto: Broll, Münster.

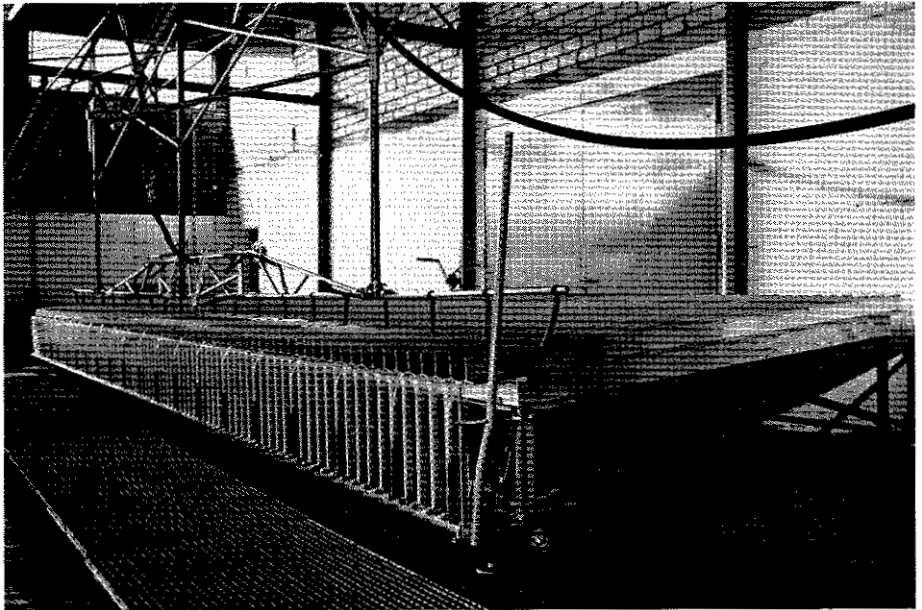


Abb. 3. Der Prüfstand für Feldspritzgeräte ermöglicht gleichfalls eine schnelle und einwandfreie Feststellung der Ausstoßgleichmäßigkeit der Düsen; als Beispiel ein gutes Ergebnis. Foto: Broll, Münster.

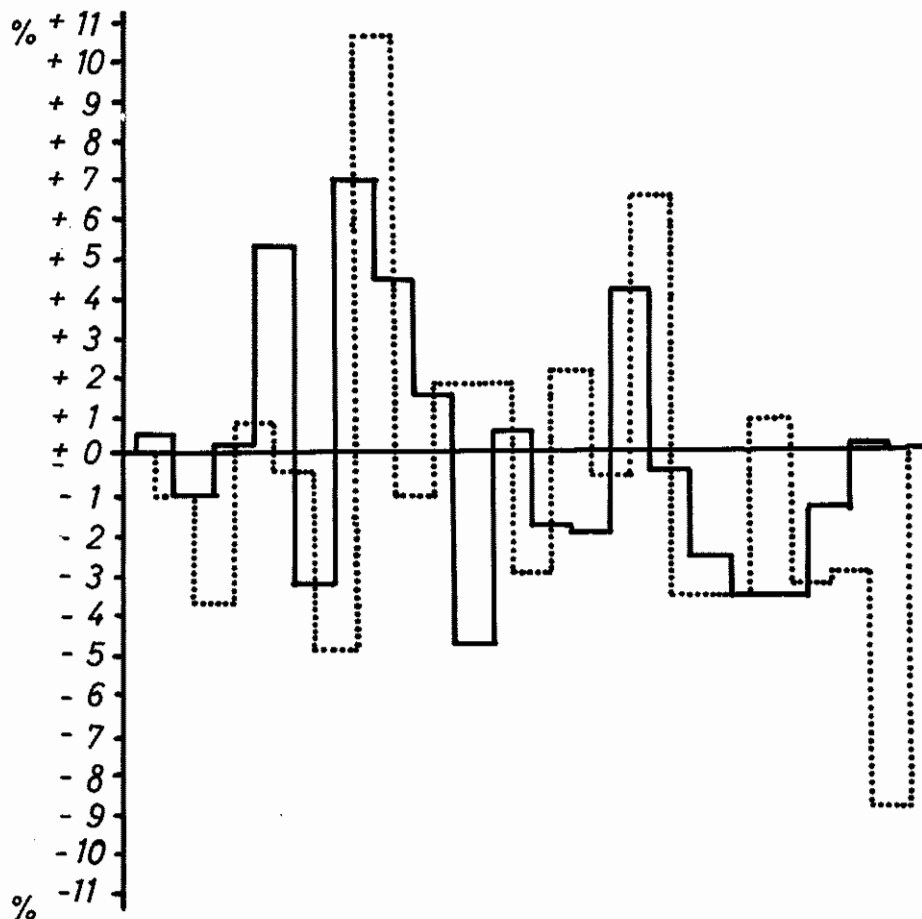


Abb. 4. Abweichungen der Meßergebnisse bei Verwendung von Meßeinrichtungen mit abgerundeter, schrägläufiger Trennung (.....) des Spritzschleiers von solchen mit senkrechter, scharfer Trennung (————) bei einem Spritzrohr mit 110°-Düsen und guter Verteilungsgleichmäßigkeit. Die Meßbilder sind zur Verdeutlichung der Differenzen seitlich versetzt.

zur Vermeidung von Gefahren für die Gesundheit von Mensch und Tier durch Mittel, Geräte und Verfahren des Pflanzenschutzes zu treffen. In diesem Zusammenhang ist festzustellen, daß der Anteil amtlich geprüfter und anerkannter Pflanzenschutzgeräte an dem Gesamtangebot des Marktes leider nur relativ gering ist, jedenfalls im Vergleich zu dem Sektor Pflanzenschutzmittel. Von bestimmten Gerätegruppen sind überhaupt keine Maschinen der amtlichen Prüfung zugeführt worden. Ich glaube, daß auch in dieser Hinsicht eine einheitliche Grundeinstellung des Pflanzenschutzdienstes viel zur Besserung der Situation beitragen könnte. Wenn man weiß, daß selbst bei neuen nicht anerkannten Feldspritzgeräten Unterschiede in der Verteilungsgleichmäßigkeit von  $\pm 100\%$  nicht selten sind und daß diese Verhältnisse bei gebrauchten Spritzen durchweg noch

weit schlechter liegen, so ergibt sich für den Pflanzenschutzdienst daraus die Frage, welche Möglichkeiten ihm zur Verfügung stehen oder geschaffen werden müssen, der Praxis die erforderlichen Hilfen zur Vermeidung des Einsatzes von Geräten mit derartigen Mängeln und ihren Folgen zu geben. Mir scheint, daß dem Pflanzenschutzdienst nur der Weg einer erstklassigen, fachlichen Intensivberatung aller Gerätebesitzer, nicht nur der gewerbsmäßig tätigen, verbleibt. In geeigneten Landmaschinenstationen und -werkstätten müssen ferner die Voraussetzungen zur Durchführung planmäßiger Inspektionen auch für Pflanzenschutzgeräte geschaffen werden, wie sie für andere Maschinen bereits eingerichtet sind. Der Pflanzenschutzdienst kann dabei beratend mitwirken. Darüber hinaus müssen aber meines Erachtens auch die Möglichkeiten zu einer sachgemäßen und auch genauen Überprüfung von Pflanzenschutzgeräten der Praxis durch den Pflanzenschutzdienst selbst in allen Ländern der Bundesrepublik geschaffen werden. Bei einigen Pflanzenschutzämtern ist damit begonnen worden. Es wäre allerdings sehr erwünscht, wenn diese Bemühungen in etwa gleichsinnig durchgeführt würden.

#### S u m m a r y

A short review is given of the present status and the prevalent tendency in the development of the most important types of plant protection machinery including their fundamental principles. The main techniques for exact dosing, equal distribution and precise spray deposit placement of the applied chemicals are discussed as well. Special attention is paid to recently developed application-methods likewise the Low-Volume and Ultra-Low-Volume-Application and their suitability for aerial treatment. Attempts to minimize the possible drift of sprays are discussed. The construction of suitable applicators for the exact treatment of test-plots with the different formulations of pesticides and herbicides is given special regard. Special suggestions deal with the completion and rationalization of the test-methods for applicators and the latest results of adequate research. The progress in this research work is underlined. Detailed suggestions for the guaranteed performance of qualified applicators for practical use comprise proposals how to avoid any danger for the health of men and animals as well as for injuries to plants.

#### L i t e r a t u r

- A n o n y m , Granular insecticides research developments and uses. — U.S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv., ARS Spec. Rept. 1962, 22–78.
- , Biol. Bundesanst. Braunschweig, Protokoll über die Arbeitsbesprechung „Bisambekämpfung“ am 27. 10. 1964 in Minden/Westf.
- , Biol. Bundesanst. Braunschweig, Protokoll über die Arbeitsbesprechung „Bisambekämpfung“ am 1.–2. 6. 1967 in Trier.
- , Maschinenprüfbericht der Deutschen Landwirtschaftsges. Nr. 1037, Gruppe 5 b / 11. Frankfurt/M., April 1964.
- B e c k e r , C. F., and C o s t e l , G. L., Metering and distributing granular carries for pesticides. — Winter Meet. Am. Soc. Agric. Engin. Chicago, Pap. No. 62 1962, 609. Agric. Engin. Sect., Univ. Wyoming, Laramie, Wyo.
- B o c h o w , H., Gegenwärtige Tendenzen in der Bodenentseuchung. — Dtsch. Gartenbau 13. 1966, 127–129.

- Byrd, B. C., and Seymour, K. G., Wind tunnel studies of thickened and particulate sprays. — Winter Meet. Am. Soc. Agric. Engin. Pap. No. 64. 1964, 609 D, New Orleans/Louisiana.
- Crüger, G., Schriftl. Mitteilung, Fischenich, 13. 8. 1968.
- Danielson, L. L., and Mullins, J. F., A granular herbicide spreader for laboratory and greenhouse experiments. — U.S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv., ARS 1963, 34–61.
- De Almeida Leme, H., and Ometto, D. A., Nematocide application equipment submitted to the second international Conference on mechanization of field Experiments (IAMFE and DLG), Braunschweig 1968.
- D'Herde, J., en Vanden Brande, I., Een nieuwe machine voor bodenfumigatie. — Meded. Landbouwhogesch., Opzoek.stat. Gent 24. 1959, 637–644.
- Ebeling, W., Analysis of the basic processes involved in the deposition, degradation, persistence, and effectiveness of pesticides. — Resid. Rev. 3. 1963, 35–163.
- Ehrenhardt, H., Schädlingbekämpfungsgeräte — Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung im Weinbau. — Dtsch. Weinbau 21. 1966, 321–328.
- , Vergleichende Untersuchungen über den Einsatz von Hubschrauber und Starrflugzeug zur Schädlingbekämpfung im Weinbau. Vortrag anlässlich der Tagung des IAAC vom 10.–12. 10. 1967 in Neustadt a. d. W.
- , Stand der weinbaulichen Pflanzenschutztechnik und ihre Probleme. — Dtsch. Weinbau 22. 1967, 44–52.
- Elston Industries, Ltd., Prospektmaterial. — Manitoba, Canada, 1967.
- Engel, H., Granulatausbringung vom Hubschrauber bei der Maiszünslerbekämpfung. — Gesunde Pflanzen 18. 1966, 258–262.
- Gaudschau, M. D., Wühlmausbekämpfung mit Auspuffgasen von Benzinmotoren. — Anz. Schädl.kunde 29 1956, 70–73.
- Goossen, H., Methode zur Prüfung von Rührwerken in Pflanzenschutzgeräten. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 11. 1959, 113–115.
- Großmann, P., Ist die chemische Bodenentseuchung im Gemüse- und Erdbeeranbau wirtschaftlich? — Mitt.bl. Landesverb. Gartenbau, Landw. Berlin 18. 1967, Nr. 1, S. 38.
- Hasselbach, R., Großflächenversuch zur Schädlingbekämpfung im Weinbau. — Weinberg u. Keller 14. 1967, 49–54.
- Hedén, Å., und Ulfvarson, U., Eine Erörterung der Bedeutung der Verteilung für die Anwendbarkeit des Feuchtbeizverfahrens in der Praxis. — Phytopath. Ztschr. 48. 1963, 397–414.
- Holz, W., und Rieth, G., Ein Großgerät für die Grabenspritzung. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 14. 1962, 61–62.
- Ihlemann, W., Ist die *Rhizoctonia*-Bekämpfung im Pflanzkartoffelbau lohnend? — Gesunde Pflanzen 17. 1965, 80–83.
- Jacob, M., Untersuchungen über Möglichkeiten der Feuchtbeizung zur Entseuchung von Gladiolenpflanzgut. — Arch. Gartenbau 14. 1966, 183–192.
- Kahl, E., Ein Beitrag zur Kenntnis der arbeitshygienischen Belange beim Beizen von Saatgut. — Pflanzenschutzberichte, Wien, 35. 1967, 49–57.
- Kaufmann, H.-G., und Förtsch, C., Rationelle Erddämpfung durch Wahl geeigneter Dämpfungsmethoden. II. Dämpfen von Grundbeeten. — Dtsch. Gartenbau 13. 1966, 262–264.
- Kercher, A., Anwendung systemischer Insektizide zur Vektorenbekämpfung im Pflanzkartoffelbau. — Kartoffelbau 13. 1962, 68.

- Kerssen, M. C., De verdeling van de spuitvloeistof bij het spuiten met vliegtuigen (The distribution of spray liquid at spraying by airplane). — Landbouwkdg. Tijdschr. 75. 1963, 67—80.
- , De Landbouwluchtvaart in 1967. — Ber. Inst. Plantenziekt. Onderz., Wageningen 1968.
- Kersting, F., Ein automatisch arbeitendes Spritzgerät für herbizide Laborversuche. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem H. 121. 1967, 285—288.
- Kiefer, W., Untersuchung über die Brauchbarkeit von Großraumgeräten im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren. — Dtsch. Weinbau 22. 1967, 53.
- Koch, H., und Goossen, H., Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes. In Sorauer: Handb. Pfl.krankh. VI. (2. Aufl.) 1961, 303—554, 609—627.
- Lange, H., Kartoffelbeizung mit Ceresan-Naßbeize als Gemeinschaftsaktion. — Kartoffelbau 13. 1962, 174.
- Leib, E., Das Flugzeug im Pflanzenschutz. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 19. 1967, 97—98.
- Lindemann, A., Schickedanz, F., und Hönick, A., Über die unkrautbekämpfende Wirkung des Bodenentseuchungsmittels „Terabol“. — TASPO Nr. 19. 1964.
- Lindström, O., Mechanism of liquid seed treatment.. — J. agric., Food Chem. 6. 1958, 283—298.
- Lovely, W. G., and Cunningham, F. M., Characteristics of an aircraft distributor for granular materials. — U.S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv., ARS 1959, 42—45.
- Mathes, A., Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln. — Gartenwelt 68. 1968, 347—348.
- Mauch, A., Der Wirkungs- und Einsatzbereich von fahrbaren Pflanzenschutzgeräten im Obstbau. — Obstbau 85. 1966, 49—53.
- , Untersuchungen über die Arbeitsweise von fahrbaren Pflanzenschutzgeräten für den Obstbau. — Erwerbsobstbau 6. 1964, 130—136.
- , Die Ausbringetechnik bei Spritzen und Sprühen im Obstbau. — Obst und Garten, Beilage zu: Bad. Obst-, Gartenbauer Nr. 5. 1967, 17—24.
- , Schriftliche Mitteilung, Bavendorf 1968.
- Müller, I., Gießwagen ersetzt Arbeitsstunden. — Gartenwelt 68. 1968, 388—389.
- Nordby, A., Experimental sprayers, principles and use investigation on spraybooms used in plot sprayers. — Norweg. Inst. Agric. Engin., Vollebakk-Norway, Pap. No. 30. 1968.
- Ostarhild, H., Der Stand der Technik im Pflanzenschutzgerätebau. — Landtechnik H. 6. 1968.
- Preuschen, G., Unkrautbekämpfung durch Abflammen. — Mitt. Dtsch. Landw.Ges. 83. 1968, 841—844.
- Schaumlöffel, W., Spraying Systems Co. Tropfengrößen-Analysator. Hamburg 1968.
- Schmidt, E., und Wenninger, H., Über neue Verfahren zur Bekämpfung der Flugbrandarten von Gerste und Weizen in der Deutschen Demokratischen Republik. — Nachr.bl. dtsch. Pfl.schutzd., Berlin, N. F. 17. 1963, 48—55.
- Schrader, E., *Rhizoctonia* an Kartoffeln und ihre Bekämpfung. — Gesunde Pflanzen 14. 1962, 145—150.



- Seymour, K. G., and Byrd, B. C., Wind tunnel Evaluation of spray drift potential. — Winter Meet. Am. Soc. Agric. Engin., Pap. Nr. 64. 1964, 609 C, New Orleans/Louis.
- Siepmann, A. H. J., en v. d. Weerd, B., Onderzoek Lechler Spuitdoppen. — Inst. Landbouw.techn. Rationalisatie, Rapport 122, Wageningen, Juni 1968.
- , Schriftl. Mitteilung, Wageningen 1968.
- , en Heuver, J., Schriftl. Mitteilung, Wageningen 1968.
- Silber, H., Automatische Bewässerung der Eriken mit dem Gießwagen. — Gartenwelt 68. 1968, 389—390.
- Sipos, L., Schriftl. Mitteilung, Limburgerhof 1968.
- Stellwaag-Kittler, Probleme bei der Verteilung der Spritzbrühe mit Großraumgeräten im Weinbau. — Dtsch. Weinbau 22. 1967, 53—54.
- Walther, H., Schriftl. Mitteilung und Besichtigung, Seelze 1968.
- Will, H., Verregnen von Pflanzenschutzmitteln in einer Obstanlage. — Erwerbsobstbau 10. 1968, 49—51.
- Winkelmann, A., Johannes, H., und Goossen, H., Vergleichende Untersuchungen zum Trocken- und Feuchtbeizverfahren. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 13. 1961, 149—157.
- , —, —, Weitere Untersuchungen zum Feuchtbeizverfahren. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 18. 1966, 51—59.
- Zislavsky, W., und Oberländer, H. E., Ein Beitrag zur Kenntnis der Verteilung von Flüssigbeizmitteln in Getreidesaatgut. — Pflanzenschutzberichte, Wien, 31. 1964, 81—103.
- Zumpe, E., „Zuwa“-Pflanzenschutzgeräte, Laufen/Obb. 1968.

## R. JACOB-HAUPT,

Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Rheinland, Bad Godesberg

### **Kritische Betrachtungen zum derzeitigen Stand der gerätetechnischen Beratung in der Landwirtschaft**

Die exakte Ausbringung chemischer Bekämpfungsmittel ist heute in Menge und Verteilung von hervorragender Bedeutung, weil einerseits die Grenzen der Verträglichkeit moderner Pflanzenschutzmittel stark eingeengt sind, andererseits die Rückstandstoleranz durch die „Höchstmengenverordnung — Pflanzenschutz —“ auf feste Werte fixiert ist. Eine nicht unbeträchtliche Zahl der Fehlschläge von Bekämpfungsmaßnahmen beruhen nicht auf dem verwendeten Präparat, sondern vielmehr auf einer fehlerhaften Ausbringung, da der Mehrzahl des Bedienungspersonals genaue Kenntnis der Apparatur mangelt. Ein modernes Spritzgerät sollte nur von entsprechend geschultem Personal bedient werden. Der Landmaschinenhandel kann derartige Schulungen nicht vornehmen; sie müssen vom Pflanzenschutzdienst durchgeführt werden und sollten sich erstrecken auf:

1. Aufklärung über die Anforderungen an Spritzgeräte gemäß den Anerkennungsnormen der Biologischen Bundesanstalt (BBA)
2. Praktische Übungen in der Einstellung von Geräten
3. Kontrolle von im Gebrauch befindlichen Geräten auf ihre Einsatzfähigkeit.

Die Zunahme eines Angebots von preislich attraktiven aber apparativ und materialmäßig unerwünscht sparsam ausgestatteten Spritzen ruft die Gefahr ungenauer und qualitativ geminderter Spritzarbeit hervor, was wir nach Möglichkeit auszuschalten beabsichtigen. Die Käufer von Pflanzenschutzgeräten sollten selbst über genügend sichere Kenntnisse auf gerätetechnischem Gebiet verfügen. Diese zu vermitteln ist eine sehr wichtige und dringende Aufgabe für den amtlichen Pflanzenschutzdienst, der dadurch allerdings vor erhebliche Belastungen gestellt wird, nicht zuletzt wegen der sprunghaften Zunahme des Bestandes an Spritzgeräten. An Stelle von rein theoretischen Betrachtungen, Vorträgen und Artikeln muß praktische Bedienungsschulung erfolgen, bei der auf die Darlegung komplizierter technischer Vorgänge verzichtet werden und statt dessen nur gezeigt werden sollte:

1. in welchem Zustand die betreffende Spritze z. Z. ist,
2. welche Möglichkeiten zur Abstellung von Mängeln bestehen,
3. wie das Gerät ein- bzw. umzustellen ist, wenn Änderung der Ausbringungsmenge, Änderung der Fahrgeschwindigkeit, Änderung der Spritztropfengröße gewünscht wird oder entsteht.

