

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

Inhaltsverzeichnis Band XXXVI, 1967

(Originalabhandlungen sind mit einem * versehen)

	Seite
Annual Review of Entomology, Bd. 12	112
Anonym: A new group of systemic fungicides (Eine neue Gruppe systemischer Fungizide)	27
Böhm (H.): Projekte biologischer Schädlingbekämpfung in Österreich	65
Böning (K.) und Minckwitz (A.): Untersuchungen zur Frage der Überlagerung der Sporen des Zwergsteinbrandes (<i>Tilletia controversa</i> Kühn) im Boden	21
Borgstrom (G.): Der hungrige Planet	188
Briggs (G. E.): Movement of water in plants (Die Wasserbewegung der Pflanze)	62
Bořkovec (A. B.): Insect Chemosterilants (Insekten-Chemosterilisatoren)	19
Byther (R. S.) and Powelson (R. L.): Observations on <i>Cercospora herpotrichoides</i> in Soil (Beobachtungen über <i>Cercospora herpotrichoides</i> im Boden)	23
Cramer (H. H.): Pflanzenschutz und Welternte	183
Doling (D. A.): Some ecological factors influencing the proportion of loose smut (<i>T. stilago nuda</i> [Jens.] Rostr.) in wheat crops (Einige ökologische Faktoren, welche das Auftreten des Weizenflugbrandes beeinflussen)	25
Donchev (N.): The effect of <i>Erysiphe graminis</i> D. C. upon the yields of the winter wheat (Einfluß von <i>Erysiphe graminis</i> D. C. auf den Ernteertrag von Winterweizen)	23
* Faber (W.): Beiträge zur Kenntnis sozialparasitischer Ameisen: I. <i>Lasius (Austrolasius n. sg.) reginae</i> n. sp., eine neue temporär sozialparasitische Erdameise aus Österreich (<i>Hym. Formicidae</i>)	75
Franz (J. M.): Beobachtungen über das Verhalten der Raubwanze <i>Perillus bioculatus</i> (Fabr.) (<i>Pentatomidae</i>) gegenüber ihrer Beute <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say) (<i>Chrysomelidae</i>)	31
Frei (E.): Was ist Bodenfruchtbarkeit?	26

Glofke (E.): Untersuchungen über die Verwendbarkeit von Aluminiumoxid zur einfachen Reinigung von Fettextrakten für die gaschromatographische Analyse von Rückständen chlorierter Insektizide	145
Goodey (J. B.), Franklin (M. T.), Hooper (D. J.): T. Goodey's The Nematode Parasites of Plants catalogued under their Hosts (Die parasitären Nematoden der Pflanzen katalogisiert unter ihren Wirten)	168
Harris (B. H.): Aviation in Australian Agriculture (Agrarflugwesen in Australien)	30
Hawker (L. E.), Linton (A. H.), Folkers (B. F.) und Carlile (M. J.): Einführung in die Biologie der Mikroorganismen	167
Huber (D. M.), Seely (C. I.) und Watson (R. D.) Effects of the Herbicide Diuron on Foot Rot of Winter Wheat (Wirkung des Herbizids Diuron gegen Fußkrankheiten Winterweizen)	28
Jaeger (S.): Milch- und Ölspritzungen zur Einschränkung der Blattlausübertragung des Salatmosaikvirus bei Freilandsalat	26
* Jörg (J.), Spitteller-Friedmann (M.) und Spitteller (G.): Über die Anwendbarkeit massenspektrometrische Untersuchungen bei der Rückstands-Analyse	157
Kemper (H.) und Döhrringer (E.): Die sozialen Faltenwespen Mitteleuropas	64
Kirchner (H. A.): Grundriß der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes	57
Könnecke (G.): Fruchtfolgen	191
Kool (G. R. A.): L'Agriculture Tunisienne. (Tunesische Landwirtschaft)	111
Lange de la Camp (M.): Die Wirkungsweise von <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fr on, dem Erreger der Halmbrechkrankheit des Getreides. I. Feststellung der Krankheit. Beschaffenheit und Infektionsweise ihres Erregers	22
II. Aggressivität des Erregers	27
Lüdecke (H.) und Winner (Chr.): Farbtafelatlas der Krankheiten und Schädigungen der Zuckerrübe 2. Aufl.	65
* Maier-Bode (H.): Die Persistenz der Insektizide als arbeitsmedizinisches Problem	1
* Mathys (G.) und Baggiolini (M.): Beitrag zur praktischen Anwendung der integrierten Schädlingsbekämpfung in Tafelobstanlagen der Schweiz	169

	Seite
Meeuse (A. D. J.) Fundamentals of Phytomorphology (Grundlagen der Pflanzenmorphologie)	19
Molekular-Biologie. Bausteine des Lebendigen. Herausgegeben von Th. Wieland und G. Pfeleiderer	58
Munro (J. W.): Pests of stored products (Vorratsschädlinge)	62
Peachey (J. E.) & Larbey (D. W.): Chemical Control of Plant Nematodes (Chemische Bekämpfung der Pflanzennematoden)	192
Pearson (L. C.) Principles of Agronomy (Grundlagen der Agronomie)	109
Pest Control by Chemical, Biological, Genetic and Physical Means (Schädlingsbekämpfung mit chemischen, biologischen, genetischen und physikalischen Methoden)	109
Pesticides in the Environment and their Effects on Wildlife (Pestizide in der Umwelt und ihre Auswirkungen auf die freilebende Tierwelt)	61
Pionnat (J. C.) Etude des alterations fongiques des grains d'orge en cours de conservation (Untersuchungen über die Veränderung der Mycoflora an Gerstensaatzgut während der Lagerung)	24
Rademacher (B.): Wirkt Unkrautbesatz hemmend auf das Auftreten von Fruchtfolgekrankheiten?	28
Rodriguez-Kabana (R.), Curl (E. A.) and Funderburk jr. (H. H.): Effect of Four Herbicides on Growth of <i>Rhizoctonia solani</i> (Wirkung von 4 Herbiziden auf das Wachstum von <i>Rhizoctonia solani</i>)	29
Schnelle (F.): Frostschutz im Pflanzenbau Bd. 2: Die Praxis der Frostschadensverhütung	60
Sengalewitsch (G.): Schädlinge <i>Cossidae</i> an Obst- und Forstgehölzen und ihre Bekämpfung in Bulgarien	21
Sistrom (W. R.): Die Mikroorganismen	60
Skoropad (W. P.) and Wen-Jou Wang-Kao The Effect of some Herbicides on Sporulation of <i>Rhynchosporium secalis</i> (Die Wirkung einiger Herbizide auf die Sporulation von <i>Rhynchosporium secalis</i>)	29
Southwood (T. R. E.): Ecological Methods. With particular reference to the study of insect populations (Ökologische Methoden, speziell zum Studium von Insektenpopulationen)	20
Sudd (J. H.): An Introduction to the Behaviour of Ants (Eine Einführung in die Verhaltensweisen der Ameisen)	167
Sugar-Beet Glossary (Zuckerrüben-Lexikon)	110
Tissue Cultures (Gewebekultur)	111
Wenzl (H.): Stichprobengröße und Flächenausmaß bei der Pflanzkartoffel-Prüfung	15

- W e s t e (G.): Infection of Wheat Roots by Ascospores of *Ophiobolus graminis* Sacc. (Infektion von Weizenwurzeln durch *Ophiobolus graminis* Sacc.) 24
- * Z i s l a v s k y (W.): Statistische Untersuchungen über die Genauigkeit gaschromatographischer Spurenanalysen (Fehlerquellen der GC-Standards) 115

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
DIREKTOR PROF. DR. F. BERAN
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 5

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

XXXVI. Band

JULI 1967

Heft 1/2

(Aus dem Pharmakologischen Institut der Rheinischen Friedrich
Wilhelms-Universität Bonn)

Die Persistenz der Insektizide als arbeitsmedizinisches Problem

Von Hans Maier-Bode

Vorgetragen beim XV. Internationalen Kongreß für Arbeitsmedizin
in Wien, 19. bis 24. September 1966.

Das kalifornische Gesundheitsministerium gab in einem Bericht vom Dezember 1965 Einzelheiten über Vergiftungen bei Pfirsichpflückern in Stanislaus County, California, im Sommer 1963 bekannt (State of California Department of Public Health 1965). In 16 Pfirsichanlagen, in welchen Pflücker erkrankten, waren während der Saison durchschnittlich 8 kg Parathion je Hektar ausgebracht worden. Die Zahl der Spritzungen betrug 1 bis 7, die jeweilige Dosierung 1'1 bis 2'2 kg Parathion je Hektar. Zwischen letzter Spritzung und Erntebeginn lagen im Durchschnitt 25, in keinem Falle weniger als 14 Tage. Die in den USA empfohlene Wartezeit zwischen letzter Parathion-Anwendung an Pfirsichbäumen und Ernte von 21 Tagen war also, vielleicht mit wenigen Ausnahmen, eingehalten worden.

Krankheitsbild (Cholinesterasehemmung), Anwesenheit von p-Nitrophenol im Urin der Erkrankten (in 21 von 54 Fällen mehr als 0'22 bis über 1'00 ppm) und die Tatsache, daß in den Anlagen als einzige Organische Phosphorverbindung Parathion verwendet wurde, deuten auf dieses Insektizid als Krankheitsursache. Zur Erntezeit müssen sich also aus der Parathion-Anwendung Rückstände von solcher Höhe in den Anlagen befunden haben, daß die Pflücker durch Hautkontakt und/oder durch Einatmen gesundheitsschädliche Mengen aufnehmen konnten.

Damit erhebt sich die Frage nach der Persistenz des Parathion unter den damals herrschenden, die Haltbarkeit des Insektizids beeinflussenden Umweltbedingungen.

Nach den Angaben des kalifornischen Gesundheitsministeriums betrug der Gehalt von Früchten aus den Anlagen zur Zeit der Ernte 0'02 bis 0'9 ppm Parathion (bestimmt nach A v e r a l l und N o r r i s), lag also unterhalb der in den USA zugelassenen Höchstmenge von 1'0 ppm. Die Blätter enthielten 0'9 bis 7'2 ppm Parathion.

Daß Blätter höhere Rückstände aufweisen als Früchte vom gleichen Baum, entspricht den Erfahrungen an anderen Kulturen. So wurde 1 bis 2 Wochen nach der Behandlung von Kirschenanlagen mit DDT- und Methoxychlor-Spritz- und Sprühmitteln ein Verhältnis der Insektizid-Gehalte des Laubs und der Früchte von durchschnittlich 40 : 1 festgestellt (M a i e r - B o d e 1961). Der Grund hierfür liegt in der Verschiedenheit der Oberfläche von Blättern und Früchten. Sie umfaßt bei 1 kg Kirschen etwa $2.400 \text{ cm}^2 = 0'24 \text{ m}^2$, bei 1 kg Kirschenblättern etwa 12 m^2 . Ist das Insektizid auf Laub und Früchten gleichmäßig verteilt, so muß auf den Blättern, in ppm ausgedrückt, also etwa 50 mal so viel Rückstand enthalten sein wie auf den Früchten.

DDT und Methoxychlor sind chlorierte Kohlenwasserstoffe von großer Persistenz. Sie können wochenlang nahezu unvermindert auf der Oberfläche der Früchte und Blätter erhalten bleiben. Ihre Persistenz auf den Pflanzenoberflächen wird durch Lipoidlöslichkeit begünstigt. Sie vermögen in die Wachsschicht, welche die pflanzliche Epidermis bedeckt, einzudringen und sich dieser der Wirkung der Atmosphärien und auch der pflanzlichen Fermente während längerer Zeit zu entziehen.

Im Gegensatz zu diesen Wirkstoffen sind viele Insektizide aus der Reihe der Organischen Phosphorverbindungen, z. B. Parathion, auf der Oberfläche der Pflanzen wenig persistent, obgleich auch sie, ebenfalls infolge ihrer Lipoidlöslichkeit, in die Wachsschicht der Epidermis eindringen. Da sie aber auch wasserlöslich sind, können sie von da aus in das wasserhaltige Pflanzengewebe diffundieren, wo sie, entweder an Ort und Stelle oder auch nach Transport in andere Pflanzenteile, unter der Einwirkung pflanzeigener Fermente mehr oder weniger schnell abgebaut werden.

Bild 1 zeigt die Geschwindigkeit des Abbaus von Parathion und DDT auf unreifen Pfirsich-Früchten und -Blättern innerhalb von 3 Wochen nach einer Spritzung (B r u n s o n und K o b l i t s k y 1952). 1 Woche nach Behandlung ist Parathion auf den Blättern zu 94'8 und auf den Früchten zu 66%, 3 Wochen nach Behandlung auf den Blättern zu 99'5 und auf den Früchten zu 96% abgebaut. Die entsprechenden Zahlen für DDT nach 1 Woche sind 32'6 und 31'6, nach 3 Wochen 32'8 und 50'9%.

Abbau von Parathion und DDT nach 1 Spritzung
auf Pfirsich-Blättern und -Früchten
 (BRUNSON und KOBLITSKY, 1952)

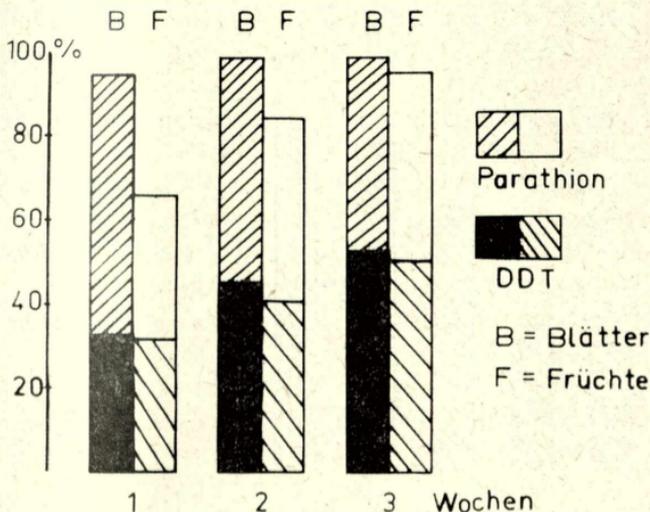


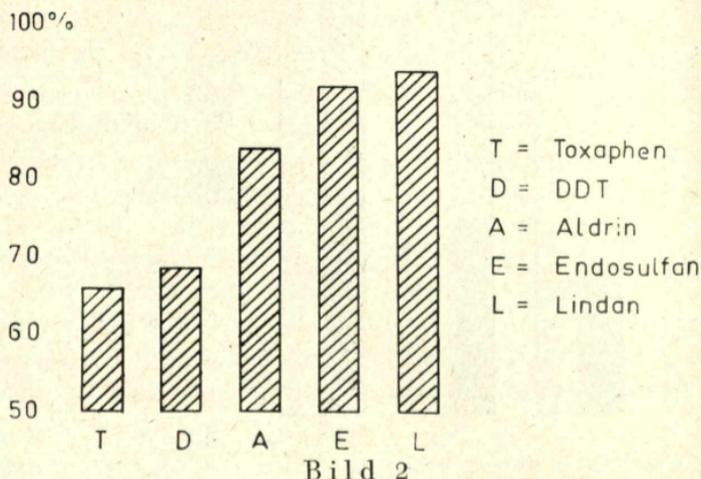
Bild 1

Übrigens sind nicht alle Chlorkohlenwasserstoff-Insektizide von gleicher Persistenz wie DDT. Bild 2 zeigt den Abbaugrad von 5 verschiedenen Wirkstoffen dieser Reihe 14 Tage nach Spritzung des Grases einer Futterwiese mit vergleichbaren Konzentrationen ihrer Formulierungen (Maier-Bode 1964).