Da den meisten Beratungstellen technisch versiertes Personal fehlt, um komplizierte Überprüfungsverfahren durchzuführen, ist es erfreulich, daß heute Apparaturen zur optischen Darstellung der Verteilungsgenauigkeit einer Feldspritze, sowie der „Dosierwertrechner“ System Lemke, die Möglichkeit bieten, schnell und sicher die zur Einstellung eines Spritzgerätes benötigten Werte zu ermitteln.

Die Angaben in Gebrauchsanweisungen, wie sie modernen Spritzgeräten mitgegeben werden, sind zuweilen zu unklar. Bei alten Geräten erfolgt die Bedienung fast überall ohne rechte Vorstellungen über Leistung der Pumpe, über den Rührer-effekt der zum Faß zurückströmenden Brühe, über die Grenze der für eine optimale Leistung zulässigen Fahrgeschwindigkeit etc. Hierzu die Abbildungen 1—5.

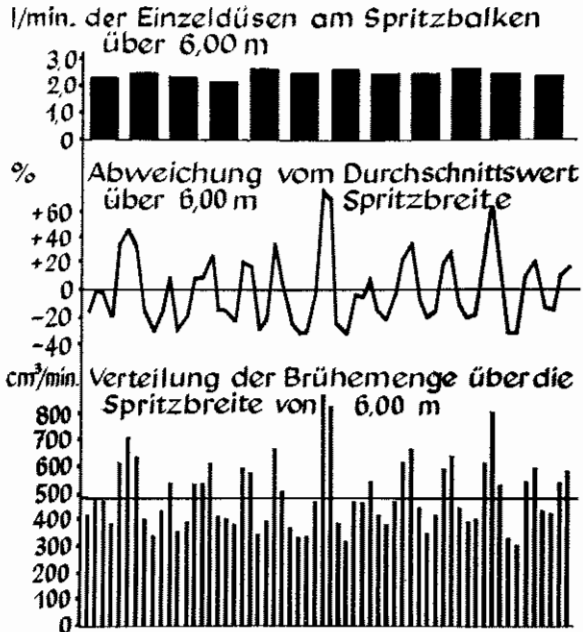


Abb. 1. Spritzgestängetest auf Rinnenblech mit schlechter Brühverteilung. Abweichungen vom Durchschnittswert bis 60 %.

± ABWEICHUNGEN BEI EINER BRÜHEAUFWANDMENGE VON 400 l/ha

	I		II		III	
	%	Werte	%	Werte	%	Werte
BRÜHEAUSSTOSS	5	380 420	15	340 460	25	300 500
GESCHWINDIGKEIT	5	361 441	10	306 506	30	210 650
SPRITZGESTÄNGE	15	<b>307 507</b>	15	<b>260 582</b>	40	<b>126 910</b>
	25%	-233 +26,7	40%	-350 +45,5	95%	-685 +127,5

Abb. 2. Darstellung von Extremen der Brühverteilung durch Spritzgestänge infolge zufälligem Zusammentreffen gleichgerichteter Abweichungen von den Toleranzwerten und der Fahrgeschwindigkeit.

Statt auf ausgeklügelte Perfektion kommt es bei Spritzgeräten auf sichere, gleichmäßige und rationelle Verteilung der Brühe an, ohne daß komplizierte technische Vorgänge in Gang gesetzt werden müssen. Vielversprechend in dieser Richtung ist die Entwicklung einer automatischen Dosiervorrichtung. Der Besitzer eines Spritzgerätes bzw. sein Bedienungspersonal soll die Güte der Arbeit des Gerätes beurteilen, die Apparatur völlig beherrschen und dadurch eine jeder Kritik gewachsene Arbeit leisten können.

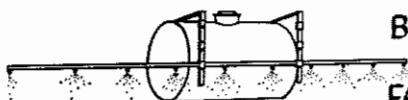
Die dazu nötige Schulung kann nur vom amtlichen Pflanzenschutzdienst erwartet werden, der entsprechend personell und materiell ausgestattet sein oder werden sollte.

Abb. 3. Spritzgestängetest wie Abb. 1 mit guter Brühverteilung. (Das gleiche Gestänge wie bei Abb. 1) Abweichungen vom Durchschnittswert nur noch bis 10 %.



## ANBAUSPRITZE mit 7,5 m SPRITZBREITE

BRÜHEAUFWAND 400 l/ha  
FAHRGESCHWINDIGKEIT 6 km/h





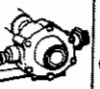


LISTENPREIS in DM 1967	1319.-	1264.-	1085.-	1050.-	930.-
PUMPENAUSRÜSTUNG					
PUMPENLEISTUNG l/min.	100	120	60	32	16
DÜSENBEDARF l/min.	30	30	30	30	30
VERBLEIB für RÜCKLAUF u. RÖHRUNG	70	90	30	2	-14

Abb. 4. Schematische Darstellung einer Feldspritze mit Leistung und Preis bei Ausstattung mit verschiedenen Pumpen unter Berücksichtigung von Brühbedarf des Düsengestänges und der Höhe des Rücklaufs zwecks hydraulischer Rührung.

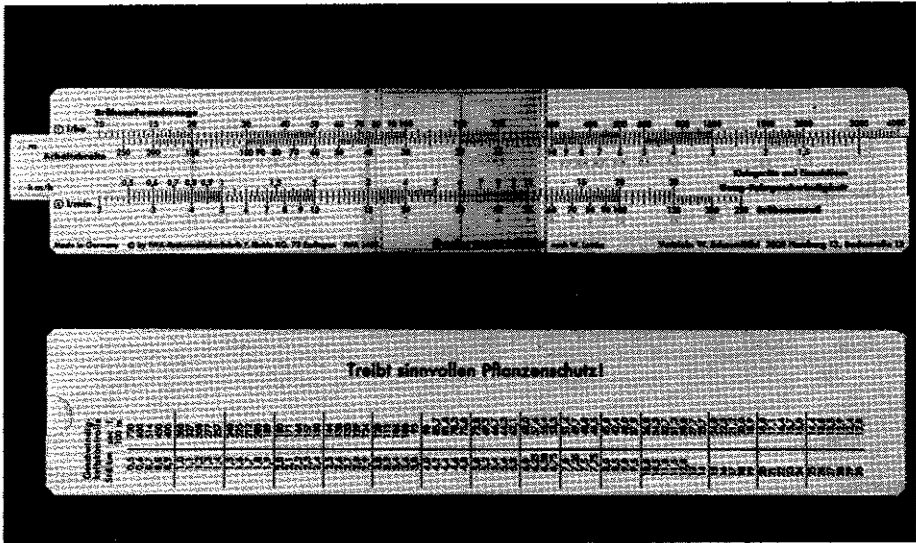


Abb. 5. Dosierwertrechner (System Lemke) eingestellt auf die Werte der Abb. 4.

### S o m m a i r e

Les pesticides modernes et la « Höchstmengenverordnung — Pflanzenschutz — » exigent une application exacte de la solution, ce n'est seulement possible que lorsque les conducteurs des appareils dominent exactement l'appareillage. Pour atteindre ce but, ceux-ci doivent être formés. Leur formation doit être menée par le Service de la Protection des Végétaux et non par le commerce des machines agricoles.

Les cours de formation devraient s'étendre sur:

1. l'explication des exigences techniques des appareils de pulvérisation selon les normes reconnues de la Biologische Bundesanstalt (BBA),
2. des exercices pratiques pour le réglage des appareils,
3. des contrôles des appareils à l'emploi.

Les acheteurs d'appareils de pulvérisation devraient disposer de connaissances sûres d'appareillage, pour être en mesure de juger la qualité et l'utilisation des appareils à des prix intéressants mais médiocrement équipés. Pour le testage et le réglage des pulvérisateurs on dispose aujourd'hui d'appareillages simples, d'un appareil à doser automatique et du « Dosierwertrechner », Système Lemke. La formation technique du personnel utilisateur des pulvérisateurs chargera considérablement le Service de la Protection des Végétaux.

Pour remplir cette tâche il doit être personnellement et matériellement équipé.

## E. GRÜTTE,

Haupt-Genossenschaft e.G.m.b.H. Hannover

### Ergebnisse einer Reihenuntersuchung an Feldspritzgeräten

Seit 1964 unterhält die Hauptgenossenschaft Hannover im Rahmen ihrer Pflanzenschutz-Abteilung einen Inspektionsdienst für Feldspritzgeräte. Die Befunde an 368 Geräten (Tab. 1) vermitteln einen Einblick in die Häufigkeit von Mängeln, die anschließend exemplarisch behandelt werden. Pumpentypen (Tab. 2) und Pumpenleistung (Tab. 3) sind bedeutungsvoll zur Beurteilung der Flächenleistung in Zusammenhang mit der Häufigkeit hydraulischer Rührwerke (Tab. 4) und der Faßgrößen. Legt man der Beurteilung die Forderung des KTL-Arbeitsblattes F — SB 102/1966 zugrunde, so ergibt sich, daß 42 % der untersuchten Geräte die Mindestforderung eines Rücklaufes von 5 % des Faßvolumens nicht erfüllen können, wenn eine normale Arbeitsweise von 400 l/ha bei 6 km/h und volle Pumpenleistung vorausgesetzt wird (Tab. 5).

Gerätearten		
Unimog-Aufbauspritzger.	184	50,-
Schlepper-Anbauspritzger.	97	26,4
Aufbauspritzger. f. Geräteträger	34	9,2
Schlepper-Anhängespritzger.	18	4,9
Gespänner. (Bodenantrieb)	35	9,5
	368	100%

Tab. 1.

Pumpenausstattung						
	gewerblich		bäuerlich		gesamt	
	Stck.	%	Stck.	%	Stck.	%
Kolbenp.	199	70,-	38	45,8	237	64,6
Membranp.	5	1,8	11	13,3	16	4,4
Rollenp.	19	6,7	25	30,1	44	12,-
Kreiselp.	28	9,9	7	8,4	35	9,5
	251		81		332	

Tab. 2.

Pumpenleistungen		
l/min	Unimog- Aufbauer.	Schlepper- Anbaugeräte
	%	%
< 40	—	4,8
40-59	5,7	33,8
60-79	9,1	30,1
80-99	76,-	7,2
≥ 100	9,1	24,2

Tab. 3.

Rühreinrichtungen bei 333 Zapfwellengeräten			
Rühreffekt	Faßgröße		gesamt
	≤ 500 l	> 500 l	
mechanisch	10,8	86,2	63,- %
hydraulisch mit Wirbeleinrichtg.	38,2	8,2	17,4 %
hydraulisch ohne Wirbeleinrichtg.	51,- (24,5)	5,6 ( 0,4)	19,6 ( 7,8) %

Tab. 4.

Mögliche Wirksamkeit hydraulischer Rühreinrichtungen der geprüften Geräte bei 6 km/h und 400 l/ha	
%	Rücklaufmenge vom Faßinhalt
4	(Ausbringmenge nicht erreichbar)
38	unter 5%/min
25	5-10 %/min
33	über 10%/min

Tab. 5.

Manometerausstattung bei 368 Geräten zur Kontrolle des Spritzdruckes		
	Stück	%
ohne	13	3,5
ungeeigneter Meßbereich	79	21,5
unbeobachtbar	24	6,5
beschädigt	119	32,4
gesamt mangelhaft	235	63,9

Tab. 6.

Da jedoch je nach Pumpenart die Nennleistung vielfach nicht erreicht wird, außerdem in der Praxis häufig mit höherer Geschwindigkeit als 6 km/h gearbeitet wird, dürfte die Auswertung eher zu optimistisch ausgefallen sein. Sollen jedoch 10 % des Faßvolumens zurücklaufen, werden die Verhältnisse noch ungünstiger. Es erhebt sich die grundsätzliche Frage, wie groß der Rücklauf gemessen am Faßvolumen sein sollte, damit ein hinreichender Rühreffekt erreicht werden kann, eine Frage, die m. E. einer wissenschaftlichen Bearbeitung bedarf.

<b>Druckregelung bei 333 Geräten</b>		
	<b>Stück</b>	<b>%</b>
<b>während des Einsatzes nicht möglich</b>	<b>41</b>	<b>12,4</b>
<b>unzureichend</b>	<b>201</b>	<b>60,8</b>
<b>unzureichende Druckregelung gesamt</b>	<b>242</b>	<b>73,2</b>

Tab. 7.

Ein weiterer Komplex, der häufig Mängel aufweist, umfaßt die Kontrolleinrichtungen. Manometer erfüllen nur dann ihren Zweck, wenn ihr Meßbereich dem Arbeitsdruck angepaßt ist und wenn sie sich im Blickwinkel des Bedienungs-personals befinden. Unlösbar verbunden mit dieser Forderung ist die Notwendigkeit einer geeigneten Reguliereinrichtung. Die statistische Auswertung ergab, daß 63,9 % aller untersuchten Geräte in der Manometerausstattung (incl. beschädigter) zu beanstanden waren (Tab. 6) und 73,2 % unzureichende Druckregleinrichtungen besaßen (Tab. 7).

Zusammenfassend läßt sich feststellen:

1. Ein Geräteinspektionsdienst ist eine zwingende Notwendigkeit, wenn die Voraussetzungen für eine fehlerfreie Applikation von Pflanzenschutzmitteln gegeben sein sollen.
2. Die Darstellung erfolgte lediglich beispielhaft. Weitere Komplexe der Prüfung sind Leitungsquerschnitte, Düsenausstattung, Filtereinrichtung, Koordination aller Bauelemente eines Gerätes.
3. Das Prüfungsergebnis einer Inspektion muß so erschöpfend fixiert werden, daß eine Werkstatt danach arbeiten kann.

#### S u m m a r y

368 machines of various types and sizes for ground play application, operated by cooperations and farmers, were examined with regard to their function. Ref. concerned himself especially on the presentation of

- a) the relation between the effect of pumps, the size of tanks and the effect of by-pass agitation of the mixture.
- b) the equipment with manometers and valves to regulate the pressure.

A high percentage of the examined machines were not fit to operate them reliable.

#### L i t e r a t u r

- B. B. A., Anforderungen an Feldspritzgeräte. — Biologische Bundesanstalt Braunschweig, Az: II 2478 / 26. 6. 67.
- W i e z e r, Schädlingsbekämpfungsspritzen — Bauarten. — KTL — Arbeitsblatt für Landtechnik, F — SB 102/1966.

## A. DUFRINE,

Maschinenfabrik Gebrüder Holder, Metzingen

### Möglichkeiten zur Überprüfung der Düsenarbeit an Feldspritzleitungen in der Praxis

Die neue Höchstmengenverordnung und eine hohe Dosiergenauigkeit bei modernen Herbiziden brachten neue Anforderungen für BBA-geprüfte Feldspritzgeräte.

Darin heißt es unter Abschnitt 7. Düsen: „Die Abweichungen in der Ausbringmenge jeder Einzeldüse des gleichen und stets deutlich zu kennzeichnenden Typs dürfen höchstens  $\pm 5\%$  betragen.“

Unter Abschnitt 6. Spritzgestänge und Zuleitungen: „Bei einer Boden- und Kulturhöhe des Gestänges zwischen 40 und 60 cm — möglichst bei einer mittleren Höhe von 50 cm — muß die Überschneidung der Spritzstrahlen der am Gestänge angebrachten Düsen so sein, daß die richtige Überdeckung und damit die bestmögliche Verteilung der Spritzbrühe gewährleistet ist. Richtige Überdeckung und bestmögliche Verteilung der Spritzbrühe bei waagerechter Gestängestellung ist dann erreicht, wenn über der Gesamtverteilungsbreite von 10 zu 10 cm keine Abweichungen vom mittleren Wert der Ausstoßmenge auftreten, die mehr als  $\pm 15\%$  betragen.“

Neben Geräten dieses Maßstabes gibt es viele alte Geräte und neue Billigeräte, die eine schlechte Spritzarbeit leisten. Diese schlechte Spritzarbeit ist für den Gerätebesitzer meist nicht erkennbar. Auch bei Messung der einzelnen Düsen liegen schlechte querverteilende Düsen oft innerhalb der  $\pm 5\%$ -Grenze. Auf einem Prüfstand zeigt sich erst, daß scheinbar gut arbeitende Düsen sehr schlecht querverteilen können. Dem Landwirt kann dies gezeigt werden in Form einer freiwilligen, kostenlosen Düsenprüfung seines Gerätes, die als Service seines Landmaschinenfachbetriebes durchgeführt wird.

Die Firma Gebrüder Holder in Metzingen entwickelte als logische Folge der neuen Maßstäbe einen Düsenprüfstand „Holder Dositest“ als Meßgerät für die Querverteilung von Feldspritzdüsen. Dieser Prüfstand versetzt den Landmaschinenfachhandel in die Lage, die Düsenprüfung entweder in der eigenen Werkstatt oder an einem anderen zentral gelegenen Platz durchzuführen. Der Holder Düsenprüfstand Dositest besteht aus 16 Bauteilen und wird im Stecksystem (ohne Werkzeug) von zwei geübten Leuten in 5 Minuten zusammengesetzt. Der Prüfstand hat 5 m Meßbreite, d. h. 10 m Feldspritzleitung werden in zwei Prüfgingen gemessen. Die Rinnbretter sind aus glasfaserverstärktem Polyester in 1 m Teilen gefertigt, die sich zur gesamten Prüfbreite durch genaue Passung aneinandersetzen lassen. Die Rinnbretteinteilung ist nach Maßangabe der BBA vorgenommen worden.

Es heißt hierzu in den Anforderungen an Feldspritzgeräte unter Abschnitt 6. Spritzgestänge und Zuleitungen: „Für die Ermittlung der Verteilung werden im Institut für Geräteprüfung der Biologischen Bundesanstalt spitzwinklige Rillenbleche verwendet, deren Rillen von 10 zu 10 cm angeordnet und etwa 9 cm tief sind. (Wellbleche sind auf Grund der großen Abrundungen [Radien] nicht zweckmäßig.)“





Abb. 1. Holder-Düsenprüfstand Dositest  
links schlecht verteilende Düsen — rechts gut verteilende Düsen.

Die Meßbecherborde sind zur Entleerung nach hinten abkippar. Das Baukastensystem des Holder Dositest ermöglicht jederzeit eine Erweiterung auf größere Meßbreiten. Der Holder Düsenprüfstand Dositest kann in jedem Kombifahrzeug mitgenommen werden.

#### Kurzmessung

Nach allgemeiner Überprüfung des zu messenden Gerätes wird die Feldspritzleitung in einer mittleren Höhe von 50 cm über dem Rinnbrett abgespritzt. Nach 30 Sekunden Laufzeit haben sich die Meßbecher soweit gefüllt, daß eine Überprüfung der Querverteilung möglich ist. Sieht die Verteilung offensichtlich unregelmäßig aus, so überzeugt dies bereits den Landwirt, neue Düsen anzuschaffen. Ist die Verteilung verhältnismäßig gleichmäßig, so muß eine Exaktmessung erfolgen.

#### Exaktmessung

Zur Durchführung der Exaktmessung wird die Feldspritzleitung nochmals genau überprüft. Bei Flachstrahldüsen z. B. wird die Verschränkung genau eingestellt und die Feldspritzleitung abgespritzt. Danach wird der genaue Meßbecherinhalt abgelesen und ein genaues Meßprotokoll angefertigt, das dann nach Errechnung des Mittelwertes genau Auskunft darüber gibt, ob die Verteilung im  $\pm 15\%$ -Bereich liegt oder nicht.

Dem Gerätebesitzer wird anschließend eine genaue Empfehlung erarbeitet, was an seinen Düsen und seinem Gerät geschehen muß, um exakte Spritzarbeit leisten zu können. Untersuchungen haben ergeben, daß die meisten Altgeräte, deren Feldspritzleitungen, Zuleitungen oder Armaturen enge Durchflußquerschnitte aufweisen, auch eine Umrüstung auf Präzisionsdüsen möglich machen. Die Druckverhältnisse an den Feldspritzleitungen sind meist relativ gleichmäßig, so daß man nur die Druckdifferenz zwischen Feldspritzleitung und Manometer an der Bedienungsarmatur durch eine höhere Druckeinstellung am Armaturmanometer ausgleichen muß. Umrüstsätze mit Präzisionsdüsen, Druckminderern und glyzerin-gedämpften Manometern stehen im Landmaschinenfachhandel zur Verfügung.

Die Kosten einer Umrüstung sind gering im Vergleich zum Mittelaufwand und sind in der folgenden Gegenüberstellung aufgezeigt:

Jährlich anteilige Kosten einer Umrüstung  
im Verhältnis zu den Pflanzenschutzmittelkosten

Umrüstungskosten (Düsen + Manometer + Druckminderer) für 10 m Arbeitsbreite	ca. DM 235,—
Bei 5jähriger Amortisation ergeben sich pro Jahr	DM 47,—

Das sind anteilig bei	10 ha	20 ha	50 ha
Mittelkosten	DM 415,—	DM 830,—	DM 2075,—
Umrüstkosten in	DM 47,—	DM 47,—	DM 47,—
Umrüstkosten in ‰	ca. 11,3 ‰	ca. 5,6 ‰	ca. 2,3 ‰

Es wurden für 10 ha zugrundegelegt:

7 ha Getreide × 1 Spritzung (Kombi-Mittel)	à DM 35,—	DM 245,—
1 ha Zuckerrüben × 1 Spritzung (Pyramin)	à DM 150,—	DM 150,—
1 ha Kartoffeln × 1 Spritzung (Kupferspritzmittel)	à DM 20,—	DM 20,—
	insgesamt	<u>DM 415,—</u>

Die Düsenüberprüfungen und damit Umrüstung alter Geräte auf neue Maßstäbe auf breiter Basis dienen allen Beteiligten.

1. Der Landwirt erhält sauber gespritzte Flächen
2. Er vermeidet Mißerfolge, Spritzmittelverschwendung und Beanstandungen
3. Die Pflanzenschutzmittelindustrie bekommt weniger Reklamationen
4. Die amtliche Beratung erhält eine sichtbare Unterstützung
5. Der Landmaschinenhandel kann in den arbeitsschwachen Zeiten die Überprüfung durchführen und erhält zufriedene Kunden.

#### S u m m a r y

Facilities for testing the diagonal distribution of field spray booms on a wide scale according to BBA-standards (BBA = Biologische Bundesanstalt of Braunschweig) have become a necessity. A distribution of the spray liquid over the full working width of the boom with measuring cups applied every 10 cm, and a given distance of the nozzles from the ground of 50 cm, allows a maximum tolerance of  $\pm 15\%$ . Quite often the nozzles do not come up to this requirement for the testing of which there exist only few facilities. So far it has in practical application not been possible to do anything but measure the permissible deviation of the liquid output from one nozzle to the other which should not exceed  $\pm 5\%$ . The new testing device for nozzles of Messrs. Gebrüder Holder, Model "Dositest", is made of an entirely new material, folding and portable, thus

offering for the first time, by way of a free service, carried out through agricultural machinery distributors and dealers, the facilities for testing obsolete or technically imperfect equipment. In most cases a short-time test will do. With more exact nozzles, and when checking the degree of wear of precision nozzles in an up-to-date unit, a precision-test is required. A test report is generally issued stipulating the result of the test and giving recommendations how to obtain a precise spray job under consideration of distance of nozzles from the ground, distance between nozzles on the boom, spraying angle and profile of the spray boom. Costs for the replacement of insufficient equipment are as a rule slight compared with the expence involved by carrying on with obsolete methods of plant protection.

Vorsitz: *Kersting* (Münster)

**E. G. BRACHMANN,**

Maschinenfabrik Carl Platz GmbH., Frankenthal

### **Eine automatische Dosiervorrichtung zum genauen Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln**

Die herkömmliche Art von Feldspritzungen geschieht über Festlegung und Kontrolle von 4 Größen:

1. Ausbringmenge pro Flächeneinheit
2. Düsengröße
3. Druckeinstellung
4. Fahrgeschwindigkeit

Um nicht ständig eine Gleichgewichtslage dieser Varianten ausbalancieren zu müssen, werden bei der Anwendung möglichst viele Größen fixiert:

Die Ausbringmenge ist beeinflusst durch chemische und biologische Faktoren.

Die Düsengröße ist im wesentlichen durch die gewünschte Ausbringmenge festgelegt.

Die Druckeinstellung mittels federbelastetem Druckventil ist Fehlern durch unterschiedliche Federcharakteristiken sowie Anzeige-Ungenauigkeit der Manometer ausgesetzt.

Die Fahrgeschwindigkeit wird zwar gewählt, ist aber durch Bodenunterschiede, Geländeunebenheiten, Schlepperbelastung sowie menschliche Unzulänglichkeit kaum exakt einzuhalten.

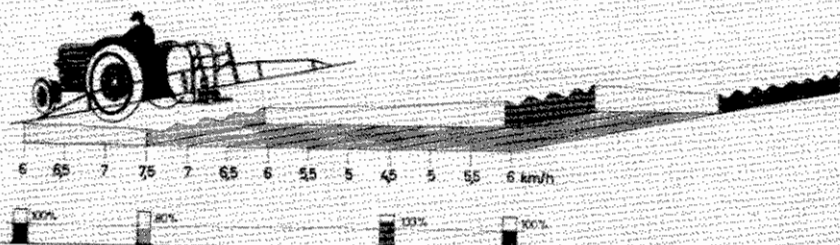
Die Abb. 1 zeigt, daß eine Verlangsamung der Fahrgeschwindigkeit von 6 km/h (= 100 % Ausbringung) auf 4,5 km/h eine Überdosierung auf 133 % und eine Erhöhung der Geschwindigkeit auf 7,5 km/h eine Unterdosierung auf 80 % ergibt. Der untere Teil der Abb. 1 zeigt, wie mit der neuen Dosierautomatik trotz unterschiedlicher Fahrgeschwindigkeit stets gleiche Mengen ausgebracht werden. Voraussetzung hierfür ist eine Pumpe mit gerader Leistungskennlinie (Kolbenpumpe).

Die Regelautomatik beruht auf dem Prinzip der hydraulischen Mengenteilung, welches besagt, daß bei Teilung eines Flüssigkeitsstromes in mehrere Teilströme sich die Flüssigkeitsmengen umgekehrt proportional zu den jeweiligen Leitungswiderständen verhalten (Abb. 2). Man hat sich nun vorzustellen, daß der linke Widerstand durch die Düsen am Feldrohr, der rechte durch die Regelautomatik dargestellt wird. Es ergibt sich dann bei doppelter Fahrgeschwindigkeit auch doppeltes Flüssigkeitsangebot. Praktisch wird diese Auswirkung auf Abb. 3 dargestellt.

Gelingt es nun, das ganze System auf eine konstante Größe zu beziehen, so müssen sich alle anderen Varianten danach ausrichten. Die Fixierung erfolgt durch den Bezug auf 540 U/min der Schlepperzapfwelle.

Hiernach ist eine Skala ausgerichtet, die es ermöglicht, die gewünschte Ausbringmenge pro ha vorzuwählen (Abb. 4). Die genaue Einhaltung der Fahrgeschwindigkeit erübrigt sich. Das Druckventil erhält nur noch die Funktion eines Sicherheitsventils, ein Manometer ist überflüssig, kurz die gesamte Mengenregulierung erfolgt „automatisch“.

### Ausbringung mittels Druckeinstellung



### Ausbringung mittels Regelautomatik



Abb.1

### hydr. Mengenteilung

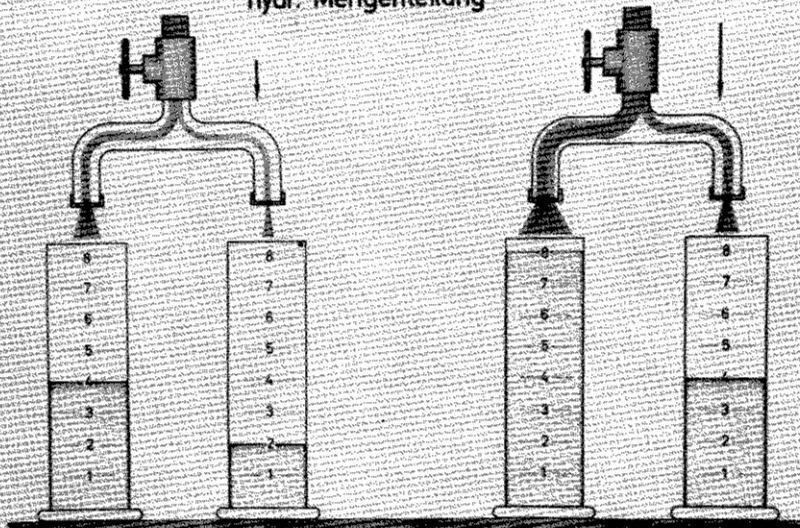


Abb.2

Ausbringung in Abhängigkeit zur Fahrgeschwindigkeit

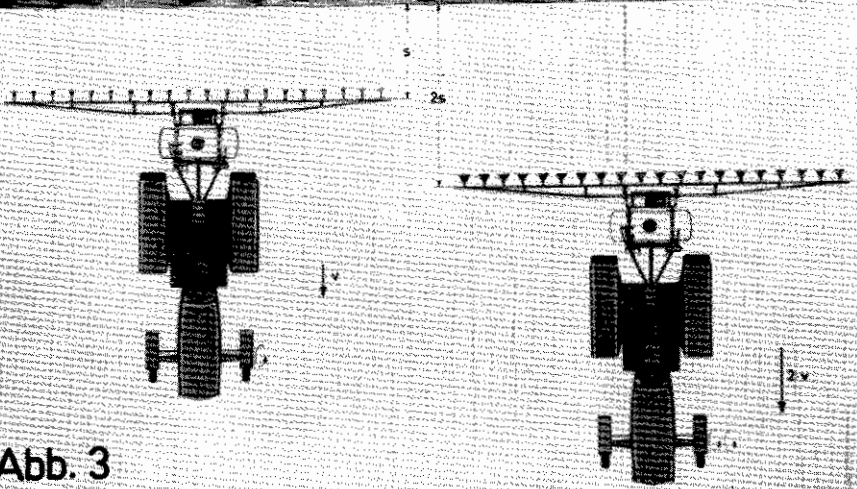
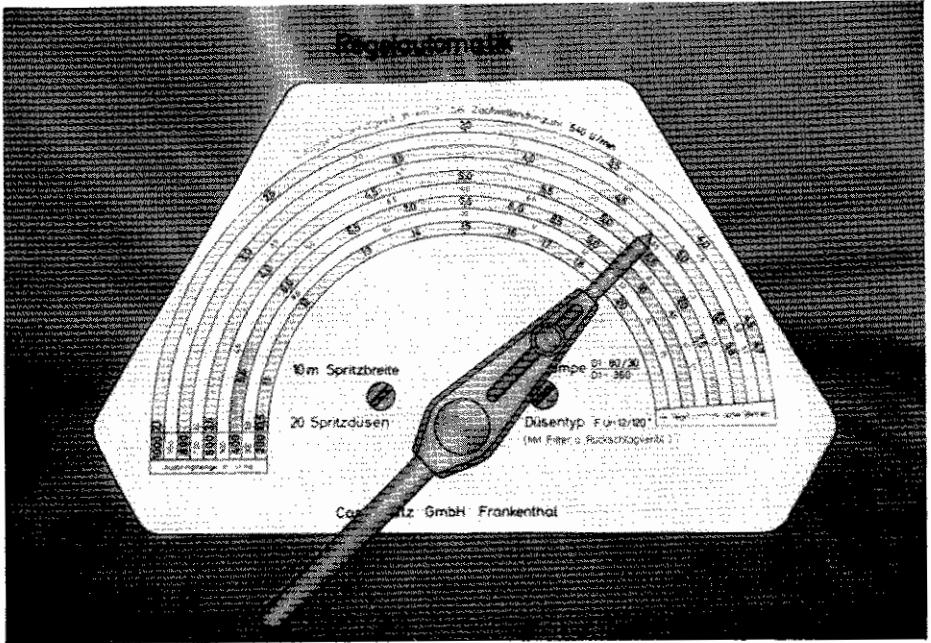


Abb. 3



## S u m m a r y

The customary way of spraying in fields means fixation and control of 4 points:

- 1) Delivery per unit of area
- 2) Size of nozzles
- 3) Pressure setting
- 4) Speed

In order to keep the above suppositions in an equal balance, fixations on a large scale must be made for application: The delivery depends on chemical and biological factors. The size of nozzles is essentially determined by the desired delivery. The pressure setting by means of a spring-charged pressure valve is exposed to faults due to different spring characteristics as well as to unexact indications of the pressure-gauge. Though the speed is chosen, it is hardly to be kept exactly due to different soils, unevenness of grounds, load of tractor as well as to human insufficiency. Illustration No. 1 shows that a slowing down of the speed of 6 km (= 100 % delivery) to 4.5 km/h results in an over-dosage up to 133 % and that an increase of speed up to 7.5 km/h results in an inferior dosage of 80 %. The lower part of illustration No. 1 shows how continuously even deliveries can be achieved with the new automatic regulator though the speed is not constant. For this special purpose a piston pump is needed. The automatic regulator is based on the hydraulic principle of liquid division which means that when dividing a liquid current into several partial currents, the liquid quantities are in an inversely proportional ratio to the respective resistivities (Ill. No. 2). Now one has to imagine that the left orifice resistance is represented by the nozzles of the crop spraying boom and the right orifice resistance by the automatic regulator so that with double speed you receive double liquid delivery. This procedure is shown practically on illustration No. 3. The above system can be realised if you take reference to a fixed value, i. e. 540 rpm. of the tractor power take-off. Based on the above a scale is being applied which makes it possible to fix the desired delivery per hectare in advance (Ill. No. 4). It is no longer necessary to keep a constant speed. The pressure valve acts only as safety valve, the pressure-gauge is unnecessary; the whole delivery regulation is made automatically.

**F. FLEHR,**

Hessische Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau,  
Geisenheim

### **Neuere Gedanken über Konstruktionsmerkmale von Schädlingsbekämpfungs-Flugzeugen**

In der Bundesrepublik dienen als Schädlingsbekämpfungs-Flugzeuge noch vorwiegend Hubschrauber. Diese Flugzeugbauart war als erste imstande, auf der sogenannten „Briefmarke“ zu landen, ohne Anlauf hinreichend steil zu starten und in der Luft notfalls zu stehen und auf der Stelle zu wenden.

Diese schönen, notwendigen Eigenschaften dürfen nicht über die Mängel der Bauart hinwegtäuschen: Der Hubschrauber kann zwar beim Ausfall des Motors im Gleitflug niedergehen, vorausgesetzt, der Rotor blockiert nicht und seine einzelnen Blätter können in Segelstellung gebracht werden, aber er ist schwieriger zu fliegen; das Kreiselmoment jedes Rotors stellt Probleme. Außerdem ist der Hubschrauber-Rotor mehr als ein großer Propeller. Jedes Rotorblatt ist ein „Kunstwerk des Leichtbaues“ und ein „Kunstwerk der Gelenkigkeit“. Es gab wesentliche Vereinfachungen, motorisch und die Schlaggelenke betreffend. Trotzdem rechnete man noch immer mit dem Fünffachen des Preises für Hubschrauber gegenüber starren Flugzeugen und mit den sieben- bis achtfachen Betriebskosten. Was ist zu tun? Naheliegender wäre ein Luftschiff mit dynamischem Auftrieb oder die Ausnutzung des „Coanda-Effekts“ über einer radial beblasenen, gewölbten Scheibe: „Fliegende Untertassen“. Linsenförmige Luftschiffe wurden schon 1909 projektiert, von Erfolgen hörte man nie.

Beim Coanda-Effekt kann man noch zusätzlichen Auftrieb gewinnen, wenn die ganze, unten wie ein Topfdeckel gewölbte Scheibe gegenläufig zum Radialgebläse rotiert; dann müssen allerdings Kabine und Triebwerke ihrerseits auch — gegenläufig zur Scheibe — rotieren, um relativ zum Kurs in Ruhe zu sein; spätestens in diesem Augenblick erscheint uns das Projekt doch recht kompliziert. Vestigia terrent — das Modell einer „Fliegenden Untertasse“ führte zum Freitod des befähigten und bis dahin erfolgreichen französischen Konstrukteurs René Couzinet. Das Wellner-Segelrad von 1893 ist ein Vorläufer des Voith-Schneider-Propellers und des Windmühlenflugzeuges von Rohrbach, prinzipiell als Schiffsantrieb bestens bewährt, für Flugzeuge wegen der größeren Umlaufgeschwindigkeit und der Kreiselp Probleme zu diffizil. Das Schwingenflugzeug hat noch weniger Erfolgchancen wegen der mit der Spannweite abnehmenden Flügelfrequenz.

Einzigster Ausweg bleibt der Starrflügler mit Spalt- und Wölbungsclappen und angeblasener Tragfläche (Konstruktionstendenz Fieseler Storch). Entscheidend dabei ist ein genügender Luftstrom an den Tragflächen als Ersatz für den fehlenden Eigenfahrwind und Abblasung oder Absaugung der Grenzschicht, damit die Strömung auch bei 90°-Umlenkung nicht abreißt. Das bedeutet Luftführungs Kanäle in den Flächen und ggf. lückenlos über die ganze Spannweite aneinandergereihte Propeller — mit herkömmlichen Mitteln ein zu teures Triebwerk. Gegenwärtig begnügt man sich mit einem Krompromiß, der meist auf 100 bis über 200 m Lande- und Startstrecke hinausläuft. Für Landwirtschafts-Flugzeuge vieler europäischer und außereuropäischer Länder sind das akzeptable Werte; für die Bun-



desrepublik nicht. Deshalb fliegen auch z. B. die im Ausland erfolgreichen Do-Typen 27 und 28 u. a. bei uns selten. Das Problem wird aber lösbar, wenn man

1. die Rohrholme der Tragflächen nicht nur als Preßluftleitungen zum Abblasen der Grenzschicht benutzt, sondern sie als wassergekühlte Brennkammern ausbildet, in denen durch schnelle Rotation des Brenngases das  $\frac{m \cdot v^2}{r}$  einen gewissen Verbrennungsdruck und nicht zu kleinen Wirkungsgrad ermöglicht, wobei die Verdampfungskühlung sowohl die Strahltemperatur wie die Temperatur des Rohrholms in zulässigen Grenzen hält,
2. die Druckpropeller nicht durch herkömmliche Motoren, sondern durch Düsen an den Propellerenden antreibt, wobei eine Wirkungsgradverminderung in Kauf zu nehmen ist, denn etwas höherer Treibstoffverbrauch wirkt sich bei den ganz kurzzeitigen Arbeitsflügen wenig aus. Das Flugzeug tankt Treibstoff und Wasser nach, wobei u. U. Spritzbrühe im Rahmen ihrer thermischen und oxydativen Belastbarkeit zur Kühlung herangezogen werden könnte. Das Flugzeug hat einen Luftkissen-Effekt und je nach Klappenstellung Rollwirbel nach vorn oder hinten mit zusätzlichem Propellerdrall, was der Mittelverteilung zugute kommt.

Auch außerhalb des Pflanzenschutzes wären für ein solches Kurzstrecken-Langsam-Flugzeug mit Landemöglichkeit direkt vor der Haustür vielfältige Verwendungsmöglichkeiten denkbar.

#### S u m m a r y

Spraying-airplanes have to be simplified and priceworthy, easier to fly, easier to care, especially more reliable as usual helicopters. Coanda-effect — radial blown disks — hits the mark hardly — development is too difficult. Airplanes with rigid wings complete blown surface, will have approximate no distance at starting and landing, if the rails of wings are tubes, used as combustion chambers. Thermic difficulties are removable, disadvantageous would be high fuel consumption. The price of the airplane would be lower on account of the simple propulsion jet. Here is a possibility, to add the insecticides to the jet — and to raise the drive up. Desired secondary effects are rolling whirls below the wings — forward or back, with a spin. Covering of leafs is better by this system than by helicopter. Also otherwise a market is possible for such an airplane.

## K. HANUSS,

Landespflanzenschutzamt Rheinland-Pfalz, Mainz-Bretzenheim

### Bekämpfung der Krautfäule mittels Bodengerät, Starrflügler und Hubschrauber

#### 1. Zielsetzung

Die von der Praxis eingeleitete Rationalisierung des Frühkartoffelanbaues gab uns Gelegenheit, die Bewährung der in ihrer technischen und aerodynamischen Konzeption unterschiedlichen Flugzeugtypen Starrflügler und Hubschrauber im Vergleich zu einem fahrbaren Gerät konventioneller Ausstattung am Beispiel der Bekämpfung der Krautfäule (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) zu überprüfen.

#### 2. Methodik

Im Jahre 1966 fand zunächst ein Vorversuch mit Starrflügler und Feldspritzgerät zur Entwicklung der Methodik statt, dem 1967 Modellversuche mit allen 3 Geräteausführungen folgten.

Das Anlageschema ist in Abb. 1 dargestellt. Entlang der punktierten Linie wurden alle erforderlichen Beobachtungen, Messungen und Probeentnahmen ausgeführt.

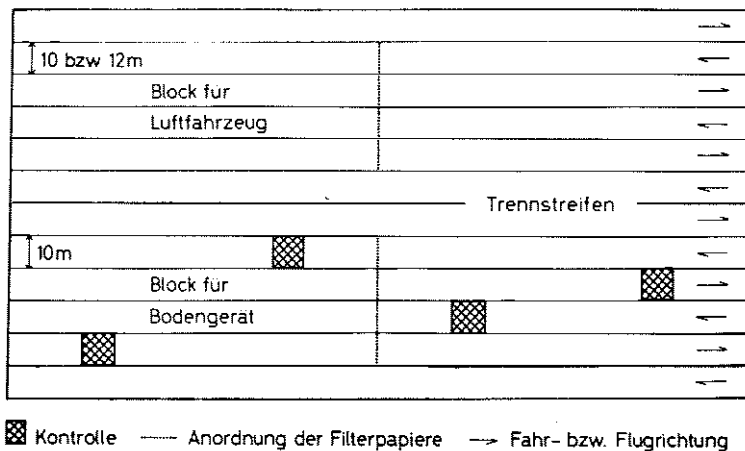


Abb. 1. Anlageschema.

Für den Vergleich Bodengerät : Starrflügler stand ein Feld in der Gemarkung Limburgerhof zur Verfügung; die Gegenüberstellung Bodengerät : Hubschrauber fand in der Gemeinde Ingelheim statt. Beide Flächen waren mit der stark phytophthoraanfälligen Sorte „Erstling“ bestellt.

\*) Wir danken Herrn Dr. Pommer, Badische Anilin- u. Sodafabrik AG., Versuchsstation Limburgerhof, für die Durchführung der Laboratoriumsversuche zur fungiziden Wirkung der Applikationen.