Vom ausgebrachten Toxaphen sind noch 34%, vom DDT 31,5%, vom Aldrin 16%, vom Endosulfan 8% und vom Lindan 6% auf dem Gras vorhanden. Unter den gewählten Versuchsbedingungen fiel also die Persistenz vom Toxaphen zum Lindan ab. Dabei wirkten die hohen Temperaturen während der zwei Wochen nach der Spritzung (vom 9. bis 25. 7. 1965) sicher auf die Insektizide mit höherem Dampfdruck (z. B. Lindan) stärker rückstandsmindernd als auf diejenigen mit niedrigerem Dampfdruck (z. B. DDT).

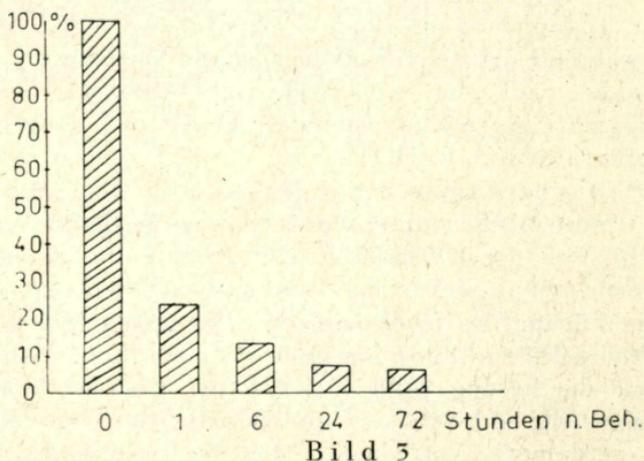
Daß Wirkstoffe aus der Gruppe der Organischen Phosphorverbindungen, vornehmlich die systemischen Insektizide, innerhalb kurzer Zeit durch die Wachsschicht auf der Oberfläche der Pflanze in deren Inneres eindringen können, zeigte sich beim Tauchen von *Vicia faba*-Pflanzen in eine 0,05%ige Lösung des Insektizids Systox, dessen Moleküle durch Einbau eines radioaktiven Phosphoratoms ^{32}P markiert waren. Nach einer Stunde, als die Lösung völlig angetrocknet war, fand man durch Radioaktivitätsmessung noch 54% des applizierten Systox an der Pflanze. Der Rest war verdampft. Von diesen 54% der ursprünglichen Wirk-

Abbau von Chlorkohlenwasserstoff-Insektiziden
14 Tage nach 1 Spritzung von Futtergras im Juli 1963
(MAIER - BODE, 1964)



stoffmenge war aber nur noch $\frac{1}{4}$ auf den Blattoberflächen, während sich die übrigen $\frac{3}{4}$ bereits in der Pflanze befanden. Bild 3 läßt erkennen, daß 72 Stunden nach der Applikation nur noch 6,4% des Anfangsbelages auf den Blattoberflächen vorhanden waren (Tietz 1954).

Gehalt der Blattoberfläche von *Vicia faba* an Demeton
nach Tauchen in 0,05%ige Systox-Lösung.
(angegeben als % vom Anfangswert)
(TIETZ, 1954)



Ein anderes Beispiel: 3 Tage nach feldmäßigem Spritzen von Baumwolle mit 0,56 kg pro Hektar Methyl-Parathion wurden in den Blättern 2,5 ppm Methyl-Parathion gefunden. Auf den Blattoberflächen ließ sich kein Wirkstoff mehr nachweisen. In einem anderen Versuch mit gleichen Aufwandmengen enthielten 7 Tage nach dem Spritzen die Baumwollblätter 4,5 ppm, die Blattoberflächen aber keine nachweisbaren Insektizid-Rückstände (Shipp, Lindquist und Brazzel 1963).

Auf Früchten verhalten sich diese Organischen Phosphorinsektizide ähnlich wie auf den Blättern: sie werden vorübergehend in den Lipoiden der Schale zurückgehalten, um dann in die Frucht einzudringen, in der sie mehr oder weniger schnell abgebaut werden. Bild 4 zeigt das am Beispiel des Insektizides Phosphamidon, das hier in 0,4%iger Brühe 1 Monat vor der Ernte auf Apfelbäume gespritzt wurde. Am Behandlungstage, nach dem Eintrocknen der Spritzbrühe, wurden in den Äpfeln 0,8 ppm, 3 Tage nach der Behandlung 0,3 ppm und am Tage 7 0,15 ppm Insektizid festgestellt. Der Gehalt der Apfelschalen an Phosphamidon betrug an den gleichen Tagen 4,2, 1,2 und 0,5 ppm (Centre de Recherches, Gembloux 1960/61).

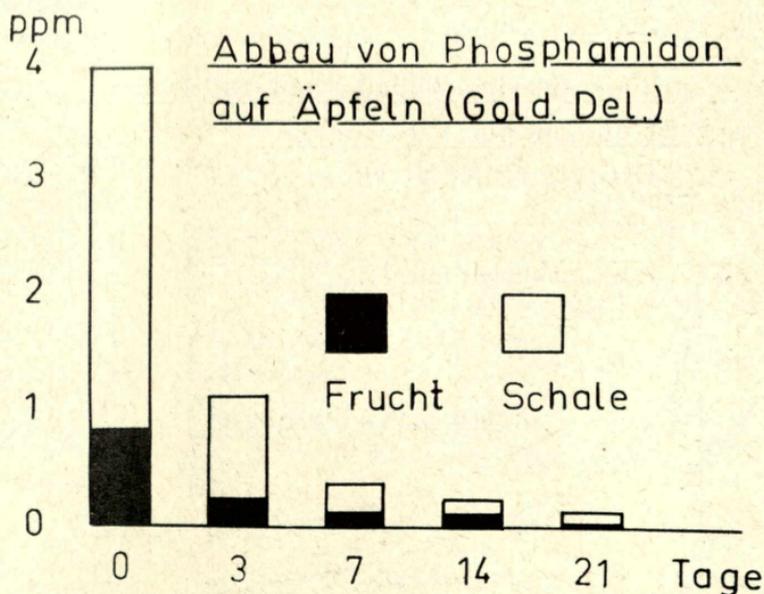


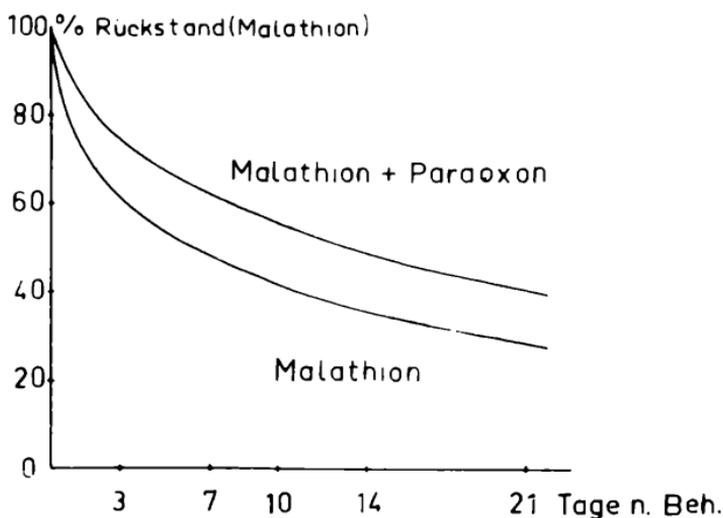
Bild 4

Der Abbau der Insektizide in den Blättern und Früchten verläuft meistens über mehrere Zwischenprodukte, welche toxischer sein können als das Ausgangsinsektizid. Während der Zeit, in der die Insektizide in den Schalenlipoiden der Früchte oder den Wachsüberzügen der Blattepidermis gelöst sind, bleiben sie den fermentativ gesteuerten Abbau-

reaktionen weitgehend entzogen. Die Verminderung ihres Gehaltes in den Lipoiden erfolgt vorwiegend auf anderem Wege, durch Diffusion ins Pflanzeninnere, durch Verflüchtigung die Atmosphäre, durch Vergrößerung und Verdickung der Wachsüberzüge und durch mechanische Einwirkungen, z. B. Abwischen durch die Kleider und die Haut der in den Anlagen arbeitenden Menschen.

Es gibt Anzeichen dafür, daß die Persistenz eines Insektizids im pflanzlichen Material durch Rückstände anderer Pflanzenschutzmittel erhöht werden kann. So wird Malathion bei Gegenwart kleiner Mengen von Parathion oder Paraoxon (Oxydationsprodukt des Parathion) auf Früchten langsamer abgebaut als bei Abwesenheit dieser Wirkstoffe, vermutlich weil diese das Enzym (eine Carboxyesterase), welches den Abbau des Malathion bewirkt, bis zu einem gewissen Grade inaktivieren. Bild 5 zeigt das am Beispiel von Pflaumen, die man nach der Ernte 30 Sekunden lang in eine 0,2%ige Malathion-Suspension tauchte und nach dem Trocknen bei 40°C lagerte. Wurden die Früchte vor der Malathionbehandlung eine Minute in eine 0,2%ige Paraoxon-Lösung eingetaucht, so wurde dadurch der Abbau des Malathion während der Lagerung gebremst (Koivistoinen und Mitarbeiter 1964).

Beeinflussung des Abbaus von Malathion
auf Pflaumen durch Paraoxon
(KOIVISTOINEN, 1964)



Bild

Verschwinden somit Organische Phosphorverbindungen, wie Parathion, Systox und Metasystox, mehr oder weniger schnell von den Oberflächen der grünen Pflanzen, indem sie in diese eindringen, so können sie dort nicht nur abgebaut, sondern zum Teil auch durch die Pflanzenoberfläche wieder ausgeschieden werden. Diese Ausscheidungen erfolgen vornehmlich dampfförmig durch die äußeren Zellwände der Blätter mit dem Transpirationswasser (Tietz 1954). Unter den Ausscheidungsprodukten finden sich neben dem unveränderten Wirkstoff sicher auch Umwandlungs- oder Abbauprodukte. Von krautigen Pflanzen können Insektizide auch in wässriger Lösung im Guttationswasser ausgeschieden werden (Frohberger 1949).

Wir wissen zu wenig über die tatsächliche Höhe pflanzlicher Wirkstoffausscheidungen im Bereich der Menschen, die in einem Insektizid-behandelten Pflanzenbestand arbeiten, besonders unter tropischen oder subtropischen Verhältnissen, um entscheiden zu können, wie weit die Gesundheitsschädigungen der Pfirsichpflücker in Stanislaus County etwa auf solche zurückzuführen seien. Da seit der letzten Parathion-Spritzung wenigstens 14 Tage vergangen waren, liegt es jedoch bei Betrachtung von Bild 6 nahe, nach Zusammenhängen zwischen Insektizid-Ausscheidungen aus den Blättern der Bäume und den festgestellten Gesundheitsschädigungen zu suchen. In diesem Bild sind

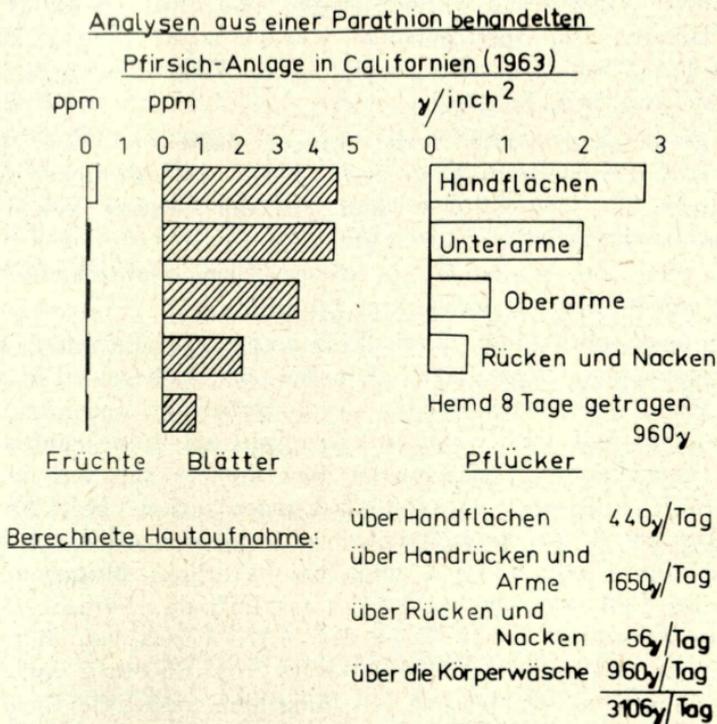


Bild 6

Analysenergebnisse über den Parathion-Gehalt der Oberflächen von Händen, Armen, Nacken und Rücken und der getragenen Wäsche der Pfirsichpflücker aus dem Bericht des kalifornischen Gesundheitsministeriums auszugsweise zusammengestellt.

Man muß bei Überlegungen über die Lokalisation der Parathion-Rückstände aber auch an seine hohe Persistenz auf „leblosen“ Unterlagen denken, wo Fermente des pflanzlichen oder tierischen Organismus nicht einwirken. An Parathion-imprägnierten Gazestreifen, die zur Fliegenbekämpfung in Viehställen dienen, hat man z. B. nach 28 Tage langem Hängen eine Wirkstoffminderung von nur 10 bis 20% festgestellt (Karlog 1958). Solche „leblosen“ Unterlagen innerhalb einer Obstanlage sind z. B. Borke, Rinde und abgestorbene Blätter. Es ist denkbar, daß sich auf ihnen nach wiederholten Spritzungen Wirkstoffmengen ansammeln, die sich bei Fehlen geeigneter Gegenmaßnahmen (Schutzkleidung, Atemschutz) und ungünstigen Witterungsbedingungen gesundheitsstörend auswirken.

Dabei ist vielleicht die Gefahr von Schädigungen durch Hautkontakt weniger groß als die durch Inhalation des bei hohen Temperaturen aus den Depots verdampften Wirkstoffs. Trug man nämlich freiwilligen Versuchspersonen abgewogene Parathion-Mengen auf die Haut auf, so konnten noch 8 Stunden später bis zu 90% des Wirkstoffs mit Alkohol von der Haut abgewaschen werden, waren also nicht resorbiert worden. Auf den Händen von Spritzpersonal wurden sogar noch 2 Tage nach der letzten Parathion-Anwendung signifikante Wirkstoffmengen gefunden (Durham und Wolfe 1962).

Allerdings besagen solche Beobachtungen nicht viel über die etwa möglichen Gesundheitsgefährdungen bei wiederholter intensiver Beschmutzung der menschlichen Haut mit der Lösung von Parathion oder anderen Insektiziden im wachsartigen Überzug der Pflanzenepidermis, weil die Wirkstoffe in dieser Form wahrscheinlich besser resorbiert werden als aus wässriger Lösung.

Gefährdungsmöglichkeiten durch Einatmung von Insektizid-Dämpfen in dicht stehenden Obstanlagen könnten bei höheren Temperaturen bestehen, wenn genügende Mengen des betreffenden Insektizids in der Anlage verteilt sind und wenn sein Dampfdruck hoch genug ist, daß unter den herrschenden Verhältnissen über längere Zeit sein MAK-Wert (= maximal zulässige Arbeitsplatz-Konzentration bei 20° C und 760 mm Hg bei 7- bis 8ständiger Arbeitszeit) wesentlich überschritten wird. Das könnte, wie Bild 7 zeigt, bei Parathion, Metasystox(i) und Phosdrin der Fall sein, da bei 30° C 1 m³ Luft das 3,5fache des MAK-Wertes von Parathion, das 2,5fache des MAK-Wertes von Metasystox(i) und sogar das 690fache des MAK-Wertes von Phosdrin aufzunehmen vermag. Dagegen enthält bei 30° mit Malathion gesättigte Luft in 1 m³ nur ein Drittel seines MAK-Wertes.

MAK-Werte und Flüchtigkeit einiger Phosphorester -

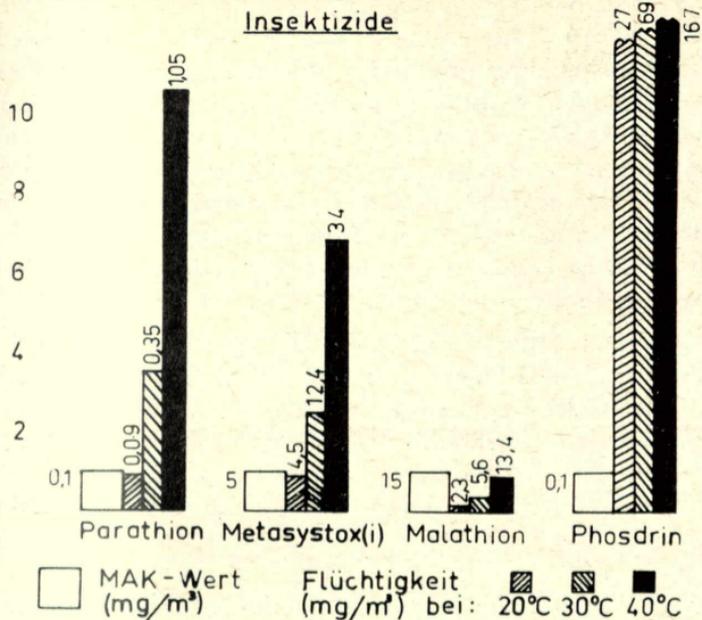


Bild 7

Praktisch wird man indessen auch in einer noch so dichten Obstanlage kaum jemals über längere Zeit mit einer Sättigung der Luft mit dem Dampf eines dieser Insektizide zu rechnen haben. Die Luft in den Pfirsichanlagen von Stanislaus County enthielt während der Erntezeit maximal 35 γ Parathion in 1 m³, das ist 1/10 des Sättigungsgrades bei 30° C oder 1/3 des MAK-Wertes.

Den Analysen und Berechnungen des kalifornischen Gesundheitsministeriums zufolge konnte ein Arbeiter in den Pfirsichanlagen in Stanislaus County durch Hautkontakt und Inhalation täglich nicht mehr als insgesamt 4 mg Parathion aufnehmen. Das ist ungefähr die Hälfte der Tagesdosis, die eben eine progressive Cholinesterasehemmung zu verursachen vermag (F A O / W H O 1965). Deshalb ist es sehr unwahrscheinlich, daß das in den Pfirsichanlagen zur Zeit der Ernte analytisch ermittelte Parathion die ausschließliche Ursache für die Erkrankungen der Pfirsichpflücker war.

Da das zur Parathion-Bestimmung benutzte Verfahren von A v e r a l l und N o r r i s im Analysenresultat aber zusammen mit dem Parathion sein Oxydationsprodukt Paraoxon erfäßt, das im Rattenversuch eine 55 mal höhere dermale Toxizität als Parathion aufweist (N a b b, S t e i n und H a y e s 1966), ist es naheliegend, in dieser Verbindung eine

wesentliche Ursache für die Gesundheitsschädigungen beim Pflückpersonal zu suchen.

Bei der genauen Untersuchung von Pfirsichblättern aus einer der Anlagen von Stanislaus County, auf denen nach Averall und Norris 5,8 ppm Parathion ermittelt wurden, fand das kalifornische State Department of Agriculture einen tatsächlichen Gehalt an 2,8 ppm Parathion und von 5,0 ppm Paraoxon. Nimmt man dementsprechend an, daß die Pfirsichpflücker täglich maximal nicht 4 mg Parathion, sondern 2 mg Parathion + 2 mg Paraoxon aufnahmen, so ist das nicht die Hälfte, sondern ein Mehrfaches der Tagesdosis, die eben eine progressive Cholinesterasehemmung verursachen könnte.

Man kam daher zum Schluß, daß die Vergiftungen in den Pfirsichanlagen von Stanislaus County wahrscheinlich weniger durch Parathion als durch Paraoxon verursacht worden seien. Sicher wirkten dabei mehrere ungünstige Umstände zusammen, nämlich hohe Temperaturen während der Arbeit, dichter Baumbestand, mehrfach wiederholte Spritzungen mit hohen Wirkstoffdosen, ungenügender Gesundheitsschutz.

Zusammenfassung

An einer Diskussion über die Ursachen der Erkrankungen von Pfirsichpflückern in Stanislaus County nach Parathionspritzungen und an einigen weiteren Beispielen wurde die grundlegende Bedeutung der Kenntnis von der Persistenz der Insektizide und ihrer toxischen Umwandlungsprodukte sowie ihrer Lokalisation unter den jeweiligen Anwendungsbedingungen für die arbeitsmedizinische Beurteilung der Insektenbekämpfung mit chemischen Mitteln aufgezeigt.

Summary

By discussion about the cause of illness of peach pickers in Stanislaus County after parathion sprayings and by some other examples it was pointed out that the knowledge of the persistence of insecticides and their change into toxic products as well as their localization under specific application conditions is of fundamental importance for judgement of insect control by use of chemical pesticides from the point view of occupational health.

Literatur

- Brunson, M. H. and Koblitzky, L.: Parathion, DDT and EPN deposits on peach foliage and fruit. J. econ. Entomol. **45**, 953—957 (1952).
- Centre de Recherches de Phytopharmacie, Gembloux: Rapport d'activité 1960/61, 115—122.
- Durham, W. F., and Wolfe, H. R.: Measurement of the exposure of workers to pesticides. Bull. Wld. Hlth. Org. **26**, 75—91 (1962).

- Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization: Evaluation of the toxicity of pesticide residues in food 1965.
- Frohberger, P. E.: Untersuchungen über das Verhalten des Insektizides Diäthyl-p-nitrophenyl-thiophosphat (E 605) auf und in der Pflanze. Höfchen-Briefe **2**, (2) 10—92 (1949).
- Karlog, O.: Elimination of Parathion in impregnated gauze tape against flies. Acta pharmacol. **14**, 236—239 (1958).
- Koivistoinen, P., Könönen, M., Karinpää, A., and Roine, P.: Stability of Malathion residues in food processing and storage. J. agric. Food Chem. **12**, 557—560 (1964).
- Maier-Bode, H.: Die Insektizid-Rückstände bei der Kirschfruchtfliegenbekämpfung mit Mitteln auf Basis von DDT und Methoxychlor. Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpathol.), Pflanzenschutz **68**, 267—278 (1961).
- Maier-Bode, H.: Neuere Untersuchungsergebnisse über Pflanzenschutzmittel-Rückstände. Mitt. biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch. Berlin-Dahlem **115**, 91—102 (1964).
- Nabb, D. P., Stein, W. J., and Hayes, W. J.: Rate of skin absorption of Parathion and Paraoxon. Arch. Environ. Health **12**, 501—505 (1966).
- Shipp, O. E., Lindquist, D. A., and Brazzel, J. R.: Characteristics of residues of Methyl Parathion applied to field cotton. J. econ. Entomol. **56**, 795—798 (1963).
- State of California. Department of Public Health, Bureau of Occupational Health: Report of an epidemic of organic phosphate poisoning in peach pickers. Stanislaus County, California. December 23, 1965.
- Tietz, H.: Der mit ^{32}P markierte Diäthylthionophosphorsäureester des β -Oxäthyl-thioäthyläthers (Wirkstoff des systemischen Insektizides „Systox“), seine Aufnahme in die höhere Pflanze und sein Wandungsvermögen. Höfchen-Briefe **7**, 1—56 (1954).

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Stichprobengröße und Flächenausmaß bei der Pflanzkartoffel-Prüfung

Von Hans Wenzl

Weit verbreitet ist die Ansicht, daß bei der Pflanzkartoffeltestung mit der Größe des Bestandes auch die Zahl der zu untersuchenden Knollen zu erhöhen ist. So war es in einem Teil Österreichs üblich, je angefangenes Hektar Anbaufläche Proben von je 100 Knollen zur Testung zu entnehmen, obwohl man die verschiedenen Herkünfte mit gleicher Sicherheit zu beurteilen wünschte. In Ostdeutschland werden bei Elite und Vorstufen von Flächen bis zu 6 ha 200 Knollen geprüft, von 6 bis 12 ha 250 und von Flächen über 12 ha 300 Knollen; bei Hochzucht werden dagegen einheitlich, ohne Rücksicht auf die Flächengröße, 200 Knollen verwendet. In Dänemark werden von den Klassen SE und E 100 Pflanzen je Hektar und von den Klassen A und B 100 je 3 ha getestet, in Polen 100 Knollen je 5 ha und in Nordirland bei „special stock seed“ 50 Pflanzen pro Acre. In Belgien, Westdeutschland, Luxemburg, Italien, Spanien, Norwegen und der Schweiz werden dagegen je Bestand eine bestimmte Anzahl Knollen geprüft (EPPO 1963).

Ähnliche Ansichten über eine weitgehende Abhängigkeit der Zahl der zu prüfenden Stauden von der Bestandsgröße herrschen vielfach auch bezüglich der Feldanerkennung. Während in Deutschland und Österreich pro Bestand 500 Stauden beurteilt werden, sind es in den Niederlanden 400 Stauden pro Hektar und in Ungarn auf Flächen bis 5·8 ha 500 Stauden, von 5·8 bis 11·6 ha 800 Stauden, von 11·6 bis 29 ha 1.000 Stauden und für je weitere 5·8 ha 200 zusätzliche Stauden. In der UdSSR werden in Beständen bis 15 ha 500 Stauden und für je weitere angefangene 5 ha zusätzlich 40 Stauden beurteilt (Gall 1962, S. 2.022).

Statistische Überlegungen

Daß die — unzutreffende — Auffassung über einen engen Zusammenhang zwischen dem Umfang der zu beurteilenden Menge (der Grundgesamtheit) und dem Umfang der zu prüfenden Stichprobe nicht auf den Pflanzkartoffel-Sektor beschränkt ist, geht aus der Formulierung bei Wallis und Roberts (1959, S. 308) hervor: „Es wird oft behauptet, daß eine Stichprobe eine gewisse Proportion der ganzen Grundgesamtheit umfassen muß, um hinreichende Resultate zu erbringen. Der eine mag behaupten, daß eine Stichprobe von 20 v. H. für ‚zuverlässige‘ Resultate nötig sei, der andere mag sich schon mit 3 v. H. zufrieden geben Im allgemeinen sind alle derartigen

Behauptungen unrichtig, denn der Standardfehler einer Stichprobenschätzung hängt nahezu vollständig von der tatsächlichen Anzahl von Beobachtungen ab, kaum hingegen von der Beziehung zwischen dem Umfang der Stichprobe und dem Umfang der Grundgesamtheit.“

Die gleiche Beantwortung der Frage nach den Zusammenhängen zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit findet sich auch in anderen Lehrbüchern der Statistik (z. B. E. Weber, 1956).

Bezüglich des mathematischen Beweises für die weitgehende Unabhängigkeit des Umfanges der Stichproben vom Umfang der Grundgesamtheiten wird auf Wallis und Roberts (S. 306 bis 309, 433 bis 435) sowie auf Weber (S. 177 bis 181) verwiesen. Weber bringt in diesem Zusammenhang ein Beispiel, das die für die praktisch wichtigen Bereiche bestehende Unabhängigkeit eindrucksvoll aufzeigt: Für Grundgesamtheiten von 100 bis 10,000.000 wird der Umfang der Stichprobe ermittelt, um — anknüpfend an eine bestimmte Aufgabe — das Mittel der Grundgesamtheit mit einer Genauigkeit von 5% des wahren Wertes innerhalb des 99%-Vertrauensintervalles zu schätzen:

Grundgesamtheit N	Stichprobe n
100	45
1.000	699
10.000	745
100.000	750
1,000.000	750
10.000.000	750

Nicht einmal bei einem Stichprobenumfang über 700, der in der Praxis der Kartoffeltestung niemals erreicht wird, besteht in der Zahl der zu prüfenden Einheiten ab $N = 100.000$ auch nur der geringste Unterschied.

Die Grundgesamtheit N kommt rechnerisch in Form des Endlichkeitsfaktors $\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$ zur Auswirkung. Im folgenden wird dieser Faktor für Grundgesamtheiten N zwischen 200 und 10,000.000 bei Stichprobengrößen $n = 100$ und 200 wiedergegeben.

Grundgesamtheit N	Endlichkeitsfaktor (auf 4 Dezimalstellen berechnet, die weiteren Stellen unberücksichtigt)	
	n = 100	n = 200
200	0'7089	—
500	0'8953	0'7754
1.000	0'9492	0'8949
2.500	0'9800	0'9594
5.000	0'9900	0'9799
10.000	0'9950	0'9900
100.000	0'9995	0'9990
1,000.000	0'9999	0'9999
10,000.000	0'9999	0'9999

Wie aus der Formulierung des Endlichkeitsfaktors ersichtlich, kommt es weniger auf die absolute Größe von N und n an als auf deren Verhältnis. Für den Fall, daß die Stichprobe die halbe Grundgesamtheit umfaßt, ist der Endlichkeitsfaktor (etwa 0,7) wesentlich von 1 verschieden; im Bereich eines solchen Verhältnisses besteht somit ein ausgeprägter Zusammenhang zwischen Grundgesamtheit und notwendigem Stichprobenumfang. Aber bereits bei einem Verhältnis $N:n = 10:1$ ist der Endlichkeitsfaktor mit etwa 0,95 nur mehr wenig von 1 verschieden. Wird — wie bei der Feldanerkennung von Kartoffelbeständen oder bei der Knollentestung — der Anteil der Stichprobe an der Grundgesamtheit (Partie) kleiner als 1%, so ist der Endlichkeitsfaktor praktisch gleich 1.