Die wesentlichsten Daten zu den verwendeten Maschinen enthält die Tabelle. Das Dosiersoll für alle 3 Gerätetypen war einheitlich auf 2,0 kg/ha Maneb-Spritzpulver — BASF (Thiocarbamat), 80 % AS abgestellt.

Die Bonitur der Krautfäuleintensität im Feldbestand erfolgte an 500 Blättern je Versuchsglied. Als befallen galten Blätter, die mindestens 1 Läsion aufwiesen.

Das für den Labortest benötigte Blattmaterial — je Bestandszone, Blattseite und Versuchsglied 25 Blätter — brachten wir nach Antrocknen des Sediments unverzüglich ein; es wurde mit 100 Zoosporen/ml A.dest. künstlich infiziert und in einer Infektionskabine 5 Tage lang bei 16° C aufbewahrt. Die Bewertung erfolgte nach einer linearen Skala, wobei die Wertzahl „0“ 0 % und Wertzahl „5“ über 75 % Befall kennzeichnet\*).

### 3. Fungizider Effekt der Verfahren

Das Ende der epidemiefreien Zeit war gemäß Phytophthora-Negativprognose (Ullrich und Schrödter 1966) im Naturraum „Nördliches Oberrheintiefland“, dem beide Versuchsorte angehören, am 13. VII. erreicht. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen mußte der Gerätevergleich Feldspritze: Starrflügler vorzeitig am 31. V. aufgenommen werden. Weitere Applikationen folgten am 19. VI. und 4. VII. Die Witterung des Juni hat mit 17,1° C und 68 mm Niederschlag das Fortschreiten der Epidemie in der Vorderpfalz sehr begünstigt.

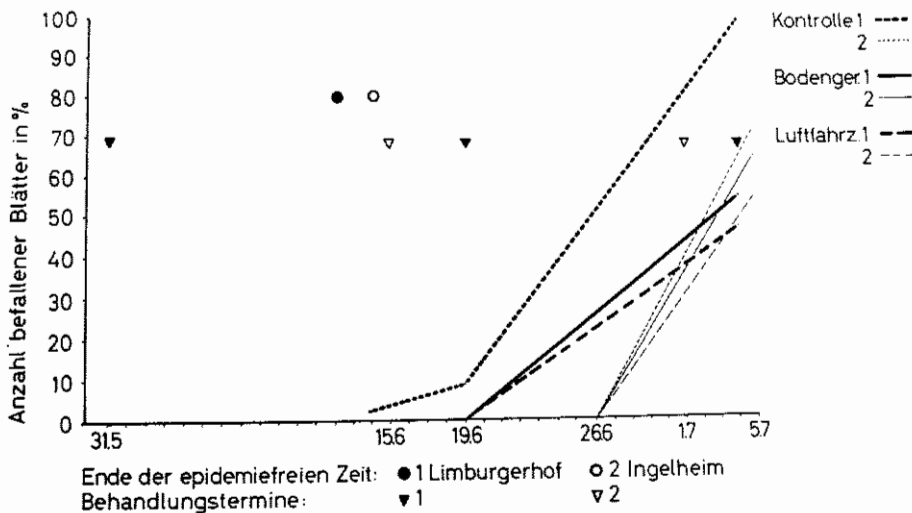


Abb. 2. Verlauf des Phytophthorabefalles.

In der unbehandelten Kontrolle (Abb. 2) betrug der Blattbefall am 14. VI. 2 %, am 19. VI. 8 % und am 4. VII. 99 %. Erst am 19. VI. fanden wir in den Versuchsgliedern Bodengerät und Starrflügler erste Symptome, der Befall lag jedoch unter 0,5 %. Von diesem Termin an zeigte die Epidemie eine unterschiedliche Progression. Ermittlungen am 4. VII. erbrachten für das Bodengerät 55 %

und für den Starrflügler 49 % Blattbefall. Diese Differenz ist nicht signifikant, d. h. Bodengerät und Starrflügler waren als gleichwertig zu betrachten. Der Erfolg beider Applikationsarten im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle war gesichert.

Im Gerätevergleich Feldspritze: Hubschrauber konnte die Phytophthorabekämpfung fristgerecht am 15. VI. begonnen werden, eine Wiederholung fand am 1. VII. statt. Am Versuchsort Ingelheim ergaben sich im Juni mit 16,5° C und 24 mm Regen sowie in der ersten Julipentade mit 20,6° C und 3,9 mm Niederschlag wesentlich schlechtere Voraussetzungen für die Krautfäuleepidemie als in Limburgerhof. Erst am 26. VI. zeigten sich in allen Versuchsgliedern die ersten Läsionen an weniger als 0,5 % der Blätter. Als von da an dank ansteigender Temperatur (Tagesmittel 17,3–24,0° C) und einigen ergiebigen Niederschlägen die Bedingungen für die Sporulation und Infektion günstiger wurden, stieg bis zum 5. VII. die Krankheitsintensität auf Befallsgrade von 73 % in der Kontrolle, 66 % im Versuchsglied Bodengerät und 56 % im Hubschrauberblock steil an. Die Differenz zwischen dem Einsatzerfolg des Bodengerätes und des Hubschraubers ist gesichert.

Trotz der unterschiedlichen epidemiologischen Bedingungen ergab sich an beiden Versuchsorten die gleiche Tendenz der besseren Wirkung der von den Fluggeräten ausgeführten Spritzungen.

Während der Rodung wurden je Versuchsglied 500 Knollen entnommen und auf Braunfäule untersucht. Im Vergleichsversuch Limburgerhof fanden wir bei Kontrolle 15 %, Bodengerät 16 % und Starrflügler 13 % Befall. In Ingelheim hatten die Proben aus den Versuchsgliedern Kontrolle, Bodengerät und Hubschrauber keine Krankheitsanzeichen. Nach 41 Tage andauernder praxisüblicher Lagerung fanden wir an der Herkunft Limburgerhof bei Kontrolle 18 %, Bodengerät 26 % und Starrflügler 22 % Knollenbefall. An der Herkunft Ingelheim war bei den dort geprüften Versuchsgliedern nach 34 Tagen keinerlei Braunfäulebefall eingetreten. Sicher haben die größere Niederschlagsmenge und Porosität des Sandbodens in Limburgerhof den Braunfäulebefall gefördert, wogegen die relative Trockenheit und der bindige Lößboden in Ingelheim den Transport der Infektionskeime zu den Knollen verhinderten (s. Ullrich 1967). Der etwas geringere Befallsgrad in der Kontrolle Limburgerhof im Vergleich zu den Versuchsgliedern Bodengerät und Starrflügler mag mit dem vorzeitigen Absterben des ungeschützten Laubes und der dadurch bedingten Verringerung des Infektionspotentials im Zusammenhang stehen (s. Takase und Umemura 1966).

Das Ergebnis der Infektionsversuche im Laboratorium (Abb. 3) unterscheidet sich vom Befund der Freilandbonitur. Bei diesem Test war das Sediment der Witterung, insbesondere dem Einfluß der Niederschläge, entzogen. Im Applikationsvergleich Bodengerät: Starrflügler schnitt das Bodengerät in der Mehrzahl der Fälle besser ab. Die Differenz bewegte sich allerdings nur im Bereich einer Bewertungsstufe. Zwischen Kontrolle und Starrflügler bestand auf der Unterseite der Blätter aus der oberen und unteren Region kein Befallsunterschied; lediglich die Behandlung am 31. V. brachte beim Starrflüglereinsatz in der Wipfelregion blattoberseits wie blattunterseits deutliche fungizide Effekte. Abweichend davon waren die Verhältnisse

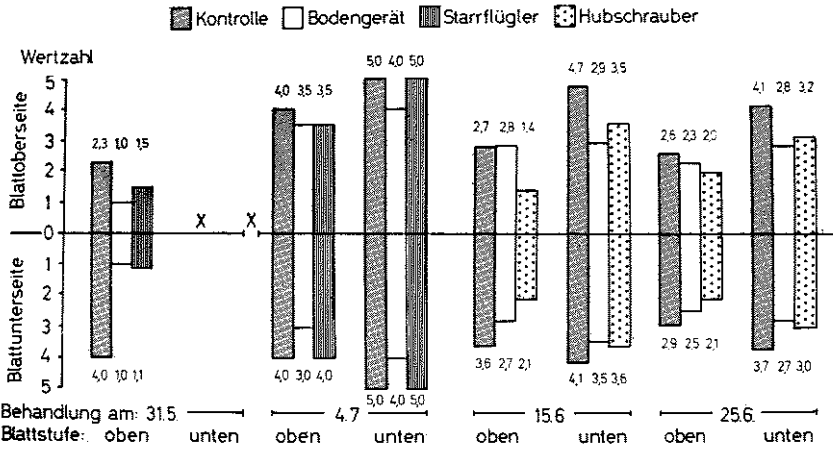


Abb. 3. Befall behandelter Fiederblätter nach künstlicher Infektion der Blattober- bzw. Blattunterseite im Labor.

im Applikationsvergleich Bodengerät : Helicopter. Hinsichtlich der Blattoberseiten- und -unterseitenbehandlung in der Wipfelregion übertraf das Fluggerät die Feldspritze. Dagegen wurden auf der Ober- und Unterseite der Basisblätter beim Bodengerät weniger Befallsstellen gefunden, was für ein besseres Eindringvermögen der Spritztropfen spricht.

Die mäßige Wirkung der vom Starrflügler aus vorgenommenen Fungizidapplikation im Laboriumstest erklärt sich aus der geringen Flächenbedeckung mit Sediment (Abb. 4). Diese Feststellung betrifft besonders die Tropfenzahl auf den Basalblättern. Das hochkonzentrierte, aber weit verstreute Wirk-

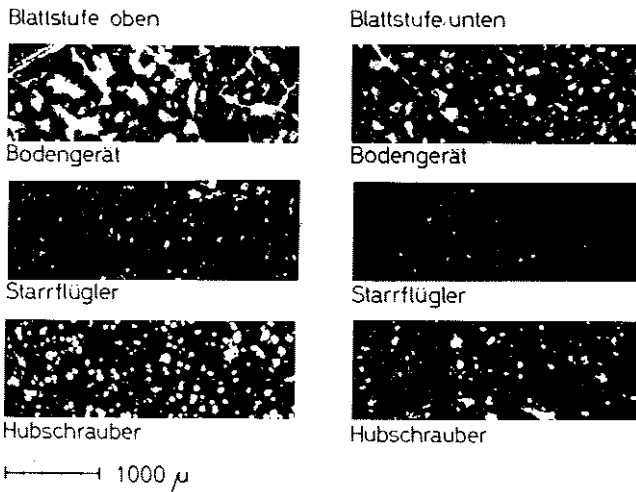


Abb. 4. Sediment des Fluoreszenz-Farbstoffes auf Kartoffelblättern.

Tab. Beschreibung und Leistungsangaben zu den Geräten im applikationstechnischen Versuch 1967.

Gerätetype	Bezeichnung	Motorleistung PS	Brütetank Inhalt l	Pumpe		Type	Düsen		Druck atü	Arbeitsgeschwindigkeit km/h
				Type	Leistung max l/min		Bezeichnung	Anzahl		
Fahrb. Feldspritz- gerät	Aufbau- spritze für Urinmog	25	5 × 175	Kolben- pumpe	60	Flachstrahl	TeaJet 8004	37	2,0	4
Starrflügel- flugzeug (Doppel- decker)	Grumman Super AG- Cat	450	1000	Rotations- pumpe	250	Drall (Hohlkegel)	Spraying System Co D 4/25	56	8,5*)	125
Drehflügel- flugzeug (Hub- schrauber)	Bell 47 G-2	260	200	Rotations- pumpe	250	Drall (Hohlkegel)	Spraying System Co D 4/25	50	3,2	56

\*) Druck an der Pumpe.

stoffdepot (Konzentrationsverhältnis spritzen : sprühen = 1 : 12 bzw. 1 : 15) konnte sich wegen des ausgeschalteten Niederschlags nicht über die Blattfläche verteilen und bot daher keinen ausreichenden Schutz vor Infektionen. Dagegen applizierte der Hubschrauber auf der Ober- und Unterseite der Wipfelblätter einen vergleichsweise dichten und gleichmäßig gestreuten Fungizidbelag, der auch ohne zusätzliche Benetzung genügend aktive Oberfläche bildete. In der Basalzzone war der Effekt des Helicopters auf beiden Blattseiten infolge geringerer Sedimentdichte schlechter als der des Bodengerätes. Bei der Freilandbonitur schnitten die aviotechnisch applizierten Beläge wohl deshalb besser ab als die von der Feldspritze erzielten Sedimente, weil sie bei der Verteilung durch Niederschläge aufgrund der höheren Tensidkonzentration regenbeständiger waren.

#### 4. Schlußfolgerungen

Die Modalitäten der durchgeführten Erprobungen wiesen große Unterschiede auf. Zur schlüssigen Beurteilung der Verfahren wäre eine vergleichende Gegenüberstellung aller 3 Gerätetypen unter einheitlichen ökologischen Bedingungen notwendig, was in unseren Versuchen nicht zu erreichen war.

Aufgrund der erzielten Ergebnisse scheinen entsprechend eingerichtete Agrarflugzeuge für die Bekämpfung des „Feuchtwetterpilzes“ *Phytophthora* mindestens ebenso geeignet zu sein wie fahrbare Feldspritzgeräte konventioneller Ausführung.

#### S u m m a r y

In 1967 aeroplane and helicopter have been compared with conventional field-sprayers in controlling potato blight *Phytophthora infestans* de Bary at two places of Rhineland-Palatinate. In any case leaves were less infected when blight was controlled by aircraft. The infection of tubers, however, seemed to be independent on the spraying equipment used, but was mainly influenced by climate and soil type. Appropriately equipped agricultural aircrafts, aeroplanes as well as helicopters, will control *Phytophthora* equivalent to driving field-sprayers.

#### L i t e r a t u r

- Takase, N., and Umemura, Y., Infection of potato tubers by late blight in the field. — Res. Bull. Kokkaido nat. agric. Exper. Stat. 1966, 7–14. (Ref. Landw. Zentralbl. II, 13. 1968, 0972.)
- Ullrich, J., und Schrödter, H., Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfäule (*Phytophthora infestans*) und die Möglichkeit seiner Lösung durch eine „Negativprognose“. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 18. 1966, 33–40.
- Ullrich, J., Die Braunfäule der Kartoffel (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary). — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 19. 1967, 55–59.

## H. HORNIG,

Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein, Bezirksstelle Lübeck

### Hubschrauber-Einsatz zur Herbst-Unkrautbekämpfung in Wintergetreide

(Kurzfassung)

Die Herbst-Unkrautbekämpfung mit Ätzmitteln in Wintergerste sowie frühgedrilltem Weizen und Roggen hat folgende Vorteile (Hornig 1965): Frühzeitige Ausschaltung der Unkrautkonkurrenz und dadurch Mehrerträge von 10 bis 20 %, bessere Unkrautwirkung als bei Ätzmittelanwendung im Frühjahr; Einsparung von Mittelkosten; bessere Möglichkeit für eine optimale Kleeegrasensaat im Frühjahr; Milderung von Arbeitsspitzen im Frühjahr; Verminderung der Gefahr von Abdriftschäden.

Obwohl Praktiker und manche Lohnunternehmer anfangs zögerten, wurde die Anwendung des Verfahrens o. a. Vorteile wegen beharrlich forciert und 1967 die Spritzung von etwa 15 000 ha erreicht. Zielvorstellung ist die Behandlung der gesamten Wintergerste — etwa 60 000 ha — im Herbst. Trotz recht guter Geräteausstattung läßt sich das angestrebte Ziel mit Feldspritzen aber nicht erreichen, da erfahrungsgemäß nur 8 bis 14 Tage Einsatzzeit zur Verfügung stehen. Es wurde deshalb in Zusammenarbeit mit den Firmen BASF und Hoechst die Verwendungsmöglichkeit eines Hubschraubers geprüft.

#### Durchführung der Versuche

Zum Einsatz kam eine Hiller UH 12 B. Die Fluggeschwindigkeit betrug 60 km/h, die Flughöhe 1–1,5 m und die Sprühbreite 12 m. Die Brühe wurde je nach der Größe der Parzellen im Flugzeugtank oder Mischfaß angesetzt. Verwandt wurden die Dinitrobutylphenylazetate Aretit in Aufwandmengen von 4,5–6 kg/ha und Aretit flüssig von 3,2–5 l/ha. Der Wasseraufwand betrug 37–97 l/ha. Beim vergleichweisen Einsatz von Spritzgeräten wurden 400 l/ha Wasser verwandt. Die Parzellengrößen schwankten zwischen 0,4 und 10 ha. Insgesamt wurden auf 7 Schlägen etwa 45 ha behandelt. Eine Einweisung des Piloten erfolgte bei den Großparzellen nicht. Die Windgeschwindigkeit lag bei 2 bis 6 m/sec. Der Pflanzenbestand war bei der Behandlung taufeucht oder trocken. Die beflogenen Wintergerstenbestände der Sorten Dura, Hauters und Vogelsanger Gold wiesen eine unterschiedliche Entwicklung (3 bis 8 Blätter) und Unkräuter im Wachstumsstadium C–D 8 auf. Vorhanden waren als Leitunkräuter *Anthemis* und *Matricaria* spec., *Galium aparine* L., *Lamium* spec., *Stellaria media* Villars, *Veronica* spec., *Viola tricolor arvensis* Gaud und stellenweise *Poa* spec.

#### Ergebnisse

Ein Brüheaufwand von 50 l/ha erbrachte bei einer Flughöhe von 1 m einen Deckungsgrad von etwa 25 % auf der Folie. Bei Aretit waren etwa 60 % und bei Aretit flüssig etwa 35 % der Sprühtröpfchen größer als 1 mm. Die Bonitierungen auf Unkrautbesatz und -wirkung zeigten, daß ein voll ausreichender Effekt zu erzielen ist (Tab.). Gegen jüngere Unkräuter (Stadium C–D 3) war die Wirkung erwartungsgemäß besser als gegen ältere Stadien. Das gilt insbesondere für Kamille-Arten und Klettenlabkraut.



Ergebnisse der Herbst-Unkrautbekämpfung  
mit Hubschrauber und Spritzgerät

Versuch (Unkraut- entwickl.)	Aufwandm./ha (Aretit + Wasser)	ϕ Unkrautbesatz / 0,25 m <sup>2</sup>			
		Nov. 1967		März 1968	
		abs.	rel.	abs.	rel.
I (C-D 3)	Kontrolle	72,0	100	96,6	100
	3,2 l + 37 l H		18		29
	4,0 l + 36 l H		11		11
	3,2 l + 57 l H		13		18
	4,0 l + 56 l H		8		12
	3,2 l + 77 l H		3		7
	4,0 l + 76 l H		4		4
	3,2 l + 97 l H		0		7
	4,0 l + 96 l H		1		7
	4,5 kg + 45 l H, t		1		3
	5,0 kg + 400 l F		4		4
II (C-D 8)	Kontrolle	81,4	100	155,3	100
	4,0 l + 46 l H		13		13
	5,0 kg + 45 l H		15		13
	5,0 kg + 400 l F		0		4

H = Hubschrauber

F = Feldspritze

t = Bestand taufeucht

Eine Erhöhung der Wassermenge — zumindest bis 80 l/ha — verbesserte die Wirksamkeit. Bei taunassen Beständen reichten 40–50 l/ha aus. Eine weitere Herabsetzung der Wassermenge scheint unter diesen Bedingungen möglich zu sein.

Bei niedrigen Wassermengen ließ sich der herbizide Effekt durch Konzentrationserhöhung steigern. Bei Kamille und größeren anderen Unkräutern scheinen Aufwandmengen von 4,0–4,5 l/ha Aretit flüssig erforderlich zu sein. Für Unkräuter im Stadium C–D 3 (außer Kamille) reichen 3,2–3,5 l/ha offenbar aus; zumindest bei taufeuchten Pflanzen.

Gesicherte Unterschiede zwischen Aretit und Aretit flüssig waren bezüglich der Wirksamkeit nicht zu erkennen. Wegen des besseren Anmischens und zur Vermeidung von Düsenverstopfungen wird man aber wohl dem letztgenannten Präparat den Vorzug geben.

In den meisten behandelten Parzellen war der Unkrautbesatz im Frühjahr nicht stärker als bei der Bonitierung im November. Eine Nachbehandlung wurde nur auf einer Parzelle erforderlich. Die Spritzung mit 400 l/ha Wasser brachte bessere, gleiche und schlechtere Abtötungsergebnisse als die Applikation im

Sprühverfahren. Nur bei trockenen Pflanzen scheint die Spritzung überlegen zu sein.

Weiter zeigten die Versuche, daß Spritzbahnen exakter zu legen sind als Flugbahnen. Mit 1 bis 2 m breiten, nicht behandelten Streifen muß bei der Behandlung aus der Luft gelegentlich gerechnet werden. Um Abdriftschäden zu vermeiden, waren bei entsprechender Windrichtung etwa 10 m breite Sicherheitsstreifen erforderlich, die nicht befliegen werden konnten. Die Sicherheitsstreifen und wegen Flughindernissen ausgesparte Feldabschnitte wurden durch Bodengeräte nachbehandelt, was sich als praktikabel erwies. Windgeschwindigkeiten bis 6 m/sec waren akzeptabel. Die windärmeren Morgen- und Abendstunden sollten aber — auch wegen der Taubildung — ausgenutzt werden.