Die Berücksichtigung dieser Erkenntnisse kann gegenüber der flächenproportionalen Probenahme eine beträchtliche Arbeitersparnis bedeuten. Die gegenteilige Praxis der Untersuchung von Stichproben, deren Umfang mit der Größe der Herkunftsflächen ansteigt, bedeutet eine ungleiche Beurteilung großer und kleiner Partien.

Beurteilung großer Partien mit erhöhter Sicherheit?

Wegen der unterschiedlichen Tragweite von Fehlbeurteilungen kann es durchaus sinnvoll sein, größere Lieferposten mit größerer Sicherheit (Schärfe) zu beurteilen als kleine. Dieser Gesichtspunkt ist z. B. entscheidend, wenn in Ostdeutschland bei Flächen von 6 bis 12 ha Elite und Vorstufen um 50 Knollen und bei Flächen über 12 ha um 100 Knollen mehr untersucht werden als bei Flächen bis 6 ha (Gall, briefliche Mitteilung). Auch in Stichprobenplänen für die Qualitätskontrolle im Rahmen der industriellen Produktion kommt dieser Grundsatz zur Auswirkung.

Wird jedoch die Ernte eines Bestandes, ein einheitlicher Produktionsposten in mehrere Lieferposten zerteilt, so fällt der Anreiz für eine Prüfung großer Partien mit erhöhter Sicherheit fort. Eine Erhöhung der Probengröße mit der Größe des Pflanzkartoffelbestandes ist somit nur unter bestimmten Voraussetzungen sinnvoll.

Hinsichtlich des Ausmaßes der Steigerung der Sicherheit der Beurteilung mit zunehmender Stichprobengröße herrschen vielfach übertriebene Vorstellungen.

Ein Maß für die Steigerung der Treffsicherheit der Testungen liefert der Bereich der Vertrauensgrenzen: Die 95%-Vertrauensgrenzen für das Ergebnis 4% Kranke bei Stichprobengrößen von 25, 50, 100, 200 und 400 sowie die entsprechenden Bereiche sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben (Unterlagen bei Zislavsky, 1957 sowie Wenzl und Zislavsky, 1958):

Stich- proben- umfang	95%-Vertrauensgrenzen (für 4% Kranke)		Vertr.- Grenzen- Bereich	Vertrauensgrenzen- Bereich in Prozent des Bereiches der nächstkleineren Stichprobe
	untere	obere		
25	0'12	20'36	20'24	—
50	0'48	13'72	13'24	65
100	1'10	9'93	8'83	67
200	1'74	7'73	5'99	68
400	2'30	6'42	4'12	69

Für 4% Kranke verringert sich somit der Bereich der 95%-Vertrauensgrenzen bei Verdoppelung der Stichprobe um etwa ein Drittel (31 bis 34%); bei kleineren Erkrankungswerten ist die Auswirkung der Verdoppelung der Stichproben etwas größer, bei höheren Erkrankungswerten (bis 50%) geringfügig kleiner (30%). Erst bei Vergrößerung der Stichprobe auf das Vierfache steigt die Sicherheit der Testung auf etwa das Doppelte.

Zusammenfassung

Wird bei der Pflanzkartoffeltestung eine gleichartige Sicherheit angestrebt, so kann, da höchstens 1% der Knollen geprüft werden, die Größe der Stichproben unabhängig vom Ausmaß des Bestandes festgelegt werden. Strebt man dagegen wegen der größeren Tragweite von Fehlentscheidungen bei großen Partien eine erhöhte Sicherheit der Testung an, so ist der Umfang der Stichproben mit der Bestandsgröße zu erhöhen.

Summary

Sample size and lot size in seed potato testing

As tuber samples which are tested for the incidence of viruses never comprise more than 1% of the lot, the size of the sample does not depend on the size of the lot (i. e. the whole of tubers grown in a seed potato field), if uniform testing is desired. If, however, larger lots are to be tested with a higher degree of certainty than smaller ones, the size of samples has to rise with the area of seed potato fields, that is with the quantity of tubers, since the importance of errors is greater in larger lots.

Literatur

- E P P O (1963): Potato Virus Diagnosis. EPPO Publ. Ser. A, Nr. 35, 91 Seiten, Paris.
- Gall, H. (1962): Gesetzliche Bestimmungen für die Erzeugung und Anerkennung von Pflanzkartoffeln. In: Die Kartoffel — ein Handbuch. Hrsg. R. Schick und M. Klinkowski, Band II, 1993—2023, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.

- Wallis, W. A. und Roberts, H. V. (1959): Methoden der Statistik. Übersetzt aus dem Englischen von H. v. Waldheim. 574 Seiten. Verlag R. Haufe, Freiburg i. Br.
- Weber, Erna (1956): Grundriß der Biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner. 2. Aufl., G. Fischer, Jena.
- Wenzl, H. und Zislavsky W. (1958): Stichprobenpläne für die Testung von Kartoffelsaatgut. Pflanzenschutzberichte **21**, 71—94.
- Zislavsky, W. (1957): Zur mathematisch-statistischen Behandlung von Analyseergebnissen in der Samenprüfung. 2. Teil. Die Keimfähigkeit (Bernoullische Verteilung). Jahrb. 1956 d. Bundesanstalt f. Pflanzenbau und Samenprüfung Wien. 8. Sonderheft „Die Bodenkultur“ 49—64.

Referate

Meeuse (A. D. J.): **Fundamentals of Phytomorphology.** (Grundlagen der Pflanzenmorphologie.) The Ronald Press Company, N. Y., 1966, 231 Seiten, \$ 10'00.

Der Buchtitel setzt den Rahmen für die einzelnen Essays, da jedes Kapitel eine mehr oder minder selbständige Abhandlung darstellt. Nicht zu Unrecht wird einleitend erwähnt, daß dabei vom Leser mehr grundlegendes Wissen aus Morphologie, Anatomie, Embryologie, Palynologie, Taxonomie und Paläobotanik verlangt wird, als nur flüchtige Kenntnisse dieser Teilgebiete.

Die klassische Morphologie wird vom Autor als zu angiospermbetont abgelehnt, und die Sporophyllhypothese als falsch zurückgewiesen. Eine „Neue Morphologie“ die in ihren Grundzügen eine phylogenetische Theorie darstellt, wird vertreten. Bei der Ablehnung der „Alten Morphologie“ wird deren Verfechtern eine sich im Kreis bewegende Beweisführung vorgeworfen. Da der Verfasser bei seiner Argumentation den Kreis bei einem anderen Punkt beginnt und in anderer Richtung schließt, erscheinen viele Probleme dieses Wissenschaftszweiges in anderem Lichte, und das Buch bietet somit eine Menge wertvoller Anregungen und Diskussionsgrundlagen.

Eine Grundlagenforschung, vor allem in Paläobotanik, Embryologie und Anatomie muß jedoch noch viel mehr Licht in das Dunkel der Abstammung der Angiospermen bringen, bevor wir für eine phylogenetische Theorie neuen Stils genug Beweismaterial haben, um nicht ebenfalls „one-track minded“ in einem „circular reasoning“ stecken zu bleiben.

W. Wittmann

Bořkovec A. B.: **Insect Chemosterilants.** (Insekten-Chemosterilatoren.) Advances in Pest Control Research, Vol. VII (Fortschritte in der Schädlingsbekämpfungsforschung, Band VII). Interscience Publishers. New York — London — Sydney, 1966, X + 143 Seiten, Preis 56/- shilling.

Die Insektensterilisation als eine neue Methode der Schädlingsbekämpfung begegnet gegenwärtig großem Interesse der Fachwelt. Diese Methode zählt als Selbstvernichtungsverfahren (autocidal method) zu den biologischen Möglichkeiten der Schädlingsvernichtung. Wie Edward F. Knipling im Vorwort zu dieser Monographie unterstreicht, stehen zwei grundsätzlich verschiedene Wege zur Anwendung des neuen Verfahrens zur Verfügung:

Erstens die Züchtung von hunderten Millionen des zu bekämpfenden Organismus und Freilassung nach durchgeführter Sterilisation, die mit Hilfe von Gammastrahlen oder Chemosterilatoren oder durch Kreuzung genetisch nicht verträglicher Stämme erfolgen kann;

zweitens besteht ein anderer Weg darin, Chemosterilatoren in ähnlicher Weise im Lebensraum der zu bekämpfenden Insekten auszubringen wie Insektizide.

Alexej B. Bořkovec, Mitarbeiter des U. S. Landwirtschaftsministeriums, vermittelt in dieser Schrift Informationen über den neuesten Stand der Insektenbekämpfung durch Sterilisation mit chemischen Stoffen. Nach kurzer Skizzierung der Theorie der Sterilisationsverfahren behandelt der Autor eingehend den Chemismus der Insektensterilisa-

toren. Er nimmt eine Klassifizierung dieser Stoffe teils nach chemischen, teils nach biologischen Gesichtspunkten vor: Alkylierungsmittel (Aziridin, Stickstoff-Senfgas, Sulfonsäureester), Antimetaboliten (Purine, Pyrimidinderivate, Folsäure und Analoge, andere Antimetaboliten), verschiedene Produkte (Triazine, Phosphortriamide, Triphenylzinn-derivate u. a.).

Der physiologische Effekt der Chemosterilatoren kann verschiedenartig sein: Sistierung der Eiproduktion, Produktion steriler Eier (in beiden Fällen treten morphologische Änderungen in den Ovarien auf), Verzögerung oder völliger Stillstand der Eierstockentwicklung, zytologische und molekular-biologische Effekte, Hodenatrophie.

Im Hinblick auf die mögliche Anwendung der Chemosterilatoren als Insektenbekämpfungsmittel ist auch deren Wirkung auf andere Organismen und selbstverständlich auch auf nützliche Insekten von Interesse. In einem kurzen Teilabschnitt weist der Verfasser auf die wenigen bisher diesbezüglich vorliegenden Berichte hin.

In einem eigenen Abschnitt wird die Testung und praktische Anwendung von Chemosterilatoren besprochen. Die Kurzprüfung erfolgt vorzugsweise an *Musca domestica* (Linné), *Callitroga* (= *Cochliomyia*) *americana* (Cushing & Patton), *Anastrepha ludens* (Loew). Die praktische Anwendung kann auf drei verschiedene Arten erfolgen: oral (gemischt mit der Nahrung oder mit Trinkwasser), oberflächliche Applikation (topical) oder durch Injektion. Andere Applikationsformen (Spritzen, Tauchen, Exposition auf behandelte Oberflächen) stellen Kombinationen bzw. Modifikationen beider erstgenannter Verfahren dar. Abschließend werden die praktischen Möglichkeiten der Anwendung kurz erörtert.

Im Anhang wird eine tabellarische Übersicht über die bisher zur Chemosterilisation vorgeschlagenen Stoffe mit Anwendungsindikationen gebracht.

Ein im Hinblick auf die erst kurzzeitige wissenschaftliche Bearbeitung der Materie erstaunlich umfangreiches Literaturverzeichnis und ein Sachregister bilden den Abschluß dieser Monographie, die für jeden, der sich mit dieser Frage zu beschäftigen beabsichtigt, ein vorzüglicher, unentbehrlicher Ratgeber sein wird.

F. Beran

Southwood (T. R. E.): **Ecological Methods. With particular reference to the study of insect populations.** (Ökologische Methoden, speziell zum Studium von Insektenpopulationen.) Methuen & Co., London 1966; 391 S., zahlreiche Abbildungen. sh 75.—

Die Tierökologie ist, nicht zuletzt infolge ihrer Bedeutung für den Menschen, zu einer der wichtigsten Disziplinen der Biologie geworden. Ökologische Sachverhalte beruhen meist auf sehr komplexen Vorgängen, ihre Analyse ist entsprechend schwierig und erfordert spezifische Methoden. In besonderem Maße gilt dies für die Erforschung von Populationen und Biozöosen, da man hier in der Regel darauf angewiesen ist, aus Stichproben auf das Ganze zu schließen. Die Beweisführung stützt sich also auf Indizien, deren Erbringung je nach Objekt und Fragestellung variiert und in Anpassung an die Vielfalt des Lebendigen nicht nach einem starren Schema erfolgen kann. In der Praxis kommt das darin zum Ausdruck, daß — kraft gesagt — jeder Ökologe sich einer von ihm selbst entwickelten Methodik bedient, was die Reproduzierbarkeit und den Vergleich von Ergebnissen erschwert und außerdem ein besonders gründliches Literaturstudium erzwingt. Der Autor, Dozent für Insektenökologie an der Universität

London, hat die in der Literatur verstreuten Angaben über die einschlägigen Methoden gesammelt, kommentiert und in ein übersichtliches System gebracht. Räumliche und zeitliche Verteilung der Proben, Gegenstand und Art der Probeziehung und mathematische Auswertung der Daten werden prägnant geschildert. Viele Abbildungen und Diagramme veranschaulichen die inhaltsreichen Ausführungen. Das Hauptaugenmerk gilt den Insekten, es wird jedoch betont, daß auch andere terrestrische und aquatische Tiergruppen in gleicher Weise bearbeitet werden können. Ohne Zweifel wird das Handbuch für Biologen der verschiedensten Arbeitsrichtungen zu einem wertvollen Ratgeber werden. O. Schreier

Sengalewitsch (G.): **Schädliche *Cossidae* an Obst- und Forstgehölzen und ihre Bekämpfung in Bulgarien.** Beiträge z. Entomologie 16, 1966, 693—706.

Der Verfasser stellte fest, daß in Südbulgarien das Blausieb, *Zeuzera pyrina* L. und der Weidenbohrer *Cossus cossus* L. stark auftreten und in Obst- und Forstkulturen wirtschaftlich bedeutende Schädlinge sind. Das Blausieb wurde vor allem an Apfel-, Birnen-, Quitten-, Nuß-, Eschen-, Flieder-, Ahorn- und Mispelbäumen schädlich; selten trat es an Pappel, Weinrebe, Haselnuß, Robinie und Linde auf. Der Weidenbohrer befällt bevorzugt Esche, Weide, Pappel, Quitte, Apfel und Birne. In der vorliegenden Arbeit werden weiters Angaben über Phänologie, Fruchtbarkeit, Schadensbilder an den einzelnen Holzarten und über natürliche Feinde (Parasiten, Räuber) gemacht. Möglichkeiten einer chemischen Bekämpfung dieser Holzschädlinge werden erörtert. H. Böhm

Böning (K.) und Minckwitz (A.): **Untersuchungen zur Frage der Überlagerung der Sporen des Zwergsteinbrandes (*Tilletia controversa* Kühn) im Boden.** Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 73, 1966, 385—392.

Wegen der in der Frage der Überlebensdauer von Zwergsteinbrandsporen verschiedentlich divergenter Meinungen bestand die Notwendigkeit, den Complex an Hand von Versuchen zu klären.

Zu diesem Zwecke wurden Sporenpulver bzw. Brandbutten in Kistchen gelagerter, feingesiebter Ackererde eingebracht und die Kistchen in Ackererde in einer Tiefe von 30 cm eingegraben. Für den Versuch wurden 3 verschiedene Sporen-Herkünfte verwendet. Nach einem Jahr, nach zwei und nach drei Jahren wurden den Kistchen Sporen-Proben zur Keimprüfung entnommen. Für Vergleichszwecke wurde ein Freilandversuch angelegt; ein hierfür geeignetes Feld — die Möglichkeit einer Infektion durch Anwehung konnte ausgeschlossen werden — wurde im Herbst mit 3 g Sporen je Quadratmeter verseucht und erst nach 3 Jahren mit Winterweizen bebaut.

Auf Grund der Untersuchungsergebnisse kann festgestellt werden, daß im Boden eingebrachte Zwergsteinbrandsporen noch nach 3 Jahren auskeimen; zwischen Sporenpulver und Brandbutten ist in dieser Hinsicht kein Unterschied festzustellen. Ebenso wies der 3 Jahre nach der Infektion angebaute Winterweizen beachtliche Verseuchung auf (im Höchstfall über 100 Zwergsteinbrandähren pro Quadratmeter). Die Unterbringung des Sporenmaterials in Kistchen bot auch die Möglichkeit, die Keimung von Sporen zu kontrollieren, die den Darm von Regenwürmern bzw. Bodeninsekten passiert hatten; die Keimfähigkeit wurde trotz Passage erhalten.

Abschließend wird hervorgehoben, und auch dies wurde durch die Versuche wieder bestätigt, daß die Sporen im Boden zwar mehrere Jahre

lebensfähig bleiben, daß eine Verseuchung durch Zwergsteinbrand aber von örtlich eng begrenzten Boden- und Lageverhältnissen abhängig ist. Die Auffassung, wonach man den Zwergsteinbrand zu den Fruchtfolgekrankheiten zählen kann, besteht auf Grund der Untersuchungen zurecht.
B. Zwatz

Lange-de la Camp (M.): Die Wirkungsweise von *Cercospora herpotrichoides* Fron, dem Erreger der Halmbruchkrankheit des Getreides. I. Feststellung der Krankheit, Beschaffenheit und Infektionsweise ihres Erregers. Phytopathologische Zeitschrift 55, 1966, 34—66.

Einleitend wird darauf verwiesen, daß gerade bei der Halmbruchkrankheit die zahlenmäßige Befallsfeststellung nicht geeignet ist, stichhaltige Angaben über die durch den Befall verursachte Ertragsminderung zu geben: Neben der Häufigkeit und Stärke des Befalles durch den Krankheitserreger ist insbesondere auch das zur Zeit des Befalles vorliegende Entwicklungsstadium der Pflanzen maßgebend für die Minderung der Erträge. Zudem tritt bei der Halmbruchkrankheit die Schwierigkeit der Diagnose hinzu, weil mehrere Pilzarten in der Fußregion Schäden verursachen können.

Obwohl die Krankheit seit ihrer erstmaligen Beschreibung durch Fron im Jahre 1912 von zahlreichen Wissenschaftlern in einer Reihe von Arbeiten behandelt wurde, erscheint es im Hinblick auf gewisse offene Fragen sowie scheinbare Widersprüche doch notwendig, den gesamten Krankheitskomplex unter modernen Gesichtspunkten zu untersuchen, was insbesondere durch die weite Verbreitung dieser Krankheit in der DDR erforderlich ist.

Das charakteristische Symptom ist am besten zur Zeit der Abreife an Dickkopfweizen erkennbar: eine blaßgraue, leicht eingesunkene, oval begrenzte Fläche, auf der leicht erhabene, graue bis schwarzbraune Partikeln, die Stromata des Pilzes, locker aufsitzen. Im typischen Bild ist die hellgraue Fläche von einer anfangs orangegefärbten, später braunen bis braunschwarzen Zone umrandet. Bei verschiedenen Weizensorten fehlt diese Umrandung.

Auf Gerste, Roggen und Hafer werden mit Symptome in ähnlicher Form ausgebildet, das Stroma ist jedoch auf Roggen und Hafer etwas spärlicher. Als weiteres Erkennungszeichen kann das nach Aufschneiden des Halmes erkennbare, dichte, mausgraue, scharf auf den Augenfleck begrenzte Myzel des Erregers gewertet werden. Oft lockere, helle, teils rosa gefärbte, nicht örtlich begrenzte Myzelien sind auf andere Pilze, häufig Fusarien, zurückzuführen. Letztlich sind noch die Bruchstellen am Horizont des Augenflekes ein sicheres diagnostisches Zeichen.

Schwierigkeit bei der Diagnose bereiten die unter starkem Befall gänzlich nekrotisierten Internodien sowie durch andere Erreger verursachte Symptome, z. B. der „spitze Augenfleck“ (*Rhizoctonia solani*), gleichmäßige Blattscheidenbräunung durch *Helminthosporium avenae* an Hafer, ovale, gleichmäßig dunkel schwarzbraun gefärbte, nicht eingedellte, aber auch wurzelgeschädigte Symptome durch *Helminthosporium sativum* sowie einheitliche Verbräunungen und Vermorschungen der unteren Internodien und Wurzeln durch *Ophiobolus graminis*.

Es wird darauf verwiesen, daß viele Auswinterungsschäden auf Befall durch *Cercospora herpotrichoides* zurückgeführt werden können, obwohl die Diagnose im Jugendstadium außerordentlich unsicher ist.

In einem weiteren Kapitel wird die Isolierung des Pilzes beschrieben. Ferner werden die Isolate nach Wuchsform, Farbe und Wuchsgeschwindigkeit unterschieden; es wurden 7 Wuchstypen differenziert.

Schließlich wird herausgestellt, daß als Infektionsquelle nur kranke Stoppeln in Frage kommen, wobei die Bedeutung der Konidien, die besonders häufig zwischen den Blattscheiden gebildet werden (hyalin, haben stachelartige, kristallnadelartige Gestalt, Septen sind nur selten sichtbar) für die Ausbreitung der Krankheit sehr zurücktritt. Die Konidien dürften in erster Linie für die Ausbreitung halmaufwärts verantwortlich sein, während in horizontaler Richtung die Ausbreitung durch direkten Kontakt, Regentropfen oder Bodenbearbeitungsmaßnahmen erfolgt.

B. Zwatz

Donchev (N.): The effect of *Erysiphe graminis* D. C. upon the yields of the winter wheat. (Einfluß von *Erysiphe graminis* D. C. auf den Ernteertrag von Winterweizen.) Plant Protection. XIII, 1965, 3, 25—27, Sofia (Bulgarisch, engl. Zus.).

Das starke Mehltauauftreten im Jahre 1964 in Bulgarien ermöglichte die Durchführung eines Versuches, den Ertrageinfluß von *Erysiphe graminis* an Winterweizen zu prüfen. Der Versuch wurde in Blockanordnung angelegt. Die Infektion erfolgte auf natürlichem Wege. Die unbehandelten Parzellen wiesen im höchsten Fall einen Mehltaubefall von 75% auf, während die mit Schwefelkalkbrühe behandelten Parzellen zu 25% befallen waren (Befallswerte nach der Skala von Large und Doling, Plant Pathology, 11, 1962, 47—57). Der Ertrag der unbehandelten Parzellen war um 22% geringer als die Erntemenge aus den behandelten Vergleichsparzellen.

B. Zwatz

Byther (R. S.) and Powelson (R. L.): Observations on *Cercospora herpotrichoides* in Soil. (Beobachtungen über *Cercospora herpotrichoides* im Boden.) Phytopathology, 56, 1966, 1, 314—315.

Einleitend wird festgestellt, daß *Cercospora herpotrichoides* insbesondere unter kühlen, feuchten Wetterverhältnissen sporuliert, und zwar an verseuchtem Stroh, das an der Bodenoberfläche liegt. Die langen, gebogen-nadelförmigen, an der Basis etwa weiteren, mehrzelligen Konidien gelangen an junge Weizenpflanzen und verursachen die Infektion.

Verf. war veranlaßt, Wachstum, Sporulation und Überdauerung dieses Pilzes zu untersuchen, weil sich durch Änderung der Wirtschafts- bzw. Bearbeitungsweise (z. B. sommerliche Brache) neue Aspekte ergeben hatten.

Zunächst wurde *Cercospora herpotrichoides* an Kartoffel-Dextrose-Agar kultiviert, von diesem auf Wasser-Agar übergeführt und bei 10° C 5 bis 7 Tage bebrütet. Die hier gebildeten Konidien wurden durch einmaliges Zentrifugieren gewonnen, gewaschen und in destilliertes Wasser übergeführt (hier erfolgte kein Wachstum). Diese Sporensuspension wurde auf Objektträger aufgebracht und in der Luft zum Trocknen aufgestellt. Hernach wurden diese Objektträger in die Erde eingeführt, wo eine gestaffelte Temperatur von 5 bis 25° C herrschte. Die Kontrollen erfolgten in vorbestimmten Intervallen.

Innerhalb von 4 Tagen keimten etwa 10 bis 60% der auf Objektträgern in die Erde eingebrachten Konidien. Interessant ist ferner die Beobachtung, daß sich an den Hyphenenden knollige Zellen bzw. an verschiedenen Hyphensepten Chlamydosporen-ähnliche Wucherungen bildeten, die große Beständigkeit aufwiesen und sogar Konidienträger entwickelten, die zur Sporulation befähigt waren.

Auch auf dieselbe Weise eingebrachtes Myzel besaß die Fähigkeit zur Sporenbildung.

Ferner wurden zwischen etwa 2% der Konidien Anastomosen gebildet. Die Hyphen dieser Anastomosen waren im Durchmesser etwa halb so stark wie die normalen Hyphen.

Es wurde festgestellt, daß kühle (5 bis 15° C) und feuchte (75% der Wasserhaltekapazität) Erde das Wachstum und die Lebensfähigkeit des Pilzes steigert, während warme (20 bis 25° C) und trockene (50% der Wasserhaltekapazität) Erde das Gegenteil bewirkt.

Auf Grund der Beobachtungen und Versuchsergebnisse wird geschlossen, daß *Cercospora herpotrichoides* auch befähigt ist, kurzzeitig saprophytisch in der Erde zu überdauern, während eine längere saprophytische Lebensweise ausgeschlossen wird.

B. Zwatz

Weste (G): **Infection of Wheat Roots by Ascospores of *Ophiobolus graminis* Sacc. (Infektion von Weizenwurzeln durch *Ophiobolus graminis* Sacc.)** Phytopathologische Zeitschrift, 52, 1965, 204—206.

Normalerweise erfolgt die Infektion des Getreides durch *Ophiobolus graminis* durch das Myzel, welches entweder an Strohrückständen überdauert oder an anfälligen Gräsern vorkommt. Auch künstliche Infektionen wurden bislang nahezu ausschließlich mit Myzel vorgenommen. Nun jedoch ist es gelungen, die Ascosporen vom Myzel zu separieren und damit erfolgreich Infektionen an Weizenwurzeln zu bewerkstelligen; zwei bis drei Wochen nach der Infektion zeigten die Pflänzchen typische Symptome der Schwarzbeinigkeit. Eine genaue Schilderung des Untersuchungsganges, der Isolation und der Infektion wird gegeben. Die aus dem Versuch gewonnenen Erkenntnisse geben Berechtigung zur Annahme, daß auch unter natürlichen Verhältnissen eine Infektion von Ascosporen aus möglich ist und insbesondere nach starken Regenfällen zustande kommen dürfte.

B. Zwatz

Pionnat (J.-C.): **Étude des altérations fongiques des grains d'orge en cours de conservation. (Untersuchungen über die Veränderung der Mycoflora an Gerstensaatzgut während der Lagerung.)** Annales des Epiphyties, 17, 1966, 203—214.

Die Lagerhaltung von Getreide, besonders von Braugerste, ist schwierig, weil gerade bei dieser Verwendungart die Erhaltung der Keimfähigkeit von grundlegender Bedeutung ist. Die Keimfähigkeit sinkt jedoch sowohl im Silo als auch während des Transportes stetig ab.

Wie die Untersuchungen ergaben, ist dieser progressive Verlust der Keimfähigkeit auf Befall durch Pilze zurückzuführen und steht in direkter Beziehung zum Feuchtigkeitsgehalt des Saatgutes und der Dauer der Lagerung.

Zum Zeitpunkt der Ernte umfaßt die Mycoflora 53 verschiedene Gattungen, wobei die Gattungen *Alternaria*, *Penicillium* und *Epicoccum* im Vordergrund stehen. Weitere häufige bzw. bemerkenswerte Gattungen sind *Cladosporium*, *Fusarium*, *Acremoniella*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Thamnidium*, *Pullularia*, *Gonatobotryis*, *Stemphylium*, *Trichothecium*, *Helminthosporium* (*H. gramineum*, *H. sativum* und *H. teres*), *Septoria nodorum* u. a.

Es wurde festgestellt, daß ein Feuchtigkeitsgehalt von 13% als Kardinalpunkt bezeichnet werden kann; darunter steht die Verminderung der Keimfähigkeit nur mit der Dauer der Lagerung in Beziehung, während bei höherem Feuchtigkeitsgehalt die Keimfähigkeit viel rascher abnimmt und von der Mycoflora beeinflusst wird.

Interessant ist ferner die Tatsache, daß die originäre Mycoflora mit der Entwicklung und Ausbreitung von *Penicillium* einer Veränderung unterliegt. Für die Untersuchungen dieses Zusammenhanges wurde die Art *Penicillium viridi-cyclopium* ABE gewählt, welche zufolge ihres häufigen

Vorkommens und ihrer besonders in feuchtem Lagergetreide erhöhten Antibioticum-Aktivität als typischer Lagerpilz gilt.

Die keimvermindernde Wirkung von *Penicillium viridi-cyclopium* wird auf die durch diesen Pilz produzierte Salizyl-Säure zurückgeführt, welche schon bei schwachen Konzentrationen phytotoxisch wirkt (hinzu kommt die Schädigung durch die pH-Erniedrigung). Der keimschädigende Effekt der Salizylsäure beruht auf der Zerstörung bzw. Hemmung der Keimungs-Enzyme. Andererseits vermögen verschiedene Metall-Ionen die Enzyme zu aktivieren.