Die phytotoxischen Schäden (Blattverätzungen) waren nicht stärker als bei der Spritzung mit 400 l/ha Wasser. Auch bei Überlappungen ergaben sich unter den Versuchsbedingungen des Jahres 1967 keine größeren Ätزشäden. Vorsicht scheint diesbezüglich aber zunächst geboten zu sein. Den Anwendungsrichtlinien beim Spritzverfahren (H o r n i g 1968) entsprechend sollte auch bei der Herbst-Unkrautbekämpfung mittels Hubschrauber mindestens das 3. Getreideblatt vorhanden und bei Gerste und Roggen ab Ende Oktober das 4- bis 5-Blattstadium erreicht sein. Ebenfalls sind durch Schnecken, Typhulafäule oder Mehltau stark befallene Bestände im Herbst nicht zu behandeln. Ohne Beeinträchtigung wurden Bestände mit Grasuntersaat (2-Blattstadium) befliegen.

Als besonderer Vorteil im Vergleich zur Bodenbehandlung erwies sich das Sprühen aus der Luft bei grundlosem Acker.

#### D i s k u s s i o n d e r E r g e b n i s s e

Es handelt sich um Ergebnisse aus einjährigen Versuchen, die aber unter verschiedenen Bedingungen erarbeitet wurden. Außerdem ergab sich in wesentlichen Punkten (z. B. Wirksamkeit, phytotoxische Schäden) eine gute Übereinstimmung zur Herbstanwendung von Aretit mit Bodengeräten, die sich seit Jahren bewährt hat. Es dürfte deshalb erlaubt sein, die Herbst-Unkrautbekämpfung mittels Hubschrauber als grundsätzlich möglich anzusehen. Eine Aufwandmenge von 3,2–4,5 l/ha Aretit flüssig und eine Brühmenge von 50 l/ha werden vorläufig empfohlen. Noch nicht geklärt ist, ob sich organisatorische Schwierigkeiten bei der Durchführung größerer Aktionen ergeben.

#### S u m m a r y

It is reported on weed-control experiments by helicopter in the autumn with Dinitrobutylphenylazetat (Aretit) in cereals. This method is definitely applicable. For the present 3,2–4,5 l/ha Aretit fluid (1,6–2,6 l/ha active material) and 50 l/ha spraying-fluid is recommended for application. For the time being there are no experiences with applications on a large scale.

#### L i t e r a t u r

- H o r n i g, H., Unkrautbekämpfung in Getreidebeständen mit chemischen Mitteln. — Bauernblatt 19. 1965, 4040 und 4041.  
 —, Unkrautbekämpfung im Herbst — ein Arbeitsgebiet für den Lohnunternehmer? — Lohnunternehmen 23. 1968, 60–70.

L. K. SIMON,

Cyanamid GmbH., München

## ULV - ein Weg zum rationellen Pflanzenschutz

Die ULV-(Ultra-low-volume-)Methode, das Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln mit einem Brüheaufwand von weniger als 5 l/ha, wurde bereits vor Jahren als sehr interessant erkannt. Zunächst machte die gleichmäßige Ausbringung derartig kleiner Mengen rein technische Schwierigkeiten, die aber durch die Entwicklungsarbeiten des US Landwirtschaftsministeriums gemeistert werden konnten. Nicht zuletzt boten die ausgezeichneten physikalischen Eigenschaften von Malathion® ULV Concentrat den Schlüssel zur Lösung des Problems.

### 1. Die Applikationsgeräte

#### a) Flugzeuge

Bislang wurden vorwiegend Flugzeuge im ULV-Verfahren eingesetzt. Eine geringfügige Modifikation des herkömmlichen Gerätes gestattet mit nur sehr wenigen Flachstrahldüsen eine Arbeitsbreite von 20–40 m bei einer Flughöhe von 5–7 m. Die Tröpfchengrößen betragen bei den verwendeten Teejet-Düsen 60 bis 150  $\mu$ . Neben dem Starrflügler kann auch der Hubschrauber eingesetzt werden. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens erhellt daraus, daß ein Flugzeug die gleiche Flächenleistung hat wie etwa vier Flugzeuge mit dem herkömmlichen Gerät. Außerdem sind Wasser- und Misch tanks nicht notwendig.

#### b) Bodengeräte

In den USA wurden verschiedene Aufsattelgeräte zur Behandlung von größeren Flächen entwickelt. Gewöhnlich wird mit einer Geschwindigkeit von 8 km/h und einer Bandbreite von 9 m gearbeitet. In Europa und in verschiedenen tropischen Gebieten wurden Rückensprüngeräte umgebaut, indem der Durchfluß des Mittels auf weniger als 1 ccm/sec gedrosselt wird. Bei einer Aufwandmenge von 1–2 l/ha kann ein Mann 2–3 ha in der Stunde behandeln.

### 2. Der praktische Einsatz

#### a) USA

In den USA ist die ULV-Anwendung von Malathion® ULV Concentrat bei Baumwolle, Luzerne, auf Weideland und im Forst amtlich zugelassen. Die Aufwandmengen betragen 0,3–1,2 l/ha. Die Behandlungen werden routinemäßig von Flugzeugen und von Bodengeräten durchgeführt. Außerdem wird Malathion® auch zur Behandlung von bewohnten Gebieten gegen *Culex quinquefasciatus* als Überträger des Encephalitis-Virus und *Aedes aegypti*, der Gelbfiebermücke, im ULV-Verfahren erfolgreich eingesetzt.

#### b) Mittelmeergebiet

Hier spielen die Mittelmeerfruchtfliege (*Ceratitis capitata*) und die Olivenfliege (*Dacus oleae*) als Großschädlinge eine wichtige Rolle. In Griechenland konnte mit einer Aufwandmenge von 0,8 l/ha eine Olivenfliegenpopulation bereits nach der 1. Spritzung auf ein Drittel und nach der 2. Spritzung auf Reste verringert wer-

® = reg. Wz. Am. Cyanamid Co.

den. In Tunesien erbrachten 0,5 l Malathion® ULV Concentrat gegen Mittelmeerfruchtfliege an Citrus ähnliche Ergebnisse. Nachdem in fast allen Mittelmeerlandern die Fruchtfliegenspritzungen in Kombination mit Lockstoffen durchgeführt werden, war eine Überprüfung einer solchen Applikation im ULV-Verfahren von Interesse. Mit 1,5 l/ha einer Mischung von Malathion® ULV Concentrat und Hefehydrolysat im Verhältnis 1 : 4 konnte eine nahezu 100 %ige Wirkung gegen *Ceratitis capitata* an Clementinen erreicht werden. In Israel hat das Citrus Board solche Spritzungen bereits seit zwei Jahren routinemäßig im Citrusanbau eingesetzt und berichtet von besten Erfolgen. Die besonders in Nordafrika auftretenden Psylliden (*Euphyllura olivinae*) und Motten (*Prays oliella*) konnten in Tunesien mit einer Spritzung im Frühjahr und einer Aufwandmenge von 1 l/ha bekämpft werden. In Spanien hat man mit Rückensprüngeräten und Aufwandmengen von 2 l/ha ausgezeichnete Erfolge gegen Citrus-Schildläuse erzielt.

### c) Europa

Die Forstliche Bundesanstalt Wien hat umfangreiche Versuche gegen verschiedene Forstschädlinge ausgeführt. Mit einem kleinen Handsprüngerät (Turbaire Tot) waren mit 1 l/ha beachtliche Erfolge gegen Kiefernbuschhornblattwespe zu verzeichnen. In diesem Jahr wurde erstmalig eine Befliegung größerer zusammenhängender Flächen durchgeführt. In Deutschland ergaben Versuche der Forstlichen Versuchsanstalt Göttingen, daß Larven von Blattwespen und Lärchenminiermotte mit der gleichen Aufwandmenge gut zu bekämpfen waren. In Jugoslawien sind Versuche gegen Maiszünsler unternommen worden, deren Ergebnisse zu einer weiteren Arbeit ermutigen. Im Gemüse- und Rübenbau sind gleichfalls gute Ergebnisse zu verzeichnen. Hier kommt besonders die Dampfwirkung des Präparates zum Tragen. In Deutschland konnte gezeigt werden, daß bereits mit 600 ccm/ha Kohleulenraupen durchaus bekämpfbar sind. Gegen Hygieneschädlinge, vorwiegend Mücken und Fliegen, wird das Verfahren in Jugoslawien, Griechenland und Österreich mit Aufwandmengen von 300–400 ccm Malathion®/ha eingesetzt.

### 3. Ausblick

Bisher ist das ULV-Verfahren nur mit Insektiziden bekannt. Wünschenswert wäre aber auch eine Applikation von anderen Pflanzenschutzmitteln, um ein Umrüsten des Gerätes zu vermeiden und die Wirtschaftlichkeit zu steigern. Voraussetzung hierfür ist, daß die Mittel echte Lösungen darstellen, eine entsprechende Viskosität haben und im Inneren der pflanzlichen Gewebe zur Wirkung kommen. Letzteres gilt besonders von Fungiziden, und gerade auf diesem Gebiet zeigten erste Versuche mit flüssigen Dodine-Formulierungen (Melprex®), daß auch damit ein Einsatz im ULV-Verfahren möglich ist. Tastversuche mit dem Wuchsregulans Chlorcholinchlorid (Cycocel®) ermutigen ebenfalls, den Einsatz im ULV-Verfahren weiter zu erproben.

Es ist also festzustellen, daß das ULV-Verfahren die Applikation von Pflanzenschutzmitteln wirtschaftlich und rationeller gestaltet. Auch ist eine kurzfristige, rasche Behandlung einer Kultur zum günstigsten Zeitpunkt möglich. Damit wird eine wesentliche Forderung des integrierten Pflanzenschutzes erfüllt.

### S u m m a r y

The ultra-low-volume (ULV) method of spray application developed by the US Department of Agriculture, i. e. application of a finished pesticide without

any additives, is described using Malathion® ULV Concentrate to illustrate. Examples from the European and Mediterranean area show that various major pests can be effectively and economically controlled by use of this method. Because of the very low toxicity of Malathion® insecticide to warm-blooded animals, application of this product on a large scale for the control of mosquitoes and flies is possible even in residential areas without hazard to man or domestic animals. Since ULV application can be carried out with various types of special ground equipment as well as by aircraft, its use is possible on large and small fields. Results of initial experiments with ULV application of fungicides and growth regulants will be described. Accordingly, all-round application possibilities for the ULV method seems to become evident.

#### L i t e r a t u r

(Ein umfangreiches Literaturverzeichnis findet sich bei J e p s o n , 1967.)

- A n o n y m , Malathion LV Concentrate — Ultra-low-volume insecticide spray application. — Techn. Dept., Cyanamid Int., Wayne, N. J., 1966, 44 p.
- A n o n y m , Malathion LV Concentrate ground application with knapsack mistblowers. — Techn. Inf., Cyanamid Int., Wayne, N. J., 1967, 21 p.
- A n o n y m , ULV mist blower. — Pest Control 9. 1967, (2), 31.
- A n o n y m . The use of aircraft in pesticide application. — WHO Chron. 22. 1968, 193–198.
- C o h e n , I., and C o h e n , J., Centrally organized control of the mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wied.) in citrus groves in Israel. — Citrus Board of Israel, Agrotech. Div., Nov. 1967, 32 p.
- G a r d n e r , A. L., and I v e r s o n , R. E., The effect of aerially applied Malathion on an urban population. — Arch. environ. Health 16. 1968, 823–826.
- H a n s o n , J. B., Larch sawfly suppression with Malathion LV Concentrate. — J. econ. Ent. 61. 1968, 872.
- J e p s o n , W. F., Malathion ULV Concentrate in ground and air application. Vortrag 6. Int. Pfl.schutz Kongr. Wien 1967. — Agric. techn. Inf., Cyanamid Int., Wayne, N. J., 1967, 15 p.
- S i m o n , L. K., Insektizide Flächenbehandlung im „Ultra-low-volume“-Verfahren. — Anz. Schädl.kunde 39. 1966, 89–91.
- S p e a r s , J. F., High praise for low volume, Cotton, Febr. 1966.
- S t a n c i c , J., et Y a n a , A., Essais de lutte chimique contre *Ceratitis capitata* Wied. en Tunisie et perspectives d'avenir. Unveröffentlichter Bericht 1967.
- V i n s o n , S. B., Ultra low volume spray studies. — Mississippi Farm Res. 31. 1968, (6), 8.

---

Für die freundliche Genehmigung, auch unveröffentlichte Berichte in diesem Referat zu verwenden, danke ich den Herren Ing. Stancic und Dr. Yana, Tunis, Dr. Donaubauer und Dipl.-Ing. Schmutzenhofer, Wien, Prof. Dr. Schwerdtfeger und Dr. Schindler, Göttingen, Glück, Leopoldsdorf, Hahmann, Hamburg und Dr. Djulizibarić, Sabac.

**W. BEHLEN,**

Institut für Pflanzenernährung, Justus Liebig-Universität Gießen

**Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte des Feinsprühverfahrens**

Auf der 29. Deutschen Pflanzenschutz-Tagung in Heidelberg 1953 habe ich erstmals über gewisse Möglichkeiten, den obstbaulichen Pflanzenschutz zu verbessern, referiert. Ich stellte damals einleitend fest, daß im ganzen gesehen unsere Schädlingsbekämpfung noch keineswegs ideal sei und daß sie betriebswirtschaftlich durch die zur Anwendung kommenden großen Spritzbrühmengen generell nicht durchführbar sei.

Heute, 15 Jahre später, hat sich das Feinsprühverfahren mit SYNERGID-Zusatz als gangbarer Weg erwiesen. Ich werde insbesondere auf seine technischen und betriebswirtschaftlichen Aspekte für die Land- und Forstwirtschaft, den Obst-, Wein- und Gartenbau eingehen.

Unter „Feinsprüh“ sind Tröpfchengrößen von 10–100  $\mu$  zu verstehen. Das Feinsprühverfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß es die für den biologischen Effekt notwendigen Nähr- bzw. Wirkstoffe in unkonventionell geringen Flüssigkeitsmengen feinst verteilt, pflanzenverträglich appliziert, und zwar unter Verwendung des Formulierungshilfsstoffes SYNERGID 3.

Dieses SYNERGID ist ein Kombinationsprodukt, das im wesentlichen aus reinen niedermolekularen Isoparaffinen, frei von polaren und reaktiven Komponenten, und ungiftigen Phosphorsäureestern, in Verbindung mit spezifischen Alkylpolyglykoläthern, besteht. Das Produkt ist frei von toxischen Eigenschaften.

Sein Zusatz zu relativ hochkonzentrierten Nähr- und Wirkstoffbrühen verleiht diesen und den daraus erzeugten Belägen besondere Eigenschaften:

Auch feinste Tröpfchen verdampfen nicht auf dem Weg vom Gerät zur Pflanze. Die SYNERGID-formulierten Brühetröpfchen besitzen eine hohe Netz- und Kriechfähigkeit. Die Belagsbildung ist so lückenlos, wie man sie bisher nur durch viel Spritzbrühe zu erreichen für möglich hielt.

Die Feinsprühbeläge sind in wenigen Minuten trocken. Hierdurch wird die Aufnahme von Nähr- bzw. Wirkstoffen über das Blatt gebremst und eine unverträglich hohe Sofortaufnahme als Ursache der beim Spritzen schon bei geringen Konzentrationserhöhungen auftretenden Verbrennungen vermieden. Die Möglichkeit der Applikation von Nährstoffdepots auf die Blätter vereinfacht die Technik der Blattdüngung und macht sie betriebswirtschaftlich interessant.

Feinsprühbeläge sind bienenungefährlich.

SYNERGID-formulierte Feinsprühbeläge sind regenbeständiger als solche aus wäßrigen Brühen. Der Grad der Regenbeständigkeit läßt sich durch die Höhe des SYNERGID-Zusatzes regulieren.

Die Anzahl der bisher notwendigen Spritzbehandlungen kann durch die Erhöhung der Regenbeständigkeit der Beläge in vielen Fällen reduziert werden.

Die Leistungsfähigkeit der Feinsprühgeräte ist größer als die normaler Spritz- und Sprüheräte; die Brühetanks können kleiner, die ganzen Geräte leichter werden.

Die beim Spritzen mit viel Brühe unvermeidlichen Abtropfverluste werden beim Feinsprühen praktisch vermieden. Hierdurch und durch die synergistische Wirkung des Zusatzes werden Mitteleinsparungen bis zu 50 % möglich. Für die Kirschfruchtfliegenbekämpfung und in Gewächshäusern können übliche Pflanzenschutzmittel durch Verdichten des beim Feinsprühen üblichen Wasser : SYNERGID-Verhältnisses bis auf 1 : 1 auch als Kalt- bzw. Thermalnebelmittel formuliert werden.

Durch diese Eigenschaften der SYNERGID-formulierten Feinsprühbrühen eröffnen sich für die Applikation neue technische Möglichkeiten.

Die Feinsprühung beansprucht weniger Arbeitskräfte, erleichtert die Arbeit, entlastet den Schleppereinsatz und macht den Agrarluftfahrzeug-Einsatz rentabler. Rüstzeiten werden verkürzt.

In landwirtschaftlichen Betrieben steigt bei Formulierung der Sprühbrühe mit SYNERGID und Reduzierung des Brüheaufwandes um 50 % die Tagesleistung der Schlepperaufsattelgeräte bei der Rapsglanzkäferbekämpfung, der Blattlausbekämpfung und der kombinierten Ausbringung von CCC und Herbiziden um das 2- bis 3fache (Beltrup 1968).

Zur vorbeugenden Borkenkäferbekämpfung wurden 1967 in Oberhessen 2 Hubschrauber vergleichsweise konventionell mit 2 l/fm und wassersparend mit SYNERGID mit 1 l/fm eingesetzt. Die Tagesleistung des mit SYNERGID fliegenden Hubschraubers lag um rd. 40 % = 2000 fm höher (Reisch 1967).

Bei der 1967 prophylaktisch durchgeführten Kiefernschüttekämpfung in drei bayerischen Forstrevieren war die Wirkung der SYNERGID-formulierten Zineb-/Maneb-Behandlung mit 75 l/ha bzw. 40 l/ha ohne Wiederholung der zweimaligen konventionellen Behandlung klar überlegen. Die SYNERGID-Flächen, die mit leistungsfähigen Großgeräten (Schleppergerät bzw. Hubschrauber) behandelt worden waren, blieben weitgehend befallsfrei (Reindl 1968). Durch das Einsparen der 2. Behandlung verringerten sich die Kosten der Schüttekämpfung um 30 %.

Von der Niedersächs. Forstl. Versuchsanstalt, Göttingen (Schindler), wurde eine insektizide Wirkungssteigerung durch den SYNERGID-Zusatz um über 30 % festgestellt. Die Überprüfung der Dauerwirkung ergab, daß Zweige von im Freien mit 1.350 g DDT-Mittel in 100 l Wasser/ha behandelten Fichten nach 53 Tagen im Labor auf frischen Käferbesatz (*Otiorrhynchus niger*) keine Wirkung mehr ausübten. Bei sonst gleicher Behandlung mit SYNERGID-Zusatz wurden dagegen noch 97 % abgetötet. Andere Versuche dieser Anstalt bestätigten, daß sich mit abnehmendem SYNERGID-Zusatz, wie im Obst- und Weinbau empfohlen, die Belagswirkungen den konventionellen angleichen (kein neues Rückstandsproblem). Die physikalischen Eigenschaften der Brühen bleiben auch bei abgestuften SYNERGID-Zusätzen für die Feinsprühetechnik voll erhalten.

Im Weinbau sind seit 4 Jahren die Ergebnisse bezüglich der Belagsbildung überzeugend. Durch die Technik des Feinsprühens werden in allen Zonen der Reben auf der Blattober- und -unterseite und in den Gescheinen Beläge erzeugt, wie sie ohne SYNERGID vom Flugzeug aus nicht, mit Bodengeräten nur mit einem außerordentlich großen Brüheaufwand erreicht werden (Dieter, Hasselbach 1966, Kiefer und Eisenbarth 1966, Stellwag-Kittler).

Neue Versuche im Obstbau ergaben, daß die Technik des Feinsprühverfahrens wahrscheinlich auch zur Bekämpfung der Stippigkeit vorteilhaft ist. Durch eine  $\text{CaCl}_2$ -Feinsprühung läßt sich die 3fache Ca-Menge applizieren wie im Spritzverfahren ohne Berostungen oder Blattverbrennungen. Durch Anwendung des Feinsprühverfahrens könnten die der Praxis empfohlenen 6–8  $\text{CaCl}_2$ -Spritzungen stark reduziert werden.

Zur Kirschruchtbliegenbekämpfung wurden Insektizide mit nur der halben üblichen Aufwandmenge mit SYNERGID-Zusatz auf 30–50 m Tiefe mit Erfolg kaltvernebelt.

Im Gartenbau ergeben sich neue Möglichkeiten, besonders für die Schädlingsbekämpfung im Gewächshaus. Seit 2 Jahren werden mit SYNERGID-formulierten Fungiziden und Insektiziden im Thermalnebelverfahren mit nur  $1\frac{1}{4}$  l Flüssigkeit je 660 qm Grundfläche durchschlagende Erfolge erzielt (Gartenbach, Göhlich und Mathes).