Saatgut, das während der Lagerung durch *Penicillium* bzw. Salizylsäure Keimschäden erlitt, konnte durch Bepuderung mit verschiedenen pulverförmigen Metallen (Zn, Al, Fe — in anorganischer und organischer Form) wieder saniert werden. Diesem Behandlungsverfahren wird große Bedeutung beigemessen. B. Zwatz

Doling (D. A.): Some ecological factors influencing the proportion of loose smut (*Ustilago nuda* [Jens.] Rostr.) in wheat crops. (Einige ökologische Faktoren, welche das Auftreten des Weizenflugbrandes beeinflussen.) The Annales of applied Biology, 55, 1965, 303—306.

Während Batts und Jeater 1958 berichteten, daß das Auftreten des Weizenflugbrandes nicht von Umweltverhältnissen während des Wachstums beeinflußt wird, fand Doling 1964, daß das Auftreten des Gerstenflugbrandes wohl von Umweltverhältnissen abhängt, insofern zwar, als infizierte Pflanzen ungünstigen Umweltbedingungen gegenüber empfindlicher sind als befallsfreie Pflanzen und demzufolge schon im Keimlingsstadium absterben können. Diese Erkenntnisse waren Anlaß zur Untersuchung der diesbezüglichen Zusammenhänge beim Weizenflugbrand.

In den Jahren 1959/60, 1960/61 und 1961/62 wurden an 5, 7 bzw. 9 Versuchsstellen Parallelversuche angelegt, wobei das für die Versuche vorgesehene Saatgut an einer zentralen Stelle gut gemischt und von dieser Stelle ausgegeben wurde. Trotz des einheitlichen Saatgutes waren die Differenzen (Flugbrandverseuchung) innerhalb der Versuchsstellen signifikant: Die Ergebnisse streuten jeweils innerhalb eines Wertes, der mit einem Faktor in der Größenordnung von 3 bis 4 festgelegt werden konnte.

Ein weiterer Versuch sollte den Einfluß der Korngröße auf den Flugbrandbefall beleuchten. Hierfür wurde eine verseuchte Saatgutpartie in drei Korngrößengruppen geteilt. Es konnte festgestellt werden, daß der Verseuchungsgrad zwischen den einzelnen Korngrößengruppen (1000-Korngewichte: 52'85, 54'02 und 56'30) signifikant verschieden war, wobei die kleinen Körner die höchste Verseuchung erbrachten, während der aus den großen Körnern aufgewachsene Bestand geringste Verseuchung zeigte.

An Einzelpflanzenstudien wurde nachgewiesen, daß zwischen gesunden und infizierten Pflanzen eine unterschiedliche Bestockungskapazität besteht: Flugbrandpflanzen wiesen eine geringere Zahl von Flugbrandähren auf als gesunde Pflanzen gesunde Ähren. Ferner sinkt die Anzahl der Flugbrandähren bei steigender Anzahl von ährentragenden Halmen (gesunde Ähren + Flugbrandähren) pro Pflanze. Im Durchschnitt bestocken Flugbrandpflanzen stärker als gesunde Pflanzen. Weiters steigt bei höherer Verseuchung auch die Anzahl der Flugbrandähren pro Pflanze.

Aus den Ergebnissen kann die Lehre gezogen werden, daß unbestimmte ökologische Faktoren imstande sind, den Flugbrandbefall am Felde zu beeinflussen, daß also ein und dasselbe Saatgut nicht überall denselben Aufwuchs erbringen muß (Variabilitätsfaktor 3 bis 4), ferner daß die

kleinen Körner einer Saatgutpartie stärkeren Verseuchungsgrad aufweisen als die größeren Körner und schließlich, daß bei Verwendung verseuchten Saatgutes durch niedrigere Saatstärken geringere Flugbrandverseuchung erzielt werden kann, weil die Bestockung zugunsten der gesunden ährentragenden Halme ausschlägt. B. Zwatz

Jaeger (S.): **Milch- und Ölspritzungen zur Einschränkung der Blattlausübertragung des Salatmosaikvirus bei Freilandsalat.** Nachrbl. d. Deut. Pflanzenschutzdienstes, 18, 1966, 82—84.

Die in den letzten Jahren in Laborversuchen wiederholt festgestellte hemmende Wirkung von Ölen und Milch auf die Blattlausübertragung nichtpersistenter Viren wurde nun auch in Freilandversuchen nachgewiesen. — In Vorversuchen wurde zunächst die Pflanzverträglichkeit verschiedener Öle und Emulgatoren geprüft. Dabei ergab sich eine phytotoxische Wirkung aller untersuchten Mineralöle und eines Emulgators auf die jungen Salatpflanzen. Mit zwei gut pflanzenverträglichen und hygienisch unbedenklichen Emulgatoren sowie mit Erdnußöl und Vollmilch wurden die Versuche sodann ausgeführt. Durch wöchentliche Spritzungen der Salatpflanzen vom Auflaufen bis zur beginnenden Kopfbildung mit Vollmilch bzw. 1- bis 3%iger Erdnußemulsion konnte die Übertragung des nichtpersistenten Salatmosaikvirus durch *Myzus persicae* um durchschnittlich 45% herabgedrückt werden. G. Glaeser

Frei (E.): **Was ist Bodenfruchtbarkeit?** Mitteilungen der Schweizerischen Landwirtschaft, 14, 1966, 9—14.

Auch vom phytopathologischen Standpunkt aus gewinnt die Bodenfruchtbarkeit besonders heute, und zwar im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes erhöhte Bedeutung. Sie kommt altherkömmlich im Pflanzenertrag zum Ausdruck und wird durch Bodenbearbeitung, Düngung, Pflege der Kulturen und Meliorationen erhalten und eventuell erhöht. Diese Darstellung der Bodenfruchtbarkeit wird deshalb kritisch beleuchtet, weil für den Ertrag außer dem Boden noch andere Wachstumsfaktoren eine maßgebende Rolle spielen; als kurze Übersicht über die Wachstumsfaktoren werden folgende genannt:

1. Boden: Physikalischer, mineralogischer und chemischer Aufbau des Bodengerüstes, Bodenwasser und -luftverhältnisse. Ionenbelegung, biologische Aktivität, Durchwurzelbarkeit, topographischer Standort.
2. Pflanzen: Art, Sorte, Pflanzendichte, Mischung, Fruchtfolge.
3. Klima: Generalklima, Lokalklima, Witterungsverhältnisse, Niederschlagsverteilung, Sonnenscheindauer, Fröste, Hagel.
4. Pflege: Düngung, Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Unkrautbekämpfung, Saat, Erntetermin und -technik.

Daraus ist zu ersehen, daß der Ertrag das globale Resultat aller Wachstumsfaktoren ist. Um daher die Bodenfruchtbarkeit, also den Wachstumsfaktor Boden, exakt bestimmen zu können, bedarf es der Untersuchung einer Reihe einzelner Bodeneigenschaften, z. B. Wasserspeichervermögen, Zugänglichkeit des Bodenwassers für die Kulturpflanzen, Durchlüftung, biologische Aktivität usw. und die Zusammenfassung dieser Ergebnisse für die endgültige Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit. Aus dem Dargelegten ist aber auch zu erkennen, daß heute über den an sich mit den Anfängen der Bodenkunde und des Pflanzenbaues verwurzelten Begriff „Bodenfruchtbarkeit“ Unklarheit sowohl hinsichtlich seiner Bedeutung als auch anscheinend noch mehr in bezug auf seine Definition besteht. Deutlich ist jedenfalls, daß zwischen dem Ertrag und der Boden-

Fruchtbarkeit, gemessen am Ertrag, nicht unbedingt feste Beziehungen bestehen, weil doch der Ertrag auch von klimatischen, düngungs- und anbautechnischen Faktoren abhängt. B. Zwatz

Lange-de la Camp (M.): Die Wirkungsweise von *Cercospora herpotrichoides* Fron. dem Erreger der Halmbruchkrankheit des Getreides. II. Aggressivität des Erregers. Phytopathologische Zeitschrift, 56, 1966, 155—190.

Dieser Arbeit ist vom selben Autor eine Veröffentlichung über die Feststellung der Halmbruchkrankheit sowie die Beschaffenheit und die Infektionsweise von *Cercospora herpotrichoides* vorhergegangen (Phytopathologische Zeitschrift, 55, 1966, 34—66); hierin wurde dargelegt, daß alle Hauptgetreidearten, also Weizen, Roggen, Gerste und Hafer, vom Erreger der Halmbruchkrankheit befallen werden.

In der weiteren Arbeit wurde nun untersucht, ob innerhalb verschiedener Pilzherkünfte auf Grund von Infektionsexperimenten eine Differenzierung in *formae speciales* oder in physiologische Rassen möglich ist. Dabei wurde gefunden, daß zwar keine *formae speciales* bestehen (es konnten mit Weizen-, Gersten-, Roggen- und Haferisolaten jeweils an allen Getreidearten Infektionen hervorgerufen werden), wohl aber Aggressivitätsunterschiede vorliegen, was eine Unterteilung in Weizen (W)-Typen und Roggen (R)-Typen erlaubt. Diese im Gewächshaus festgestellten W- bzw. R-Typen unterscheiden sich auch im Feldbestand, und zwar an Weizen und Roggen durch die Befallsprozente, die Stärke des parasitären Auswinterns und des Halmbruchs, auf Gerste jedoch nur durch die Befallsprozente. Die Einheitlichkeit von Wuchs- und Aggressivitätstyp konnte durch den Vergleich von Monokonidiallinien bzw. durch ein- bis mehrmalige Passage über einen Weizen- oder Gerstenwirt nachgewiesen werden.

Bemerkenswert sind die Wirkungen der Außenbedingungen, vor allem der Temperatur, auf den Befall. Das Infektionsoptimum ist für jede Getreideart verschieden: für Weizen zwischen 7 und 10° C, für Roggen um 10° C oder etwas darüber und für Gerste etwa bei 14 bis 15° C, wobei Weizen in einem weiteren Temperaturbereich befallen werden kann als Gerste und Roggen; Roggen wird bei 15° C nicht mehr befallen. Diesem Umstand kann wohl die innerhalb der Getreidearten an Weizen am stärksten ausgebildete Anfälligkeit zugeschrieben werden.

In weiteren Versuchen wurde Hafer und Windhalm als Krankheitsüberträger verwendet und gefunden, daß für die Übertragung der Krankheit beide eine wichtige Rolle spielen können. B. Zwatz

Anonym: A new group of systemic fungicides. (Eine neue Gruppe systemischer Fungizide.) World Review of Pest Control, 5, 1966, 112.

Zur Unterdrückung der Rostkrankheiten und des Mehltaus dienen in erster Linie spezifische Resistenzeigenschaften der in Frage kommenden Sorten. In der Regel bietet die Nutzung dieser Möglichkeit jedoch keinen dauernden Erfolg, so daß der Bedarf nach einer direkten chemischen Bekämpfung stets vorhanden war.

Für die chemische Bekämpfung kommen zwei Möglichkeiten in Betracht: Einerseits Verwendung eines wirksamen Fungizides, das entweder direkt appliziert wird oder ein solches, dies erscheint als aussichtsreicher, das translokale, also systemische Eigenschaften aufweist; andererseits Einsatz eines Präparates, das auf den Metabolismus der Pflanze im Sinne einer Resistenzsteigerung Einfluß nimmt (bei letzterem wären systemische Eigenschaften weniger bedeutsam).

Die Versuche, die genannten Krankheiten wirksam zu bekämpfen, gehen weit zurück. Zunächst wurden anorganische Stoffe wie z. B. Nickel, dann synthetische organische Verbindungen (Dithiocarbamate) und später natürliche organische Produkte (Antibiotica) eingesetzt.

Nun gelang die Entdeckung von zwei neuen systemisch wirkenden Mitteln aus der Körperklasse der 1,4-Oxathiine, und zwar 2,3-Dihydro-5-carboxanilido-6-methyl-1,4-oxathiin und das entsprechende Sulphon. Diese Mittel sind wasserlöslich und wirken sowohl über die Blätter, das Saatgut oder den Boden fungitoxisch (angeführt sind Weizenbraunrost, Bohnenrost, Gerstenflugbrand und Rhizoktonia).

Insbesondere zur Bekämpfung des Gerstenflugbrandes in Form einer Saatgutbeizung scheint dieser Entdeckung außerordentliche Bedeutung zuzukommen.
B. Zwatz

Huber, D. M., Seely, C. I. und Watson, R. D.: Effects of the Herbicide Diuron on Foot Rot of Winter Wheat. (Wirkung des Herbizids Diuron gegen Fußkrankheiten in Winterweizen.) Plant Disease Reporter, 50, 1966, 852—854.

Diuron wird in den USA für Pre- oder Post-Emergence-Behandlungen von Winterweizen zur Bekämpfung breitblättriger Unkräuter verwendet. Es wurde beobachtet, daß Diuron-Behandlungen Wachstum und Ertrag von Weizen steigern. Dieser Effekt ist nicht nur auf die Ausschaltung der Unkrautkonkurrenz zurückzuführen, sondern ist zum Teil eine Folge der Beeinträchtigung von *Cercospora herpotrichoides* (Erreger der Halmbruchkrankheit), von *Rhizoctonia solani* und *Fusarium nivale*. Die Wirkungsweise, die dem Effekt von Diuron gegenüber den Erregern von Fußkrankheiten zugrundeliegt, ist noch nicht ermittelt. Es ist aber bekannt, daß manche Bodenmikroben Diuron als Kohlenstoffquelle zu nutzen befähigt sind und solcherart für den Abbau des Herbizids sorgen. Es ist möglich, daß das Herbizid gegenüber spezifischen Bodenorganismen eine Selektivität entfaltet, die deren Pathogenität beeinträchtigt. Eine andere Möglichkeit bestünde in der Erhöhung der Resistenz des Weizens gegenüber Fußkrankheitserregern.
F. Beran

Rademacher (B.): Wirkt Unkrautbesatz hemmend auf das Auftreten von Fruchtfolgekrankheiten? Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz, 73, 1966, 40—46.

Die modernen Verfahren der Unkrautbekämpfung führen in immer zahlreicheren Feldkulturen zu reinen Monokulturen. Verfasser hat die in diesem Zusammenhang oft gestellte und vor allem naheliegende Frage untersucht, ob die verunkrauteten „Monokulturen“ (Kulturpflanzen: Winterweizen, Winterroggen, Erbsen und Lein; Gefäß- und Feldversuche) gegenüber „Fruchtfolgekrankheiten“ widerstandsfähiger sind, eine Frage, die gerade heute von besonderer Aktualität erscheint, weil die Fruchtfolgen immer enger und die Ertragsausfälle infolge Befalles durch Fruchtfolgekrankheiten immer größer werden.

Die über zehn Jahre fortgeführten Versuche haben nun gezeigt, daß in den „verunkrauteten Versuchsvarianten“ die Fruchtfolgekrankheiten schwächer in Erscheinung traten als in den unkrautfreien Parzellen; interessant ist das Phänomen, daß in den unkrautfreien Versuchsvarianten die Erträge von Jahr zu Jahr mehr oder minder gleichlaufend abnahmen (Zunahme der Fruchtfolgekrankheiten!), während in den „Unkrautvarianten“ die Erträge nach einem Tiefstand, bei Roggen und Weizen war dieser nach 6 Jahren erreicht, wieder langsam anhoben.

Die eventuellen Ursachen dieser Tatsache werden schlagwortartig angeführt: Die jeweiligen Kulturpflanzen und die Unkräuter können sich gegenseitige Hilfe leisten, und zwar

1. in der Aufschließung der Nährstoffe,
2. in der Steuerung des Bodenlebens,
3. in einer hemmenden Gegenwirkung gegen einseitige Vermehrung und Ausbreitung gewisser spezifischer Parasiten und Schädlinge usw.

Verfasser weist darauf hin, daß auch die vom Menschen angelegten Kulturpflanzenbestände letztlich keine „Reinbestände“ bleiben, sondern Pflanzengesellschaften darstellen (Kulturpflanzen + Unkräuter).

Aus den dargelegten Versuchsergebnissen kann geschlossen werden, daß durch Tolerieren eines gewissen Unkrautbestandes eine Monokultur oder eine enge Fruchtfolge besser durchzuhalten sind als unkrautfreie reine Monokulturen, eine Tatsache, die im Zusammenhang mit der chemischen Unkrautbekämpfung immer mehr ins Kalkül gezogen werden sollte.

B. Zwatz

Skoropad (W. P.) and Wen-Jou Wang Kao: **The Effect of some Herbicides on Sporulation of *Rhynchosporium secalis*.** (Die Wirkung einiger Herbizide auf die Sporulation von *Rhynchosporium secalis*.) *Phytopathology*, 55, 1965, 43—45.

Die Anwendung der Wuchsstoffunkrautmittel in Getreide fällt vielfach mit der Sporulations- und Infektionsperiode verschiedener pilzlicher Erreger von Getreideblattkrankheiten zusammen. Nicht nur die meisten dicotylen Unkräuter erfahren hiedurch eine stärkere oder schwächere Wachstumsstörung, es werden auch, wie bestätigt werden konnte, pathogene Pilze in ihrem Lebensprozeß beeinflusst.

Für die Versuche wurde der Pilz *Rhynchosporium secalis* (*Marssonina graminicola*) herangezogen, der an Gerste und Roggen die Marssonina-Blattfleckenkrankheit verursacht. Folgende Herbizide kamen unter 3 verschiedenen Bedingungen in verschiedenen Konzentrationen zur Anwendung: 2,4-D-Salz, 2,4-D-Ester, MCPA-Salz, MCPA-Ester und Barbane (ein Carbamat). Dabei wurde gefunden, daß alle Herbizide imstande sind, die Sporulation zu hemmen bzw. zu unterbinden, wobei Barbane und die 2,4-D- und MCPA-Ester besonders hervorzuheben sind.

Es wird die Meinung ausgesprochen, daß der Unterbindung der Sporulation durch Herbizid-Anwendung große praktische Bedeutung beizumessen ist, da in der Folge weder eine Primär- noch eine Sekundärinfektion stattfinden kann. Insbesondere ist hervorzuheben, daß nach der Herbizid-Applikation dem Pilz für eine lange Periode (im Versuch 140 Tage) die Fähigkeit fehlt, zu sporulieren, eine Tatsache, welche die Wirkung der verwendeten Stoffe weit über die der herkömmlichen Fungizide hinaushebt.

B. Zwatz

Rodriguez-Kabana (R.), Curl (E. A.) and Funderburk, Jr. (H. H.): **Effekt of Four Herbicides on Growth of *Rhizoctonia solani*.** (Wirkung von 4 Herbiziden auf das Wachstum von *Rhizoctonia solani*.) *Phytopathology*, 56, 1966, 1.332—1.333.

Zunächst wird darauf hingewiesen, daß die steigende Verwendung von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere von Herbiziden, die Frage der Beeinflussung von Bodenmikroorganismen bzw. bodenbürtigen Krankheitserreger aufgeworfen hat.

In dieser Hinsicht wurden schon zahlreiche Versuche vorgenommen. Dabei wurde einerseits festgestellt, daß die meisten Herbizide in der normalen Dosis auf Bodenmikroorganismen nur geringen Einfluß entfalten. Andere Forscher jedoch konnten einen bedeutenden Einfluß

auf Wachstum und Entwicklung von Bodenpilzen auf Grund der Einwirkung von Herbiziden nachweisen. So wurde gefunden, daß der Gehalt von *Fusarium* spp. in mit Atrazin behandelten Böden niedriger war als bei Behandlung mit Simazin. Andererseits erfuhr *Trichoderma* sp. durch Atrazin eine Stimulation. In Nährlösungen wurde durch 2'4-D und Simazin das Wachstum von *Rhizoctonia solani* stark gehemmt, während die Kombination Simazin-Aminotriazol keinen Einfluß zeigte. Verschiedene Forscher erblicken in der Anwendung von Bodenherbiziden sogar die Möglichkeit einer teilweisen Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Es konnte allerdings noch nicht festgestellt werden, ob die Krankheitserreger direkt oder indirekt eine Hemmung erfahren bzw. ob diese Erscheinungen eventuell auf einen geänderten Stoffwechsel der Wirtspflanzen zurückzuführen seien.

Verf. untersuchte die Wirkung von Atrazin (2-Chlor-4-äthylamino-6-isopropylamino-s-triazin), Diuron (5-[3,4-dichlorphenyl]-1,1-dimethylharnstoff), EPTC (Äthyl-N,N-dipropylthiocarbamat) und Paraquat (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridilium Salz) auf das Wachstum von *Rhizoctonia solani* in Kulturlösungen. Der genaue Untersuchungsgang wird angegeben. Als Bezugsgröße wird das Myzel-Trockengewicht herangezogen.

Dabei wurde festgestellt, daß sowohl Atrazin als auch Paraquat zunächst eine starke Hemmung des Wachstums bewirken und später eine gewisse „Adaption“ erfolgt, während der Einfluß von Diuron und EPTC unbedeutend bleibt.

B. Zwatz

Harris (B. II.): **Aviation in Australian Agriculture. (Agrarflugwesen in Australien.)** Biokemia Dow, 1965, 7, 16—18.

In Australien wurde erstmalig im Jahre 1929 ein RAAF-Flugzeug gegen einen Forstschädling eingesetzt: es wurde mit Kalkarsenat gestaubt.

Erst im Jahre 1947 begann die Entwicklung des Agrarflugwesens stark an Bedeutung zu gewinnen: Es wurde ein Flugzeug (DH 82 Tiger Moth) für pflanzenschutzliche Zwecke in Leinkulturen eingesetzt. Im Jahre 1957 wurden bereits 1'8 Mill. acres (1 acre = 4.047 m²), 1959 3'2 Mill. acres und 1961 6'5 Mill. acres agrotechnisch behandelt. Der letzte Stand (1965) beläuft sich auf eine Jahresleistung von 11'5 Mill. acres: davon entfielen 9 Mill. acres auf Düngungs-, 2 Mill. acres auf Pflanzenschutzmaßnahmen und 0'5 Mill. acres auf verschiedene andere Vorhaben.

Es wird darauf verwiesen, daß in Australien Starrflügelflugzeuge bevorzugt werden. Hauptsächlich durch eine straffe Organisation wird versucht, eine Leistungssteigerung zu erreichen. Begrenzende Faktoren sind in erster Linie die Witterungsverhältnisse. Nachdem durch verbesserte Maschinen die Erhaltungskosten für Hubschrauber sehr gesenkt werden konnten, werden auch diese für das Agrarflugwesen interessanter, zumal sie, wie hingewiesen wird, weniger witterungsabhängig (Windverhältnisse) sind. Um vom Wind weniger gestört zu werden, ist geplant, die agrotechnischen Arbeiten immer mehr während der Nacht durchzuführen.

Der Unfallverhütung wird besondere Bedeutung beigemessen: Von 18 Unfällen pro 10.000 Stunden konnte die Rate auf 4'08 gesenkt werden. Verschiedene Flughindernisse, insbesondere elektrische Leitungen, stellen die größte Gefahrenquelle dar. Man ist dazu übergegangen, die E-Leitungen durch UV-Lichtquellen zu markieren. Außerdem wird Einfluß genommen, daß die Leitungen in Zukunft nicht mehr kreuz und quer über die Felder gelegt werden. Die Agrar-Piloten müssen sich einer schriftlichen Prüfung unterziehen, wodurch sie insbesondere Kenntnisse über die hohe Verantwortlichkeit ihrer Arbeit und die Handhabung der verschiedenen

Chemikalien (vornehmlich der giftigen Pflanzenschutzmittel) unter Beweis zu stellen haben.

Der Bericht wird mit dem Hinweis, daß das gesamte Agrarflugwesen noch einer intensiven wissenschaftlichen Bearbeitung bedarf, abgeschlossen.

B. Zwatz

Franz (J. M.) **Beobachtungen über das Verhalten der Raubwanze *Perillus bioculatus* (Fabr.) (Pentatomidae) gegenüber ihrer Beute *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Chrysomelidae).** Zeitschr. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz, **74**, 1967, 1—13.

Die aus Nordamerika zur biologischen Bekämpfung des Kartoffelkäfers importierte Raubwanze *Perillus bioculatus* (Fabr.) wurde im Insektarium in Massen gezüchtet. Dabei ergab sich Gelegenheit, Einzelheiten im Kampf zwischen Raubwanze und dem Beutetier zu beobachten. Es konnte festgestellt werden, daß das erste Larvenstadium der räuberisch lebenden Wanze obligatorisch phytophag ist; die weiteren vier Larvenstadien sind entomophag und erkennen sowie auch die Imagines, ihre Futtertiere nur auf kurze Entfernung. Die Temperatur steigert den Erfolg der Raubwanze und somit auch den Ausgang des Kampfes sehr wesentlich. Hunger bewirkt wohl eine Steigerung der Aggressivität, nicht aber des Erfolges der Raubwanze. Das Aussaugen der Kartoffelkäferlarve kann oft stundenlang andauern, bis nur ein ganz unscheinbarer Rest übrig ist. Oft gelingt es dem Beutetier (Kartoffelkäferlarve) sich nach 1½ bis 2 Minuten Saugzeit von der Raubwanzenlarve noch zu befreien und zu überleben. Tiefgefrorene L₄ Kartoffelkäferlarven eignen sich zur Aufzucht der Raubwanze, jedoch läßt bei dieser Futtervorlage die Eiproduktion merklich nach und die Vermehrung unterbleibt. Tiefgefrorene Kartoffelkäferpuppen gestatten eine Zucht der Raubwanze auch dann, wenn keine lebenden Futtertiere vorhanden sind. H. Böhm

**Eigentümer, Verleger und Herausgeber: Bundesanstalt für Pflanzenschutz,
verantwortlicher Redakteur: Prof. Dr. Ferdinand Beran, sämtliche Wien 2, Trunnerstraße 5
– Druck: Raiffelsendruckerei Ges. m. b. H., 1131 Wien 14, Linzer Straße 16**

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
DIREKTOR PROF. DR. F. BERAN
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 5

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

XXXVI. Band

SEPTEMBER 1967

Heft 3/4

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Die serienmäßige Durchführung des Kallose- (Igel-Lange-)Testes an Pflanzkartoffeln

Von Hans Wenzl

Zum Nachweis der mit Resoblau in den Siebröhren von Kartoffelknollen sichtbar gemachten Kallosepfropfen, die als Anzeichen einer Blattrollinfektion ausgewertet werden (Igel-Lange-Test), wurden ursprünglich etwa 0,5 bis 0,75 mm dicke Schnitte durch den Nabel in Richtung der Längsachse der Knollen verwendet. Vorerst hielt man eine etwa 60- bis 70fache mikroskopische Vergrößerung für erforderlich. Der Verfasser war — in den Ländern, welche den Igel-Lange-Test erworben hatten —, der erste, der sich mit einer 36fachen Vergrößerung begnügte, und damit den Vorteil eines relativ großen überblickbaren Objektfeldes von 4,5 mm Durchmesser ausnützen konnte, was im Sinne einer raschen Serienarbeit erwünscht ist. Im Zuge der weiteren Rationalisierung der Testung ging man vielfach unter Fallenlassen der ursprünglichen Bedenken auf nur 20- bis 25fache Vergrößerungen über, wobei zwangsläufig Stereomikroskope in Verwendung gelangten.

Eine zweite Vereinfachung der Arbeit betraf die Herstellung der Schnitte. Während man ursprünglich mit einem gewöhnlichen Messer ein Stück des Nabelendes aus der Knolle herauschnitt und davon mittels eines Schälmessers mit eingespannter halber Rasierklinge einen Radialschnitt durch den Nabel herstellte, ging man später dazu über, die Knolle tangential durch den Nabel anzuschneiden, um von dieser Schnittfläche mit dem Schälmesser einen Schnitt für Färbung und Untersuchung zu gewinnen. Ein Fortschritt war die Verwendung von Doppelmessern, die je Knolle nur eine einmalige Schnittführung erforderlich machen und Schnitte von 2 bis 3 mm Dicke liefern (Arenz und Hunnius 1963; Bérces und Keller 1966).

Die Verwendung der mit Doppelmessern hergestellten verhältnismäßig dicken Schnitte war Anlaß, von der Durchlichtmikroskopie der mit dem Schälmesser hergestellten relativ dünnen Schnitte zur mikroskopischen Prüfung im Auflicht überzugehen. Arenz und Hunnius (1963) führten als weitere Vereinfachung die Färbung auf gefächerten Tragsieben für 25 Schnitte ein; das Mikroskopieren wird auf Objektplatten für je 5 Schnitte durchgeführt. Bérces und Keller (1966) verwenden neuerdings plastifizierte Drahtgitterschalen, die 5 Reihen zu je 10 Schnitten (insgesamt 50 Schnitte) fassen. Die übereinandergestapelten Drahtgitterschalen werden zum Färben in große Wannen mit Resoblau gestellt und die gefärbten Schnitte gelangen ohne Umbettung unter das Mikroskop.

Arenz und Hunnius (1963) arbeiten mit einem Stereomikroskop (20- bis 26fache Vergrößerung), das einen speziell ausgebildeten Fußteil besitzt. Münster und Cornu (1962) beschrieben ein hängendes Stereomikroskop, das die Verwendung großer Schalen mit Schnitten ermöglicht. Bérces und Keller benützen Stereomikroskope (25×) mit einem besonders weit ausladenden Fußteil und schaffen so die Voraussetzung für eine mikroskopische Prüfung von 50 Schnitten den beschriebenen Drahtgitterschalen.