Zusammenfassend ist festzustellen:

Die technischen und betriebswirtschaftlichen Vorteile, die das SYNERGID-Verfahren gegenüber dem konventionellen Spritzen und Sprühen mit großen Brühmengen bietet, sind von maßgeblichen Instituten und Forschungsanstalten bestätigt worden. Im laufenden Jahr wurden rd. 10 000 ha mit Bodengeräten und aus der Luft im SYNERGID-Verfahren erfolgreich behandelt. An der Gesamtfläche, die mit SYNERGID formuliert feingesprüht wurde, ist der Forst mit 50 % beteiligt, die anderen 50 % verteilen sich auf die Landwirtschaft, den Wein- und Obstbau und Sonderkulturen. Das SYNERGID-Verfahren mit stark reduziertem Brüheaufwand vereinfacht die Technik der Applikation von Spritzmitteln und erleichtert ihre betriebswirtschaftliche Durchführung.

### Summary

The synergid method offers the advantage of spraying the necessary microelements and pesticides in relatively high concentration without harm to the crops. The addition of synergid 3 modifies the physical qualities of the solutions in such a way, that the deposits on the leaf surface are more complete, compatible and resistant to rain than deposits produced by normal spraying. By using graduated amounts of synergid the resistance to rain may be adjusted to the needs of orchard and vinyard cultivation. The reduction in the amount of spray solution simplifies the application technique, it increases the efficiency of the spraying tools and aircrafts and facilitates its practical application.

### Literatur

- Beltrup, A., Erfahrungen mit dem „Sparsprühverfahren“. — Chemie und Technik in der Landwirtschaft 19. 1968, 170–172.
- Dieter, A., Versuchsbericht über die Verwendung und die Brauchbarkeit von Synergid 3 im Weinbau, unveröffentlicht.
- Gartenbach, Swingfog-Einsatz im Gewächshaus mit SYNERGID-formulierten Fungiziden und Insektiziden. Mündliche Mitteilung.
- Göhlich, H., und Mathes, A., Versuche mit Kalt- und Thermalvernebelung im Gewächshaus unter Verwendung von SYNERGID. Briefliche Mitteilung.



- Hasselbach, R., Versuche und Versuchsergebnisse mit dem Feinsprühverfahren im Weinbau. — Die Wein-Wissenschaft 1966, 150—152.
- Kiefer, W., und Eisenbarth, H. J., Großflächenverfahren zur Schädlingsbekämpfung im Weinbau. — Der Deutsche Weinbau 23. 1968, 375—378.
- Reindl, J., Versuche mit Synergid-Zusatz zu Fungiziden bei der Kiefern-Schüttebekämpfung. — Allgemeine Forstzeitschrift 22. 1968, 659—660.
- Reisch, J., Erfahrungen bei der Schutzbehandlung des Sturmholzes gegen Borkenkäfer. — Der Forst- und Holzwirt 22. 1967, 502—507.
- Schindler, U., Versuche mit Synergid 3 gegen Forstinsekten, unveröffentlicht.
- Stellwag-Kittler, F., Bericht über die Untersuchungen der Sprühtropfenverteilung beim Hubschrauber-Einsatz 1965.

**J. KRADEL, N. DRESCHER, E.-H. POMMER und  
G. SYNNA TSCHKE,**

Landw. Versuchsstation Limburgerhof der BASF

**Vorläufige Resultate über den Einfluß von Netzmitteln auf den  
biologischen Effekt von Pflanzenschutzmitteln (Fungizide)**

(Kurzfassung)

Die nachstehend mitgeteilten Beobachtungen und Befunde beziehen sich auf noch nicht abgeschlossene Untersuchungen. Sie sind nur als eine vorläufige Mitteilung zu werten, die zur Diskussion anregen will.

Als Spritzpulver formulierte Pflanzenschutzmittel enthalten einen gewissen Anteil an Netzmitteln. Diese sollen das Dispergieren des Präparates in der Spritzbrühe und später die gleichmäßige Verteilung auf dem zu behandelnden Objekt erleichtern. Für Fungizide sowie für Insektizide und Akarizide mit Kontaktwirkung ist dies bedeutungsvoll. Vergleicht man die sehr unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit von Blättern und Früchten verschiedener Kulturen und Sorten, dann wird sofort augenfällig, daß hinsichtlich der Oberflächenbenetzung nur Kompromisse möglich sind. Mit anderen Worten: Der Netzmittelanteil in der Formulierung eines Fungizides ist auf eine mittlere Benetzungsfähigkeit abgestimmt. Bei manchen Objekten ist der Zusatz eines besonderen Netzmittels erforderlich, um eine optimale Verteilung des Präparates auf der zu schützenden Oberfläche zu erhalten.

Die Untersuchungen wurden mit einem nichtionogenem flüssigen Netzmittel (Handelsname <sup>®</sup> Citowett) durchgeführt. Bei den verwendeten Fungiziden handelte es sich — soweit nichts anderes angegeben — um handelsübliche Aufbereitungen (Spritzpulver) verschiedener Wirkstoffe.

Eine bessere Verteilung auf der Oberfläche wird sich auf die Haftfestigkeit auswirken. Wie Tab. 1 a zeigt, läßt sich im Modellversuch (angerauhte Glasplatten) die Haftfestigkeit durch Netzmittelzusatz verbessern. Das wird besonders deutlich bei Formulierungen mit geringer Schwebefähigkeit und höherem Anteil größerer Teilchen.

Tab. 1 a. Einfluß auf die Haftfestigkeit.

Präparat	Haftfestigkeit in ‰ nach 5–6 mm Regen in 30 Min.			
	I		II	
	Formulierung mit größeren Teilchen und geringer Schwebefähigkeit		Formulierung mit feineren Teilchen und höherer Schwebefähigkeit	
	ohne	mit	ohne	mit
	Netzmittel		Netzmittel	
A	28	69	77	84
E	17	39	69	82
G	31	55	60	74

Bei der Verregnung von Pflanzenschutzmitteln in einer Rebanlage brachte der Netzmittelzusatz eine bessere Bedeckung der Traubenoberfläche (Tab. 1 b).

Tab. 1 b. Verregnung von Pflanzenschutzmitteln bei Reben.

	Fluoreszierende Oberfläche (Bedeckungsgrad) der Trauben in %	
	ohne	mit
	Netzmittel	
In Regnernähe	40	58
8–10 m Abstand	43	90

Bei der im Obstbau verbreitet üblichen Spritztechnik mit hohen Wassermengen (2000–3000 l/ha) kommt es nach der Applikation zum Abtropfen der überschüssigen Spritzbrühmenge. Ob bei Zusatz eines Netzmittels mehr Spritzbrühe – und damit Wirkstoff – abtropft, ließe sich zwar durch Auffangversuche klären, diese bereiten aber gewisse methodische Schwierigkeiten. Daher wurden orientierende Rückstandsuntersuchungen durchgeführt (Tab. 2).

Tab. 2. Rückstandsbestimmungen.

Präparate	Gefundene Mengen Wirkstoff in ppm	
	ohne	mit
	Netzmittel	
E	60—81	69—80
G	145—180	140—170

Nach diesen ersten Befunden werden die nach der Spritzung vorhandenen Wirkstoffmengen durch den Netzmittelzusatz nicht verringert. Bei Tauchversuchen mit Äpfeln, die für eine andere Fragestellung durchgeführt wurden, ergaben sich keine Anzeichen dafür, daß bei Netzmittelzusatz mehr Wasser von den Früchten abtropft.

Die Wirkung von Schwefelpräparaten gegen die Pflirsichkräuselkrankheit (*Taphrina deformans*) läßt sich – wie seit langem bekannt – durch Netzmittelzusatz verbessern. Nach Holz und Lange (1961) sowie Bohnen (1968) kann der Wirkungsgrad von Dinocap gegen Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha*) durch Netzmittelzusatz erhöht werden. Dies gilt besonders für die Applikation über Beregnungsanlagen.

In eigenen Versuchen wurde die Wirkung von 2 Präparaten durch Netzmittelzusatz in der Tendenz verbessert, bei einem 3. Präparat war das Gegenteil der Fall. Hier wird deutlich, daß die Präparate – wahrscheinlich in Abhängigkeit vom in der Formulierung bereits vorhandenen Anteil an detergierenden Substanzen – auf weiteren Netzmittelzusatz unterschiedlich reagieren können. Der

Effekt gegen Spinnmilben war mit Netzmitteln bei allen 3 Präparaten erkennbar besser.

Bei Gurkenmehltau (*Erysiphe cichoriacearum*) und Eichenmehltau (*Microsphaera quercina*), wirkte sich bei einigen der eingesetzten Präparate der Zusatz einer oberflächenaktiven Substanz ebenfalls günstig aus. Beim Getreidemehltau (*Erysiphe graminis*) wurde im Gewächshausversuch die fungizide Wirkung eines Spritzpulvers durch Netzmittelzusatz deutlich verbessert (Tab. 3). Daraufhin wurde im Freiland diese Spritzpulver-Formulierung mit einem Emulsionspräparat verglichen. Die mit der geringeren Oberflächenspannung zusammenhängende bessere Verteilung der flüssigen Formulierung führte zu einer merklichen Erhöhung der fungiziden Wirkung.

Tab. 3. Getreidemehltau (*Erysiphe graminis*).

	Präparat J	
	ohne	mit
	Netzmittel	
Gewächshaus Bon. (1-9)		
0,015 ‰	7	3
0,03 ‰ WS., formuliert	5	3
0,06 ‰ als Spritzpulver	5	3
Freiland (Sommergerste)	Spritzpulver (w. p.)	Emulsionspräparat (e. c.)
0,6 kg/ha WS Bon. (1-9)	5	3
400 l Wasser		
Befallene Blattfläche in ‰	31,6	10,0

Bei Traubenbotrytis (*Botrytis cinerea*) war in den bisher ausgewerteten Versuchen ein günstiger Einfluß des Netzmittelzusatzes auf Beerenbefall, Stiefäule und Bodentrauben zu beobachten. In einigen Versuchen wurden aber auch etwas mehr Beerenberostungen festgestellt.

Bei einem Versuch zu Golden Delicious brachte ein Netzmittelzusatz zur letzten Lagerschorfspritzung keine Verringerung des fungiziden Effektes gegen Lagerschorf (*Venturia inaequalis*) und Lagerfäulen (*Gloeosporium* sp.), verminderte aber die Bildung störender Spritzflecke. Die Wirkung gegen Apfelschorf wurde nach den bisher vorliegenden Befunden durch den Netzmittelzusatz nicht verringert. Das gilt auch für Phytophthora infestans bei Kartoffeln.

Wie einleitend betont, handelt es sich bei den hier vorgestellten Ergebnissen um eine vorläufige Information. Die Befunde bedürfen der Absicherung durch weitere Versuche. Das gilt besonders für Fragen der Pflanzenverträglichkeit. Schließlich ist hinreichend bekannt, daß ein zu großer Netzmittelanteil bei empfindlichen Kulturen phytotoxische Schäden auslösen kann. Bei einigen pilzlichen Schaderregern ist es aber schon jetzt sicher, daß die zusätzliche Anwendung eines Netzmittels den biologischen Effekt ohne Erhöhung der applizierten Wirkstoff-

menge verbessern kann. Müßte auf die Empfehlung und Anwendung derartiger Netzmittel verzichtet werden, wäre diese Verbesserung der biologischen Wirkung — wenn überhaupt — nur durch eine erhöhte Dosierung des Pflanzenschutzmittels zu erreichen. Neben wirtschaftlichen Erwägungen könnte dies u. U. die Einhaltung der Bestimmungen der Höchstmengenverordnung erschweren.

#### S u m m a r y

As preliminary results are demonstrating the addition of a non ionogen liquid wetting agent has increased the adherence of fungicides, formulated as a wettable powder. There was also a better distribution on the surfaces and a higher rate of control against some pathogen fungi for example powdery mildews. The trial work will be continued.

#### L i t e r a t u r

- Bohnen, K., Vortrag Obstbautagung d. LWK. Rheinhessen in Alzey, 4. 1. 1968.  
Holz, W., und Lange, B., Fortschritte in der chem. Schädlingsbekämpfung. —  
Landw. Verlag Weser-Ems, Oldenburg, 1961.

**G. CRÜGER,**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Gemüsekrankheiten, Fischenich

### Anwendung systemischer Fungizide zur Gurkenmehltaubekämpfung im Gießverfahren

Besonders bei schnellwachsenden Kulturpflanzen, wie z. B. Gewächshausgurken, ist als wesentlicher Nachteil der Pilzbekämpfung im Spritz-, Sprüh- oder Stäubeverfahren die Tatsache anzusehen, daß der Neuzuwachs ohne Schutz ist und so wiederholte Behandlungen in rascher Folge notwendig werden. Von der Wurzel aufgenommene systemische Fungizide werden in erster Linie in die neugebildeten Pflanzenteile transportiert. Ein im Boden vorhandenes Depot eines systemischen Fungizids — vorausgesetzt, daß es ausreichend stabil ist — vermag also — im Gegensatz zur Blattapplikation — der Pflanze einen fortdauernden Schutz zu geben.

Im Jahre 1968 haben wir Versuche mit den systemisch wirkenden Substanzen DP 1991 und PP 675 (s. Tab. 1) durchgeführt, die beide eine hohe fungizide Potenz gegenüber dem Gurkenmehltau besitzen und sich im Gießverfahren einsetzen lassen.

Tab. 1. Systemische Fungizide zur Gurkenmehltaubekämpfung.

Präparat bzw. Wirkstoffbezeichnung	DP 1991	PP 675
Wirkstoff	1-(Butylcarbamoyl)-2-benzimidazol-carbaminsäuremethylester	2-Dimethylamino-4-hydroxy-5-n butyl-6-methylpyrimidin
Kurzbezeichnung	—	Methyrimol
Mol.-Gewicht	290.3	209.28
Akute orale LD 50 (Ratte)	> 9590 mg/kg	> 4000 mg/kg
Chronische Toxizität 90-tägige Fütterung	bis zu 2500 ppm kein Effekt Ratte ♀ und ♂	bis zu 1000 ppm kein Effekt Ratte und Hund

Für die Anwendungstechnik hat entscheidende Bedeutung, daß die beiden Substanzen sich in ihrer Wasserlöslichkeit wesentlich unterscheiden. DP 1991 ist ein wasserunlösliches Spritzpulver und PP 675 war in dem verwendeten Versuchspräparat als Chlorid in wäßriger Lösung enthalten.

An Hand eines Versuches, der unter praktischen Verhältnissen durchgeführt wurde, soll zunächst dargestellt werden, welche völlig neuartigen Möglichkeiten der Pilzbekämpfung diese beiden Wirkstoffe eröffnen. Gewächshausgurken (Sorte

„Sporu“) wurden bei erstem Auftreten von Mehltauflecken, 6 Wochen nach der Pflanzung, mit den beiden Mitteln angegossen. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Mehltauentwicklung in diesem Versuch.

Tab. 2. Gurkenmehltaubekämpfung mit systemischen Fungiziden im Gießverfahren.  
Bonitierungsschema 0—5

Behandlung	Gurkenmehltaubefall Wochen nach der Behandlung								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kontrolle	1,2	1,5	2,1	3,3	4,1	4,1	4,4	4,5	4,5
DP 1991 250 mg AS/Pfl. in 1000 ml	0,6	1,1	1,1	0,8	0,4	0,9	2,5	2,2	2,4
DP 1991 500 mg AS/Pfl. in 1000 ml	0,5	0,6	0,8	0,8	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3
PP 675 100 mg AS/Pfl. in 20 ml	0	0	0	0,4	1,3	1,7	3,0	3,2	3,3
PP 675 250 mg AS/Pfl. in 20 ml	0	0	0	0	0,4	1,6	2,5	1,9	2,0

#### Wirksamkeit gegen Gurkenmehltau

Bei einem Vergleich der beiden Substanzen in der Wirkung gegen den Echten Mehltau an Gurken muß die durch den Unterschied in der Wasserlöslichkeit bedingte verschiedenartige Aufnahmegeschwindigkeit in die Pflanze in Abhängigkeit von der Beweglichkeit im Boden in Rechnung gestellt werden. Die Aufwandmengen von DP 1991 und PP 675 müssen auf das jeweilige Entwicklungsstadium der Gurken abgestellt werden. Aus unseren Versuchen entnehmen wir die in Tabelle 3 wiedergegebenen Dosierungsvorschläge.

Beide Substanzen besitzen eine eradikative Wirkung, die auch bei der Anwendung im Gießverfahren gegeben ist. Der Effekt ist am deutlichsten bei gerade in Entwicklung begriffenem Mehltaubelag. Verhältnismäßig am langsamsten zeigt sich die eradikative Wirkung erwartungsgemäß auf den älteren Blättern. Nach einer Gießbehandlung bilden auch bereits stark befallene Pflanzen völlig gesunde Seitentriebe und haben nach einigen Wochen den Befall ausgewachsen.

#### Phytotoxizität

Während DP 1991 ohne Gefahr einer Schädigung auch als Spritzmittel bei Kürbisgewächsen und vielen anderen Pflanzenarten eingesetzt werden kann, darf PP 675 wegen seiner hohen Phytotoxizität nicht auf das Laub gelangen, sondern kann nur als Gießmittel eingesetzt werden, dabei muß die Aufwandmenge außer-

Tab. 3. Aufwandmengen bei Anwendung von DP 1991 und PP 675 im Gießverfahren.

Entwicklungsstadium	DP 1991 mg AS/Pflanze	PP 675 mg AS/Pflanze
Pflanzen in Anzuchttopfen	4—20	2—4
Pflanzen im Gewächshaus ausgepflanzt, vor stärkerer Seitentriebbildung	100	4—20
Ausgewachsene Pflanzen Dauerwirkung: 4—6 Wochen	250	250
Ausgewachsene Pflanzen Dauerwirkung: Über die ge- samte Kulturzeit	500 1 Behandlung	250 2—3 Behandlungen

dem (s. Tab. 3) auf das Entwicklungsstadium der Gurken abgestellt werden. Eine ausreichende Sicherheitsspanne zwischen der zur Mehltaubekämpfung notwendigen Aufwandmenge und dem phytotoxischen Grenzwert ist jedoch auch bei PP 675 gegeben.

#### Anwendung der Mittel im Gießverfahren

Zunächst muß betont werden, daß die Gewächshausgurkenkultur vor allem durch die ständige hohe Bodenfeuchtigkeit und die extrem flache Anlage der Wurzeln besonders günstige Voraussetzungen für die Anwendung der beiden Mittel im Gießverfahren bietet. Die hier erzielten Erfahrungen können nicht ohne weiteres auf andere Kulturen, ja noch nicht einmal auf die Freilandgurkenkultur übertragen werden. Für PP 675 konnte für Freilandgurken noch kein befriedigendes Verfahren gefunden werden, und im Fall DP 1991 wird man vermutlich beim Spritzverfahren bleiben. — Der Unterschied zwischen den beiden Substanzen in der Wasserlöslichkeit bedingt eine unterschiedliche Anwendungstechnik. Es hat sich gezeigt, daß für die voll wasserlöslichen Präparate, die PP 675 enthalten, eine Ausbringung in geringem Flüssigkeitsvolumen — 20 ml pro Pflanze werden empfohlen — am günstigsten ist. Aus diesem Depot diffundiert der Wirkstoff bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit in die Wurzelzone. Diese Anwendungsform wirkt zugleich einer zu schnellen Auswaschung entgegen. Beim wasserunlöslichen DP 1991 muß durch die Anwendungsform erreicht werden, daß der Wirkstoff in direkten Kontakt mit der Wurzel gelangt. Für die Hausgurkenkultur empfiehlt sich daher das Einmischen in die Kulturerde oder beim Gießverfahren das Ausbringen einer großen Wassermenge, d. h. mit 500 ml bis 1000 ml pro Pflanze.

#### Wirkungsbreite

PP 675 ist ein spezifisches Mittel gegen Echte Mehltaupilze, wobei anscheinend gegen andere Mehltauarten nicht in jedem Fall die gleichen guten Ergebnisse wie gegen den Gurkenmehltau erzielt werden. DP 1991 bescheinigen die bisher vorliegenden Veröffentlichungen (u. a. C. J. Delp und H. L. Klopping 1968) eine weitaus größere Wirkungsbreite, die viele Pilzgattungen, jedoch keine *Phy-*



*comycetes* umfaßt. Für die Anwendung in der Gurkenkultur ist besonders interessant, daß auch eine deutliche Nebenwirkung gegen Spinnmilben (*Tetranychus urticae* Koch) gegeben ist, die wir in unseren Versuchen bestätigen konnten. Allerdings tritt dieser Effekt noch nicht bei der niedrigsten mehltauwirksamen Dosierung ein. Wir stellten ferner fest, daß mit DP 1991 (500 mg AS/Pflanze) unter praktischen Verhältnissen auch die durch *Phomopsis sclerotoides* Kest. verursachte Schwarze Wurzelfäule der Gurken über die gesamte Kulturzeit derart stark unterdrückt wurde, daß ein nachteiliger Einfluß des Erregers auf den Ertrag nicht gegeben sein dürfte.

Abschließend darf festgestellt werden, daß die Versuche mit den beiden Substanzen DP 1991 und PP 675 bewiesen haben, daß es mit ihrer Hilfe möglich ist, Gurkenmehltau in Gewächshauskulturen im Gießverfahren zu bekämpfen. Dabei läßt sich das niedrigvolumig anzuwendende PP 675 zum Beispiel besonders einfach mit einer doppelseitigen Kolbenpumpe einsetzen, die bei jedem Hub die geforderten 20 ml pro Pflanze ausbringt. Statt der beim Spritzverfahren während einer Gurkenkultur notwendigen 6–12 Behandlungen kann man beim Gießverfahren mit 2–3 oder sogar mit nur einer Anwendung auskommen. Sofern die Rückstandsfrage positiv entschieden werden kann, wofür die Voraussetzungen auf Grund der vorliegenden toxikologischen Daten günstig sind, wäre ein echter Fortschritt in der Gurkenmehltaubekämpfung im Anbau unter Glas erzielt.

#### S u m m a r y

A report is given on experiments with DP 1991 and PP 675. The substances were applied as soil drenches to glasshouse cucumbers and proved highly effective against powdery mildew. Details on necessary dosages, phytotoxicity, best method of application and activity of DP 1991 against some other organisms are given.

#### L i t e r a t u r

Delp, C.J., and Klopping, H.L., Performance attributes of a new fungicide and mite ovicide candidate. — Plant Dis. Repr. 52. 1968, 95–99.

## E. WENDLAND, H. JUNKER und H. KEES,

Spezialberatung für Pflanzenschutz der Regierung von Oberbayern und Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

### Arbeitsparende Applikationsverfahren in Gewächshäusern

In den letzten Jahren hatten verschiedene Gartenbaubetriebe im südbayerischen Raum ernste Schwierigkeiten mit der Spinnmilbenbekämpfung in Gewächshäusern, besonders an Treibrosen und Chrysanthemen. Dabei handelte es sich nicht, wie Untersuchungen ergaben, um Resistenz gegen die angewandten Wirkstoffe, sondern in erster Linie um Mängel in der Applikationstechnik. Naturgemäß ist jeder Gärtner bestrebt, die teure Unterglasfläche so gut wie möglich auszunutzen. Dies führt bei einigen mehrjährigen Kulturen, z. B. Treibrosen, zu dichteren Beständen, welche die ordnungsgemäße Durchführung der herkömmlichen Pflanzenschutzmaßnahmen (Spritzen, Sprühen, Stäuben) erheblich erschweren. Nicht zuletzt leidet die erforderliche Gründlichkeit dieser Verfahren oft auch unter dem großen Zeitaufwand. Daher wurde versucht, die Applikationstechnik zu vereinfachen und gleichzeitig wirkungsvoller zu gestalten.

#### Nebelverfahren (Swingfog)

Eine wesentliche Erleichterung und Zeitersparnis wurde mit dem Swingfog-Gerät der Motan GmbH, Überlingen, erreicht. Bei diesem Nebel- bzw. Feinstsprühverfahren, das bereits von B ü h l (1967) beschrieben wurde, brauchen die Pflanzen nicht mehr wie beim herkömmlichen Sprühverfahren direkt getroffen zu werden, sondern es genügt, wenn der Raum über den Kulturen vernebelt wird. In unseren Versuchen erwies es sich als zweckmäßig, das Gerät bei einer Gewächshausbreite bis zu 12 m einmal, das Rohr nach beiden Seiten schwenkend, durch den Raum zu tragen. Bei breiteren Einheiten muß 2mal oder öfter durchgegangen werden, wobei jeweils nur 1 Streifen vernebelt wird. Die Möglichkeit der Vernebelung großer Gewächshäuser von außen durch eine Öffnung unter Verwendung von Luftumwälzungsanlagen wird zur Zeit noch erprobt. Dies wäre ein wesentlicher Vorteil, weil auf das sonst notwendige Tragen von Gasmasken und Schutzkleidung verzichtet werden könnte.

Grundsätzlich kommt es bei diesem Verfahren darauf an, einen Nebel zu erzeugen, der auch die dichtesten Partien durchdringt, so daß der Raum praktisch nebelgesättigt ist. Die Dichte des Nebels wird durch die Flüssigkeitsmenge reguliert, seine Schwere durch die Düsendgröße. Bei lockeren Pflanzenbeständen braucht der Nebel weniger dicht zu sein, während es bei höheren Temperaturen vorteilhaft ist, den Nebel etwas schwerer, d. h. großtropfiger auszubringen. In unseren Versuchen hat es sich als günstig erwiesen, eine Flüssigkeitsmenge (Präparat + Wasser) von 3 l auf 1000 qm Gewächshausfläche bei allen wasserverdünnten normalen Spritzmitteln mit der 1,0 mm Düse zu vernebeln. Bei Verwendung von Spezialnebelmitteln kann die Flüssigkeitsmenge geringer sein.

Die Vernebelungszeit richtet sich nach Düsengröße und zu vernebelnder Flüssigkeitsmenge. Bei Verwendung der gebräuchlichen 1,0 mm Düse ist der volle Tankinhalt (ca. 4,2 l) in ca. 20 Min. vernebelt. In einem unserer Versuche wurde ein Gewächshausblock mit Treibrosen von 720 qm Grundfläche und einer Bestandeshöhe von 100 cm in 8 Minuten vernebelt.

Die Mitteldosierung kann auf 2 Arten erfolgen:

1. Nach der Nebeltabelle der Fa. Motan\*)
2. Nach dem Spritzmittelverbrauch beim üblichen Spritzverfahren (von dem auch B ü h l [1967] ausgegangen ist).

So ermittelten wir z. B. bei einer Bestandeshöhe der verhältnismäßig dicht stehenden Treibrosen (6—7 Pflanzen/qm) von 100 cm einen Spritzbrüheverbrauch von 250 l. B ü h l (1967) kam in seinen Versuchen bei einer Bestandeshöhe von 25 cm auf einen Verbrauch von 100 l, bei 50 cm Höhe auf 150 l und bei 100 cm Höhe auf 200 l. Bei einer Konzentration von 0,2 ‰ errechnet sich daraus in unserem Versuch eine Präparatmenge von 500 ccm bzw. 500 g. Im Nebelverfahren müßte die gleiche Menge mit Wasser verdünnt ausgebracht werden.

Bei Spezialnebelpräparaten ist die Dosierung entsprechend der Gebrauchsanweisung zu wählen.

An Wirkstoffen wurden Kombination von Chlorphenamidin + DDVP (Galecron + Nogos) sowie Pentac in Form der Nebelapplikation auf Spinnmilbenwirkung und Verträglichkeit geprüft. Dabei kamen auf 1000 qm Gewächshausfläche\*\*) 130 ccm Chlorphenamidin und 104 ccm DDVP mit 1175 ccm Wasser (Verhältnis Präparat zu Wasser beträgt 1 : 5) sowie 500 ccm Pentac einer 18 ‰igen Nebelformulierung zur Anwendung. Bei Galecron + Nogos ergab sich bei einer Kontrolle nach 14 Tagen ein Wirkungsgrad von 95,6 ‰. Bei einmaliger Anwendung von Pentac wurde ein Wirkungsgrad von 90 ‰, bei Wiederholung der Behandlung nach 8 Tagen ein solcher von über 99 ‰ erzielt. Schäden irgendwelcher Art an den behandelten Treibrosen der Sorten Baccara und Carol wurden nicht beobachtet.

Auch Fungizide eignen sich zur Vernebelung. B ü h l (1967) erzielte gute Erfolge u. a. gegen den weißen Chrysanthemenrost mit Mancozeb. Nach unseren Erfahrungen läßt sich auch das BASF-Mehltaumittel (Cyclododecyl-morpholin) sehr gut vernebeln. Weitere Fungizide befinden sich noch in Prüfung.

Die wesentlichen Vorteile des Verfahrens beruhen auf der großen Schlagkraft, der einfachen Anwendung sowie der universellen Verwendbarkeit auch zur Desinfektion und Entseuchung von Gewächshäusern und Lagerräumen mit Formalin und anderen Grobdesinfektionsmitteln.

\*) Prospekt der Motan Dr. St. IV/68.

\*\*) Die Versuche wurden bei Herrn Würstle, Spielberg/Lkrs, Fürstenfeldbruck, durchgeführt, dem an dieser Stelle für die Unterstützung gedankt wird.

Die Fortschritte dieses Verfahrens können am besten an Hand nachstehenden Vergleiches der arbeitswirtschaftlichen Situation zwischen Nebel- und Spritzverfahren demonstriert werden:

### Zeitaufwandvergleich Spritzen-Nebeln

Versuchsort: *Spielberg/Fürstenfeldbruck*

Betrieb: *Würstle*

Kultur: *Treibrosen der Sorte Carol*

Gewächshausblock von 720 qm Grundfläche

	<u>Spritzen</u>				<u>Nebeln</u>	
	Höhe d. Pflanzenbestandes					
	a, 70 cm	b, 100 cm	Min.	Sek.	Min.	Sek.
1, Vorbereitung	2	20	2	20	2	40
2, Behandlung	168	20	232	30	8	-
3, Zwischenauffüllung.	14	20	39	40	-	-
4, Wegezeiten	8	-	18	-	1	-
5, Reinigen	10	-	10	-	10	-
<b>Gesamtzeitaufwand</b>	<b>203</b>	<b>-</b>	<b>302</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>40</b>

#### Insektizide Granulate

Eine fortschrittliche Lösung des Spinnmilben- und Blattlausproblemes im Zierpflanzenbau stellt der Einsatz von Granulaten dar. Besonders in dichten Treibrosenkulturen handelt es sich um ein arbeitssparendes Verfahren, das neben der einfachen Anwendung auch eine beachtliche Dauerwirkung erzielt. In unseren Versuchen wurde Temik mit 4 g, 5 g und 6 g/qm gegen Spinnmilben an Treibrosen eingesetzt, und zwar mit und ohne Einarbeitung. Die Ausbringung erfolgte von Hand (mit Gummihandschuhen) unter das Laub. Die Ergebnisse ließen erkennen, daß die Aufwandmenge von 5 g/qm voll ausreichend ist. Das Einarbeiten brachte keine Vorteile. Im Durchschnitt unserer Versuche wurde eine Befallsfreiheit von 12 Wochen erzielt, wenn die Behandlung bei Befallsbeginn (2-3 Milben je Blatt) erfolgte. Die Notwendigkeit einer erneuten Behandlung geht aber über die befallsfreie Zeit hinaus. 1968 war eine solche ca. 16 Wochen nicht erforderlich. In Versuchen mit starker Ausgangsverseuchung (300 Milben je Blatt) war nur an den oberen Trieben Befallsfreiheit, die allerdings auch hier 12 Wochen anhielt, zu erzielen. Die Neubesiedlung setzte stets zuerst an den unteren Blättern ein.

Folgende Voraussetzungen müssen jedoch bei Anwendung von Temik erfüllt werden:

1. Das Streuen muß gleichmäßig geschehen, da sich sonst wirkstofffreie oder unterdosierte Lücken im Bestand bilden, die zu einer raschen Neubesiedlung führen.
2. Die Durchfeuchtung der gesamten Fläche muß gleichmäßig erfolgen. In einem Gewächshausversuch an Treibrosen traten nach 9 Wochen neue Spinnmilben-

nester auf, besonders entlang der Seitenbelüftung, wo sich Trockenstellen befanden. Nach gründlicher Durchfeuchtung trat dort die Wirkung wieder ein.

Die Verträglichkeit des Mittels war in allen Fällen ausgezeichnet. In Parallelversuchen tolerierten selbst Orchideen Temik mit 2 g je l/Erde. Damit finden die Ergebnisse von Nölle und Schneider (1968) ihre Bestätigung.

#### Verregnung von Pflanzenschutzmitteln

Ein drittes arbeitssparendes Verfahren ist schließlich das Beimischen von wurzelaufnehmbaren systemischen Wirkstoffen in das Wasser einer Beregnungsanlage. In unseren Versuchen wurde nicht das Laub, sondern der Boden im Wurzelbereich der Pflanzen beregnet. Geprüft wurde Dimefox in verschiedenen Aufwandmengen. 25 ccm/qm erwies sich als ausreichend, bei 50 ccm/qm traten noch keine Schäden auf. Das Dosierungsprinzip beruht darauf, daß mittels einer Beimischanlage, die auch für die Flüssigdüngung verwendet wird, die erforderliche Präparatmenge dem Beregnungswasser beigemischt wird. Die Wassermenge richtet sich nach dem Feuchtigkeitsgrad des Bodens. Sie spielt für die Ausbringung des Präparates nur insofern eine Rolle, als es darauf ankommt, die richtig bemessene Präparatmenge gleichmäßig auf die Fläche zu verteilen. Die Beregnung wurde automatisch gesteuert. Als wichtigstes Ergebnis läßt sich festhalten, daß im Vergleich zu Temik die Anfangswirkung von Dimefox annähernd gleich, die Dauerwirkung dagegen geringer war. Im Durchschnitt der Versuche wurde nahezu 6 Wochen lang Befallsfreiheit festgestellt. Bei starker Ausgangsverseuchung ließ sich aber auch mit Dimefox an den unteren Blättern nicht mehr völlige Befallsfreiheit erzielen.

#### Summary

Economic application methods in greenhouses.

Experiences are described with 3 modern methods for bringing out pesticides in greenhouses, i. e. screening with the swingfog apparatus, application of insecticide granulars and distributing with spray irrigation.

#### Literatur

- Bühl, R., Erfahrungen mit dem Swingfog-Gerät. — Südd. Erwerbsgärtner 21. 1967, 1480—1481.
- Nölle, H. H., und Schneider, A., Wirkungsbreite und Wirkungsweise von Temik (Erfahrungen aus Deutschland). — Pflanzenschutz-Berichte 38. 1968, 33—45.

**H. LENZNER,**  
Schering AG, Berlin

### **Anwendungsmethoden für flüssige Präparate bei der chemischen Bodenentseuchung**

Bodenentseuchungsmittel sind so gut oder so schlecht in ihrer Wirkung auf Bodenparasiten wie ihre Verteilung durch die Applikationsmethoden und die verwendeten Geräte ausfällt. Das Angebot reicht dabei von Primitivmethoden mit zahlreichen Arbeitskräften bis zum exakten Dosiergerät von mehreren Metern Arbeitsbreite und „Ein-Mann-Bedienung“.

Ich hatte in den letzten Jahren Gelegenheit, sowohl in Europa als auch in Übersee die Bodenentseuchungsprobleme zu studieren, und möchte versuchen — an einer sehr kleinen Auswahl — Methoden und Geräte zu erläutern.

Eine Gliederung oder Gruppierung geht zweckmäßigerweise von der Flächengröße aus, die behandelt werden soll.

Für Kleinflächen bis ca. 500 qm z. B. Saatbeete, Anzuchtkästen oder kleinere Freilandflächen ist die Gießmethode zu empfehlen. Der Arbeitsgang umfaßt dabei folgende Stationen: Saarfertige Vorbereitung des Bodens mit einer Fräse z. B.; Aufgießen der Präparatmenge mit einer feinen Brause oder einem Handträufler; leichtes Beregnen (ca. 2—3 mm Wasser); Bedecken mit Plastikfolie für 10—14 Tage; Entfernen der Folie und Kressetest vor Kulturbeginn.

Das ist eine sehr einfache Applikationsmethode, jedoch nur zu empfehlen bei Bodentemperaturen unter 10° C — gemessen in 20 cm Tiefe — und einer Lufttemperatur von nicht mehr als 15° C.

Die Eindringungstiefe des Präparats bei dieser Methode beträgt für Di-Trapex z. B. 20—30 cm je nach Krümelstruktur und Bodenart. Damit ist eine ausreichende Entseuchung gegeben und bei herbizidwirksamen Präparaten der Erfolg sichergestellt.

Bei höheren Temperaturen, Flächen über 500 qm und Präparaten mit starker Geruchsbelästigung sollte direkt in den Boden appliziert werden.

Steht für die Bodenvorbereitung nur eine Fräse zur Verfügung, verwendet man Handinjektoren, d. h. nach der Bodenvorbereitung injiziert man das Präparat im gleichmäßigen Abstand. Um Wirkstoffverluste zu vermeiden, tritt man die entstehenden Löcher wieder zu. 20, besser noch 25 Einstiche pro qm, sind für eine optimale Verteilung erforderlich.

Steht ein Einscharpflug zur Verfügung, so kann durch Austräufeln direkt vor dem Pflug entseucht werden. Eine Weiterentwicklung zur exakten Ausbringung ist die Montage der Dosiereinrichtung auf das Bodenbearbeitungsgerät. Bei konstanter Fahrgeschwindigkeit ist dabei eine ausreichend genaue Dosierung möglich.

Anhängergeräte mit unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit arbeitenden Dosiereinrichtungen erreichen eine größere Genauigkeit in der Ausbringung, sind aber wegen ihrer Größe erst auf Flächen über 2000 qm zu empfehlen.

Dazu einige Beispiele: Das Pflugträufelgerät, System Meyer/Rellingen, hat sich auf leichten Böden mit einer Tagesleistung bis zu 4 ha bewährt, desgleichen das ASA-Gerät der Fa. Fuchs/Kopenhagen. Das Fumitrac-Gerät der Schering AG Berlin hat etwa die gleiche Flächenleistung wie die beschriebenen Pflüge, läßt

sich aber auch auf kleineren Flächen und in Gewächshäusern verwenden. Ein amerikanisches Großgerät (John Blue) mit 10 ha Tagesleistung und einer Arbeitsbreite von über 2 m ist auch für die Reihenbehandlung konstruiert.

Für drei weitere Spezialgebiete der Bodenentseuchung stehen folgende Methoden und Geräte zur Verfügung:

Erdhaufenbehandlungen mit der abgewandelten Gießmethode werden seit langem praktiziert. Dabei muß jede Schicht von 20 cm Höhe mit einem Teil der Gesamtaufwandmenge überbraust und anschließend mit Plastik bedeckt werden. Nach der Einwirkungszeit von 10–14 Tagen setzt man den Erdhaufen einmal um. Frontlader oder Transportbänder erleichtern die Arbeit wesentlich.

Eine andere Anwendungsmethode, die nur zögernd in Europa Einzug hält, ist die Bekämpfung oder besser gesagt das Zurückdrängen der Bodenparasiten z. B. der Nematoden für jeweils nur eine Kultur. In Nordamerika ist „commercial kill“ schon weit verbreitet und der Gedanke, mit Nematoden leben zu müssen, kein Schreckgespenst mehr. Mit  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{10}$  der normalen Aufwandmenge — damit auch der normalerweise anfallenden Kosten — werden die künftigen Pflanz- oder Kulturstreifen behandelt. Nach einer Einwirkungszeit von 14–21 Tagen wird die Kultur direkt auf oder in diese entseuchten Streifen gepflanzt bzw. gesät. Nach der Ernte und einer erneuten Bodenbearbeitung muß für die folgende Kultur wieder in gleicher Weise behandelt werden.

In Weinbaugebieten mit starkem Auftreten der Reisigkrankheit ist zur Bekämpfung virusübertragender Nematoden eine Entseuchungstiefe bis zu 1 m erwünscht. Ein Gerät der Fa. Foudrier/Frankreich kann nach entsprechender Bodenvorbereitung, z. B. nach dem Rigolen, mit der nötigen Zugkraft versehen bis maximal 40 cm tief injizieren. Dabei gibt ein Teil der Messersechs das Präparat in 20, dazwischenliegende Sechs in max. 40 cm Tiefe an den Boden ab. Bei Herbst- und Winteranwendungen ist die Gasbewegung mehr in die Tiefe als zur Oberfläche gerichtet, so daß eine Durchgasung der tieferliegenden Bodenschichten gewährleistet ist.

#### S u m m a r y

Methods and equipments for soil fumigation are represented. For treatment of small areas (up to 500 square metres) at low temperatures infusion of products and covering with plastic is recommended.

Larger areas can be treated with hand injectors whereby 20 to 25 injections per square metre are necessary. Sprinkling applicators and dosage ploughs constructed for two wheel drive tractors and for four wheel drive tractors respectively covering a larger area are introduced to you.

For heavier soils equipments with injection chisels and an application width of 1 to max. 2.20 m have been developed. Bulk treatment may be simplified by means of band conveyors and front loaders.

Even fumigation in viniculture up to 40 cm have become possible by special equipments applying at two levels.

## A. SCHNEIDER, H. WILL und J. KRADEL,

Aglukon-GmbH. Düsseldorf und  
Landw. Versuchsstation der BASF

### Zur Ausbringtechnik streufähiger Bodenentseuchungsmittel

(Kurzfassung)

Seit 1967/68 wird eine gut streufähige Aufbereitung von Dazomet (3,5-Dimethyltetrahydro-1,3,5-thiadiazin-2-thion) angeboten (Handelsbezeichnungen Dazomet-prill bzw. ® Basamid-Granulat). Während die bisherigen Aufbereitungen Teilchengrößen unter 0,1 mm besaßen, hat das neue Präparat folgendes Teilchenspektrum:

Tab. 1. Teilchenspektrum von Dazomet-Granulat.

unter 0,1 mm	höchstens 8 %
0,1—0,5 mm	82 %
davon 0,1—0,4 mm	65 %
0,5—1,0 mm	10 %

Das Teilchenspektrum stellt eine Optimierungslösung dar. Verschiedenartige, biologische, arbeitswirtschaftliche und herstellungstechnische Forderungen mußten dabei einer allseits befriedigenden Regelung zugeführt werden.

Erwartungsgemäß wurde in Modellversuchen bestätigt, daß bei zunehmender Teilchengröße (bes. über 0,4 mm) die Umsetzungsgeschwindigkeit innerhalb 24 Std. nach der Applikation etwas geringer wird. Spätestens nach 7—9 Tagen bildete sich aber die zu erwartende Menge der gasförmigen Umsetzungsprodukte, gemessen wurde Methylisothiocyanat (Eibner et al. 1968, Kradel 1968).

Bei dem geringen Anteil von Teilchen unter 0,1 mm (max. 8 %) ist erst bei mäßigem bis frischem Wind mit einer stärkeren Abtrift zu rechnen (Hitchmann 1968). Das Streuen von Hand bietet keine Schwierigkeiten. Bei einem mit 2 geübten Personen durchgeführten Streuversuch aus dem Stand (je 50 Würfe, je Wurf 30—38 g Dazomet) fielen etwa 85 % der Gesamtmenge auf die unmittelbar vor den Streuern befindliche Fläche von 4 qm.

Die im Handel befindlichen Kastendüngerstreuer der geprüften englischen und deutschen Fabrikate gestatten eine genügend gleichmäßige Ausbringung. Da das Granulat relativ weich ist, verdienen Gerätetypen mit schonender Arbeitsweise den Vorzug. Weniger einheitlich waren in Untersuchungen die Streubilder bei Schleuderstreuern.

Voraussetzung für die wirkungsvolle Bodenentseuchung mit Dazomet ist eine gleichmäßige Verteilung im Boden. Die Untersuchung dieser Verteilung bereitet methodisch gewisse Schwierigkeiten, da zum Nachweis von Dazomet im Boden Versuche bei so niedrigen Bodentemperaturen durchgeführt werden müssen, daß in der Zeit zwischen Applikation und Probenahme eine nennenswerte Umsetzung von Dazomet in die Gasphase unterbleibt. Hams und Collyer (1963) arbeiteten daher mit Zusatz eines Fluoreszenzfarbstoffes. Die Extinktionswerte geben Aufschluß über die in den einzelnen Bodenschichten befindlichen Dazomet-Mengen. In eigenen Versuchen wurde neben der direkten Bestimmung von Dazomet mit einem herbiziden Granulat (Teilchengröße 0,150—1,0 mm) gearbeitet, dessen Wirkstoff (Chlorthiamid) im Boden beständiger ist. Ferner wurden Glas-

® = eingetr. WZ.



kugeln (Durchmesser 1,0 mm, 30 g/qm) verwendet. Sie entsprechen zwar nicht ganz dem Teilchenspektrum des Dazomet-Granulates, sind aber durch Sieben bzw. Ausspülen leicht zurückzugewinnen.

In englischen (Tab. 2 a) und eigenen (Tab. 2 b) Versuchen wurde durch Eingraben von Dazomet nur eine sehr ungleichmäßige Verteilung von Dazomet im Boden erreicht.

Tab. 2 a. Eingraben von Dazomet in den Boden (nach Hams und Collyer, 1963 Streuung\*) der in den einzelnen Bodentiefen wiedergefundenen Dazomet-Mengen in ppm.

Bodentiefe cm	1 × gegraben	2 × gegraben
0—5	10—190	40—260
6—10	10—270	80—180
11—15	160—240	65—240
16—20	90—240	20—180
21—25	10—260	20—260

\*) Angegeben wird der größte u. kleinste Wert von 6 Wiederholungen.

Tab. 2 b. Eingraben von Dazomet in den Boden.

Bodentiefe cm	Analytisch erfaßte Dazomet-Mengen in ‰ d. Gesamtmenge*)
0—5	12,6
6—10	15,8
11—15	69,2
16—20	2,4

\*) Mittelwerte von 4 Proben je Bodenschicht.

Ein Vergleich zwischen Fräsen und Pflügen (Tab. 2 c) brachte für das Fräsen eine bessere Unkrautwirkung und höheren Zuwuchs bei den Apfelsämlingen.

Tab. 2 c. Verschiedene Einarbeitung von Dazomet.

	Unkrautwirkung		Einjährige Apfelsämlinge Höhe in cm
	Bon. (1—9)	‰ Minderung	
Fräsen	4,5	87	83,7
Pflügen	6	74	76,5
Unbehandelt	9	0	56,7

Unkrautwirkung: 1 = ausgezeichnet; 3 = gut; 5 = noch ausreichend; 9 = keine.

Auf leichtem, feinkrümelndem Boden brachte das Pflügen zwar eine recht gute Verteilung von Dazomet, der Kressetest zeigt jedoch eine leichte Verzögerung der Umsetzung in der tieferen Bodenschicht an (Tab. 2 d).

Tab. 2 d. Verschiedene Einarbeitung von Dazomet.

Bodentiefe cm	Analytisch erfaßte Dazomet-Mengen in % der Gesamtmenge*)		Normale Kressekeimung . . . Tage nach der Applikation**)	
	Fräsen	Pflügen	Fräsen	Pflügen
0—5	50,7	33,2		
6—10	27,3	21,8	25	25
11—25	19,3	32,5	25	29
16—20	2,7	12,5		

\*) Mittelwerte von 4 Proben je Bodenschicht.

\*\*\*) Bodentemperatur z. Z. der Versuche 9—12° C.

Hinsichtlich der Verteilung von Dazomet im Boden bestehen zwischen den Fräsetypen Unterschiede. Sinkt z. B. die Umdrehungszahl unter 120 U/min, wird die Verteilung bei der gleichen Fräse deutlich schlechter:

Tab. 3 a. Verteilung von Dazomet im Boden bei unterschiedlicher Drehzahl der Fräse (nach H a m s und C o l l y e r, 1963).

Bodentiefe cm	Dazomet-Menge in ppm	
	70/min	120/min
0—5	220	170
6—10	130	150
11—15	100	115
16—20	65	80
21—25	35	60

Mittelwerte aus 6 Wiederholungen.

Bei den untersuchten englischen Fräsen brachten rotierende Teile mit L-Form eine gleichmäßigere Verteilung in der Bodenschicht von 0—20 cm als rotierende Teile mit S-Form:

Tab. 3 b. Verteilung von Dazomet im Boden bei unterschiedlicher Form der rotierenden Teile (nach H a m s und C o l l y e r, 1963).

Bodentiefe cm	Dazomet-Menge in ppm	
	„L“-Form	„S“-Form
0—5	155	170
6—10	130	145
11—15	150	95
16—20	140	70
21—25	30	70

Umdrehungszahl 120/min.

Die im Handel befindlichen deutschen Fräsen haben in der Regel rotierende Teile in L-Form und Umdrehungszahlen über 120/min.

In eigenen Versuchen wurden zwei zapfwellengetriebene Fräsen verglichen. Die Qualität der Einarbeitung wurde mit Chlorthiamid-Granulat und mit dem Glaskugel-Test überprüft:

Tab. 3 c. Qualität der Einarbeitung bei zwei deutschen Fräsentypen. Wiedergefundene Menge von 2,6-Dichlorbenzonnitril (I) und Anzahl der Glaskugeln (II) in % der Gesamtmenge.

Bodentiefe in cm		Fräse A (ca. 230 U/min)	Fräse B (ca. 530 U/min)
I	0— 5	59,7	57,7
	6—10	35,8	36,2
II	0— 5	63,1	55,2
	6—10	21,5	32,8

Eingestellte Arbeitstiefe: ca. 10 cm, Sandboden.

Bei ca. 10 cm Arbeitstiefe bleiben bei beiden Fräsen etwa 95 % der Gesamtmenge 2,6-Dichlorbenzonnitril in der eingestellten Bodenschicht. Zwischen der analytischen Methode und dem Nachweis mit Glaskugeln besteht gute Übereinstimmung.

Die Verteilung ist auf leichtem und schwererem Boden annähernd gleich gut:

Tab. 3 d. Qualität der Einarbeitung auf leichtem und schwerem Boden. Wiedergefundene Glaskugeln in % der Gesamtmenge.

Bodentiefe cm	Anlehmiger Sandboden	Lehmboden
0— 5	63,1	48,7
6—10	21,5	30,1
11—15	10,8	14,4
16—20	1,5	3,4
21—25	3,1	3,4

Fräse mit Zapfwellenantrieb ca. 230 U/min. — Eingestellte Arbeitstiefe ca. 10 cm.

Da sich die gasförmigen Umsetzungsprodukte von Dazomet noch etwa 5 cm unter die ursprüngliche Einarbeitungstiefe ausbreiten (H a m s and C o l l y e r 1963) kann bei einer Einarbeitungstiefe von ca. 15 cm mit einer guten Entseuchungswirkung bis auf 20 cm Tiefe gerechnet werden.

In Gemüsebau- und Baumschulgebieten wird die Bekämpfung von Bodenmüdigkeitserscheinungen auf größeren Freilandflächen zunehmend notwendig.

Mit den Systemen Schneider Gärtnerfreund GT 21 D, 25 PS und Fendt Geräteträger, 32 PS, wurden bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten und Arbeitstiefen gute Streu- und Einarbeitungsergebnisse erzielt. Die in der Praxis verbreiteten Ackerschleppertypen, Kastendüngerstreuer und Fräsen lassen sich zu ge-



## A. DIETER,

Bayerische Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau,  
Würzburg-Veitshöchheim

### Technische Möglichkeiten und biologische Grenzen des Einsatzes von Großsprühgeräten im Weinbau

(Kurzfassung)

Es wurde über mehrere Jahre hin untersucht, ob die Möglichkeit besteht, das bisher im Weinbau am Steilhang übliche arbeitsaufwendige Bekämpfungsverfahren mit der Spritzpistole durch Geräte mit großer Flächenleistung zu ersetzen. Zwei Gerätetypen wurden erprobt:

1. Großsprühgerät Myers RW 36 mit Axialgebläse, hoher Luftleistung und geringer Luftaustrittsgeschwindigkeit.
2. Großsprühgerät BSE Super-Banqi mit Radialgebläse, rel. geringer Luftleistung und hoher Luftaustrittsgeschwindigkeit.

Dabei interessierte besonders die Reichweite und der damit in ursächlichem Zusammenhang stehende biologische Effekt gegen *Peronospora* und *Botrytis*. Um den Sprühnebel möglichst weit in den Bestand hineinzutragen, wurde die Thermik ausgenutzt, d. h., die Geräte wurden abends vom Hangkopf (abfließende Kaltluft) und morgens vom Hangfuß aus (aufsteigende Warmluft) eingesetzt.

Die Ermittlung der optimalen Reichweite erfolgte an Hand des Sprühbelagsbildes mit Hilfe des Rubeanwasserstofftestes nach Königer und Obermeier. Testfungizid war aus diesem Grunde Kupferoxychlorid. Ferner wurde zu einem späteren Zeitpunkt der biologische Erfolg dieses Applikationsverfahrens mittels Befallserhebungen auf *Peronospora* und *Botrytis* einer kritischen Prüfung unterzogen.

Es hat sich gezeigt, daß die Reichweite beider Geräte selbst unter Ausnutzung günstigster thermischer Verhältnisse bei etwa 25 m begrenzt ist. Eine optimale Bedeckung der Blattunterseiten, wie dies zur Bekämpfung der *Peronospora* unerlässlich ist, wurde nur bis zu 20 m erzielt. Zur Bekämpfung der *Botrytis* sind beide Geräte in ihrer gegenwärtigen Konstruktion ungeeignet (Tabellen 1 und 2).

Abschließend wird von der Geräteindustrie gefordert, diese Geräte weiter zu entwickeln und den Gegebenheiten der Praxis Rechnung zu tragen.

Tab. 1. Reichweite des Großsprühgerätes Myers RW 36 in Rebanlagen am Steilhang (1968)

	2,5 m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m
1. Kupferbelagsbild (qualitativ in 5 Klassen)	— Durchschnittswerte —								
a) Blattoberseite	2,2	1,7	2,0	2,5	3,3	3,7	4,0	4,3	4,5
b) Blattunterseite	1,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,7	4,3	4,5	4,7
2. Pilzinfektionen (Befallsgrad in ‰)									
a) <i>Plasmopara viticola</i>	0,0	0,0	0,3	1,3	2,0	5,5	7,3	7,7	8,3
b) <i>Botrytis cinerea</i>	3,5	3,5	14,7	18,3	28,7	40,0	60,0	60,0	60,0

Tab. 2. Reichweite des Großsprühgerätes BSE Super Banqi im Weinberg am Steilhang (1967)

	2,5 m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m
1. Kupferbelagsbild (qualitativ in 5 Klassen)	— Durchschnittswerte —								
a) Blattoberseite	2,0	1,5	2,3	2,5	3,7	4,5	4,7	4,7	5,0
b) Blattunterseite	1,0	1,3	1,0	1,7	3,3	4,5	5,0	5,0	5,0
2. Pilzinfektionen (Befallsgrad in ‰)									
a) <i>Plasmopara viticola</i>	0,0	0,0	0,0	2,0	4,3	7,5	11,7	12,5	12,5
b) <i>Botrytis cinerea</i>	— nicht ermittelt —								

## S u m m a r y

The possibilities were investigated to replace the conventional pesticide application with the spraying pistol by motor sprayers with a large areal capacity. Two types are tested:

1. Myers Universal Sprayer RW 36 with axial fan
2. BSE Sprayer "Super Banqi" with radial fan

The reach of these sprayers and the biological effect against the fungus *Plasmopara viticola* and *Botrytis cinerea* very much interested. For reaching a maximal range of the swathe, the air-current in the morning and in the evening respectively was advantaged. The identification of the optimal range of the sufficient concentrated spraying swathe with copper-oxchloride was made with the "Dithiooxalicacid-Diamide-Test" according to K ö n i g e r and O b e r m e i e r. The biological results against *Plasmopara* and *Botrytis* also were tested from time to time.

All these tests proved to the following results:

The maximal range of both sprayers come up to 26–27 yards but the optimal control against *Plasmopara viticola* is only given up to 22–23 yards. For the control of *Botrytis cinerea* both apparatus in their present construction are not available.

## H. UHL, S. ZAHIR und G. OOSTERHOF,

Aglukon-GmbH. Düsseldorf und  
N. V. Philips-Duphar — Amsterdam/Holland

### Anwendungs- und Ausbringtechnik herbizider Granulate in Sonderkulturen, dargestellt am Wirkstoff Dichlobenil

(Kurzfassung)

Seit 1965 ist das Dichlobenil-Granulat Casoron<sup>®</sup>\*) G (Wirkstoff: 2,6 Dichlorbenzonnitril = DBN) in den Kulturen Weinbau, Obstbau, Baumschulen, Forst sowie auf dem Totalsektor im Einsatz. Die Erfahrungen von 4 Vegetationsperioden lassen eine gute Beurteilung der herbiziden Wirksamkeit und der Anwendungstechnik zu.

Tab. 1. Anwendungsbereiche von DBN-Granulat.

Kulturart	Anwendung ab	Bedarf bei	
		Ganzflächenbehandlung	Reihenbehandlung
Weinbau	4. Standjahr	60—120 kg/ha	20—40 kg/ha
Kern- und Beerenobst	3. Standjahr	60—120 kg/ha	30—40 kg/ha
Baumschulen	2. Standjahr	30— 50 kg/ha	—
Forst	2. Standjahr	30— 60 kg/ha	—

Die hohen Aufwandmengen gelten vor allem für die tiefwurzelnden Unkräuter und perennierenden Ungräser.

Der Wegfall des Wassertransportes und der Verzicht auf Zusatz wuchsstoffhaltiger Komponenten entspricht den Forderungen des Weinbaues. Der Einsatz im Kernobstbau erfolgt sowohl bei Grasmulch als auch bei Zwischenreihenbearbeitung, während im Beerenobstbau und auch in Baumschulen die Ganzflächenbehandlung bevorzugt wird.

Im Forst wird DBN-Granulat zur Gras- und Krautniederhaltung verwendet.

Der bevorzugte Anwendungszeitraum ist das zeitige Frühjahr.

Da die einjährigen Unkraut- und Ungrasarten schon mit 40—60 kg/ha DBN-Granulat erfaßt werden, richtet sich die Aufwandmenge nach den schwer bekämpfbaren Wurzelunkräutern.

Die konstante Einhaltung der Korngrößenzusammensetzung ist eine wichtige Voraussetzung für die Verwendung von Streugeräten und ermöglicht dem Anwender die Eigenkontrolle über die gewünschte Aufwandmenge in gleichmäßiger Verteilung anhand von Streubildern.

\*) Wz N. V. Philips-Duphar — Amsterdam/Holland.

Tab. 2. Anwendungszeiträume von DBN-Granulat.

Monate	J.	F.	M.	A.	M.	Ju.	Jl.	A.	S.	O.	N.	D.
Weinbau	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Obstbau	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Baumschulen	○	○	+	+	+	+	+	+	+	○	○	○
Forst	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Erläuterung:

+ = möglich

+ = empfehlenswert

+

○ = nicht empfehlenswert

+

+ = besonders empfehlenswert

+

Tab. 3. Wirkungsspektrum von DBN-Granulat.

	kg/ha	40—60	60—80	80—100	100—120	120—140
Samenunkräuter einj.		+++	+++	+++	+++	+++
Samenungräser		+++	+++	+++	+++	+++
Aegopodium podagraria		○	+	++	+++	+++
Agropyron-Arten		○	+	+	++	+++
Cardaria draba		○	+	+	++	+++
Cirsium-Arten		+	++	+++	+++	+++
Convolvulus-Arten		○	+	+	++	+++
Equisetum-Arten		+	++	+++	+++	+++
Glechoma-Arten		○	+	++	++	++
Rumex-Arten		+	++	+++	+++	+++
Tussilago farfara		+	++	+++	+++	+++
Urtica-Arten		+	++	+++	+++	+++

○ = ohne Wirkung, + = hemmende W., ++ = ausreichende W., +++ = gute W.

Tab. 4. Teilchenspektrum von DBN-Granulat.

bis 0,1 mm = max. 0,2 %

bis 0,25 mm = max. 5 %

0,25—1 mm = min. 95 %

1 Gramm = ca. 4000 Körner



Es entfallen bei:            40 kg/ha = 1,5 Granulatkörner auf 1 cm<sup>2</sup>  
                                      80 kg/ha = 3 Granulatkörner auf 1 cm<sup>2</sup>  
                                      120 kg/ha = 4,5 Granulatkörner auf 1 cm<sup>2</sup>

Da selbst Windgeschwindigkeiten von 2 m/Sek. bei einer Fallhöhe von 40 cm je nach Teilchengröße nur eine Abtrift von 9–16 cm verursachen, kann DBN-Granulat als wenig windempfindlich bezeichnet werden. Die Ausbringung von Hand ist ab 80 kg/ha möglich. Strecken mit Sand oder Handelsdüngern kann bei geringeren Aufwandmengen zweckmäßig sein.

Mit der Entwicklung und Prüfung geeigneter Applikationsgeräte befaßten wir uns in Zusammenarbeit mit der Geräteindustrie.

Für die zur Zeit vorhandenen Geräte ist folgende Einteilung zu treffen:

Tab. 5. Geräte-Übersicht

Gerät	Typ	Leistungswerte bei Streifenbehandlung		Behältergröße in l
		Streubreite in Meter	Leistung in ha/Stunde	
BLANK-Gerät	I	0,4 — 0,5	0,1 — 0,25	3
CYCLONE-Seedower	I	3 — 4	1 — 1,5	10
PROCALL REX	I	0,25 — 0,6	0,06 — 0,3	10
Solo Junior 410	II	0,6 — 1	0,15 — 0,5	10
FONTAN R 10	II			
KWH S 66	II			
FONTAN-Rollsprayer	III	2 × 0,5 — 2 × 1	0,25 — 1	30
PLATZ-Granulatstreuer	III			60
HERMES-KOOPMANS	III	0,2 — 1,2	0,05 — 0,6	30

Alle Geräte ermöglichen eine Dosierung zwischen 20 und 250 kg/ha

#### Typ I. Handgetriebene, einfache Streugeräte

Geräte dieses Typs sind preisgünstig, handlich und robust. Sie sind zur Reihenbehandlung auf kleineren Flächen (Blank) zur Ganzflächenbehandlung (Kleegeige) oder auch zur Reihen- und Flächenbehandlung (Procall Rex) einzusetzen.

#### Typ II. Rückentragbare Motorsprühgeräte mit Streuzusatz

Verschiedene Fabrikate (Solo Junior 410, Fontan R 10, KWH S 66, Platz Gnom u. a.) ermöglichen eine gute und gleichmäßige Granulatausbringung.

#### Typ III. Schlepperanbau- und Aufsattelgeräte

Motor- oder zapfwellengetriebene Spezialgeräte für einseitige (Hermes-Koopmanns) oder zweiseitige Reihenapplikationen (Fontan-Rollsprayer, Platz-Granulatstreuer) und zur Ganzflächenbehandlung.

#### Typ IV. Starrflügler oder Hubschrauber mit Streugeräten

erzielen hohe Flächenleistungen bei guter Streugenauigkeit. (Forst, Windschutz.)

## S u m m a r y

The biological advantages of the DBN-granulation, and the easy application led to a quick introduction of the product Casoron<sup>®\*</sup>) G in viticulture, fruit-growing, nurseries, forestry and total sector. Due to the optimum and constantly maintained spectrum of particles with a minimum percentage of 95 % in the particle size 0.25—1.0 mm the product is only little sensible to wind and has good strewing properties. A classification and description of the implements at present available to the applier is being elaborated.

## L i t e r a t u r

Nö l l e, H.-H., Die Bedeutung der Granulierung von Dichlobenil für die Unkrautbekämpfung in mehrjährigen Kulturen. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H. 121. 1967, 251—258.