Veränderungen der eigenen Arbeitsweise

Da die Testung an der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien schon seit dem Jahre 1955 auf eine nur 36fache Vergrößerung eingerichtet war, konnte verhältnismäßig lange Zeit mit einer mikroskopischen Neuausrüstung zugewartet werden, doch lag der eigentliche Engpaß der Arbeitsleistung in der Herstellung und im Färben der Schnitte.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, daß relativ kostspielige Spezialeinrichtungen für den Kallosetest (Igel-Lange-Test) vermieden werden sollten. So hat sich beispielsweise die seinerzeit in den Niederlanden eingeführte Projektionsmethode trotz angeblich sehr günstiger Erfahrungen nicht durchgesetzt und wurde wieder aufgegeben. Es war daher das Ziel, die Rationalisierung derart durchzuführen, daß zumindest die teureren Anschaffungen, wie Mikroskope, möglichst universell verwendbar sind.

a) Allgemeines

Die im folgenden beschriebene Arbeitsweise, die noch vor Erscheinen der Mitteilung von Bérces und Keller (1966) über den in Zürich eingeschlagenen Weg der Rationalisierung der Testung geschaffen wurde, ist vor allem auf die Arbeit nach einem gestuften Stichprobenplan abgestimmt (vergleiche Wenzl und Zislavsky 1958): Wenn als Norm für die Anerkennung als Klasse A ein Besatz von maximal 6 kranken Knollen unter 100 gilt, so kann die Testung bereits abgebrochen werden, wenn unter 50 nicht mehr als 1 kranke oder unter 30 keine kranke Knolle

gefunden wird. Nur wenn unter den ersten 30 Knollen zumindest eine kranke vorhanden ist, werden weitere 20 Knollen geprüft und nur wenn es unter den ersten 50 mehr als 1 kranke gibt, wird eine zweite Teilprobe von 50 Knollen untersucht.

Die Sicherheit der Anerkennung als Klasse A ist in allen drei Fällen die gleiche. Da es bei der überwiegenden Zahl der Herkünfte erfahrungsgemäß möglich ist, die Testung bereits nach Prüfung der ersten 30 Knollen abzubrechen, ist eine wesentliche Arbeitersparnis zu erzielen. Die Untersuchung von zumindest 50 oder 100 Knollen je Partie unabhängig von der Höhe des Befalles bedeutet eine überflüssige Mehrarbeit, die keineswegs eine höhere Sicherheit der Beurteilung bringt.

Die gewählte Aufteilung auf Serien von 10 Schnitten ist auf diese statistischen Grundlagen abgestimmt; sie wurde aber auch im Hinblick auf die Art der mikroskopischen Untersuchung gewählt, um ein normales Stereomikroskop für Auf- und Durchlicht verwenden zu können, bei dem die Größe des zu prüfenden Objektes durch die Ausladung des Stativs begrenzt ist.

Bei der Durchführung der Testung wird im allgemeinen darauf verzichtet, die an den Schnitten gewonnenen Ergebnisse den einzelnen Knollen zuordnen zu können, um etwa jene, die im mikroskopischen Bild Kallosepfropfen aufweisen, im Stecklingstest überprüfen zu können. Die für die Testung gesetzten Termine sind so knapp, daß meist keine Zeit für eine solche Nachprüfung bleibt. Weiters zeigte der jahrelange Kontrollanbau aller getesteten Knollen im Freiland, daß — bis auf verschwindende Ausnahmen — die Zahl der im Test gefundenen Kranken stets unter der im Kontrollanbau festgestellten lag; lediglich Cosima stellt im Rahmen der geprüften Sorten eine Ausnahme dar.

Bei Verwendung von Zählbrettern ist es übrigens leicht möglich, das Ergebnis bestimmter Schnitte den entsprechenden Knollen zuzuordnen. Zu deren Beschriftung hat sich Tintenstift sehr geeignet erwiesen; die Kennzeichnung war bei Kontrollen im Feldanbau lange Zeit leserlich. Zur auffallenden Kenntlichmachung von Knollen erwies sich rote Malerfarbe mit Kunstharzleim als Emulgator gut brauchbar.

b) Waschmaschine für die Reinigung der Knollen

Die an der Teststation Wien gegebenen Raumverhältnisse machen es notwendig, das Herstellen und Färben der Schnitte im gleichen Raum wie die mikroskopische Untersuchung durchzuführen. Da ein beträchtlicher Teil der Herkünfte einen starken Erdbesatz zeigt, ist ein Waschen der Knollen unerlässlich.

Zu diesem Zweck wurde in einem Kellerraum eine an das Kanalnetz angeschlossene Kartoffelwaschmaschine (Abb. 1) aufgestellt, welche

erlaubt, die mechanisch gewaschenen Knollen automatisch durch Hochdrehen der perforierten Unterlagsplatte in Lattenkisten zu entleeren, die mittels Aufzug in den Untersuchungsraum transportiert werden.

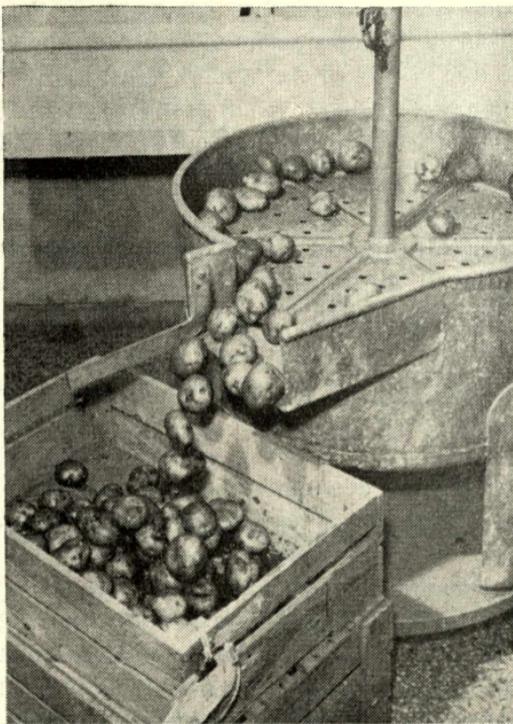


Abb. 1: Kartoffelwaschmaschine. Entleeren durch Hochdrehen der Unterlagsplatte mit den gewaschenen Kartoffeln. Kurbel am oberen Ende der Achse nicht mehr sichtbar.

c) Das Herstellen der Schnitte

Das von Arenz und Hunnius (1965) verwendete Doppelmesser hat zusammengeschweißte Klingen (Abb. 2). Es ist möglich, damit sowohl Tangential- als auch Radialschnitte durch Knollen herzustellen. Die fixe Verbindung der Klingen bedingt jedoch, daß ein Schleifen nur mit großer Schwierigkeit erfolgen kann. Bérces und Keller (1966) beschrieben ein Doppelmesser mit verschraubten Klingen, das leicht zu schleifen ist, mit welchem man aber nur Tangentialschnitte, jedoch keine auf einen Teil der Knolle beschränkte Radialschnitte herstellen kann, da die vorstehenden Schraubenköpfe das Herausschneiden eines nur bis ins Knolleninnere geführten Schnittes unmöglich machen (Abb. 2).

Das vom Messerschmied O. König (Wien V, Arbeitergasse 16) entwickelte und hergestellte Doppelmesser vereinigt die Vorteile der beiden

obig beschriebenen Erzeugnisse, ohne deren Nachteile aufzuweisen (Abb. 2 bis 4). Die beiden Klingen sind im Griff mittels versenkter Schrauben und an der Spitze durch eine Niete verbunden. Nach Lösen der Verschraubung im Griff ist ein Ausklappen der einen Klinge (um die Niete als Achse) möglich, so daß ein normales Schleifen beider Klingen erfolgen kann. Der verwendete ausgezeichnete Stahl ermöglichte es jedoch, die Messer eine ganze Testperiode hindurch ständig zu verwenden, ohne daß bis jetzt ein Nachschleifen notwendig war.

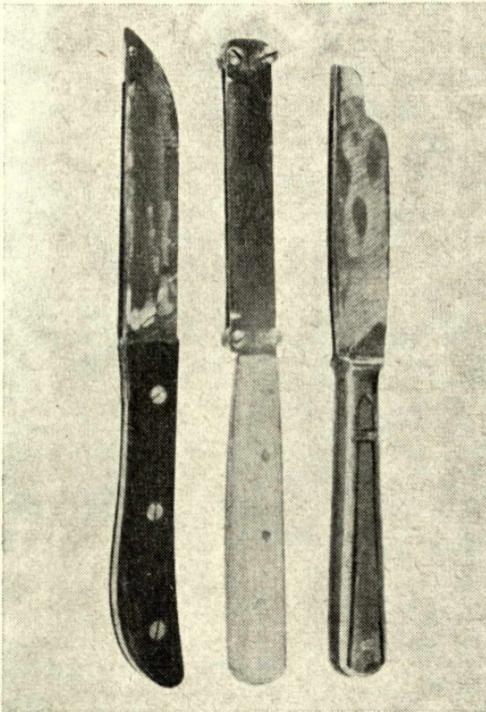


Abb. 2: Drei Doppelmesser-Typen zur Herstellung von etwa 2 mm dicken Schnitten durch Kartoffelknollen. Links: Modell O. König (Wien) für Tangential- und Radialschnitte. Mitte: Das in Zürich verwendete Doppelmesser; nur für Tangentialschnitte geeignet. Rechts: Das in Weihenstephan verwendete Messer mit verschweißten Klingen für Tangential- und Radialschnitte.

In der Spitze des Messers ist — ähnlich wie bei dem von Arenz und Hunnius beschriebenen Modell — zwischen den beiden Klingen ein gegen den Griff zu verschmälerter spitzer Keil eingebaut, der einerseits die notwendige Stabilität gibt und anderseits — durch ziehenden Schnitt — das Abtrennen von Schnitten erlaubt, die nur bis in eine bestimmte Tiefe der Knolle geführt wurden.

Wie B é r c e s und K e l l e r (1966) betonen, ist die Verwendung dicker Schnitte notwendig, um ebene Oberflächen zu erhalten; dünne Schnitte wellen sich unter Umständen und erschweren das Mikroskopieren.

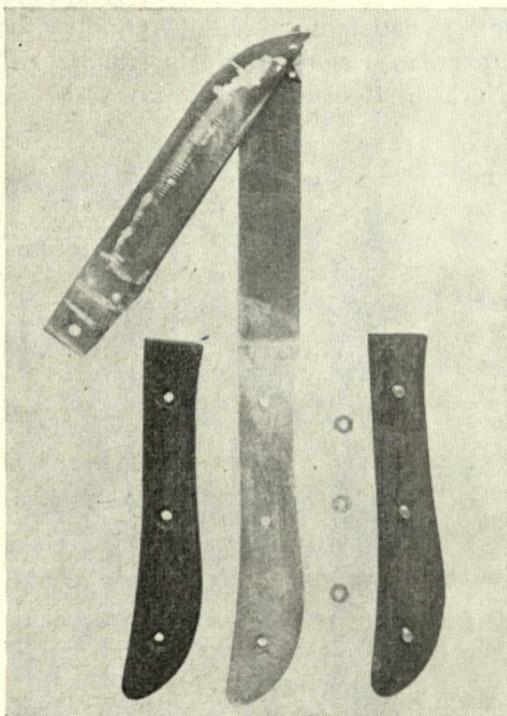


Abb. 3: Doppelmesser, Modell O. König, Wien. Die ausgeklappte kürzere Klinge besitzt zwei Bohrungen für die Fixierstifte (Pressionsstifte) an der Klinge mit Griffteil; die Nieten in der Spitze der beiden Klingen fungiert auch als Achse. An der Spitze der langen Klinge ist ein als schmales Messer wirkender Keil sichtbar, der das Abtrennen in die Knolle reichender Schnitte ermöglicht. Weitere Bestandteile: zwei „Schalen“ aus Palisanderholz und drei Schrauben mit Muttern.

d) Färben der Schnitte

Zum Färben der Schnitte dienen Plastikschaalen (31×21 cm, 4 cm hoch), in welche etwa $\frac{3}{4}$ Liter Farbstoff (Resoblau) gefüllt wird. Die Schnitte werden zu Serien von je 10 in rechteckigen Tassen aus perforiertem Aluminiumblech in den Farbstoff eingebracht (Abb. 4 und 5). Die Rückwand dieser Blechbehälter (20×11,5 cm), die etwas höher ist als die Vorder- und die Seitenwände, dient als Griff und trägt eine Federklemme für den Abrißstreifen mit den vorgedruckten Partie- und Gruppennummern (z. B. 1510, 1—10); dieser Abriß, auf dem auch die Zeit des Einstellens in

die Farbstofflösung vermerkt werden kann, wandert vom Färbebehälter mit den Schnitten ans Mikroskop.

Jede Farbstoffschale faßt drei Aluminium-Färbebehälter; der jüngst eingestellte befindet sich stets an der distalen Seite der Schale, die früher eingestellten werden jeweils nach vorne geschoben. Nach beendeter Färbung wird der Blechbehälter aus dem Farbstoff genommen und auf einem Klappmechanismus aus starkem Aluminiumdraht (Konstruktion A. Auer, Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien) im vordersten Teil der Plastikschale zum Abtropfen des Farbstoffes abgestellt (Abb. 5).

Die beiden Drahtbügel (b) aus 3-mm-Aluminiumdraht, auf welchen die gelochten Färbebehälter zum Abtropfen gestellt werden, sind um den 5-mm-Aluminiumdraht (a) als Achse beweglich; die beiden Bügel werden beim Herausnehmen der Färbebehälter aus der Farbstofflösung angehoben

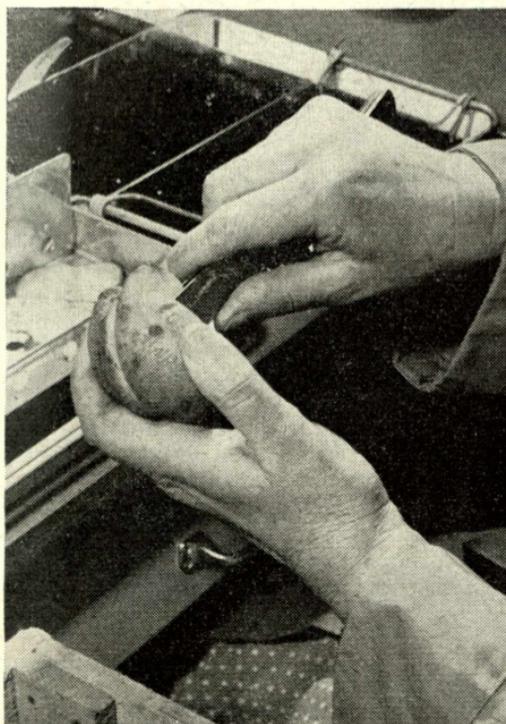


Abb. 4: Herstellung etwa 2 mm dicker Radialschnitte, die bis in die Knollenmitte reichen. Im Hintergrund: Farbstoffschalen mit Resoblau und Färbetassen mit Schnitten.

und geben so den Weg für diese Behälter frei, fallen dann durch ihr Gewicht wieder in die horizontale Normallage zurück und werden in dieser Lage durch die als Widerlager (an der Schalenwand) fungierenden etwa

rechtwinkelig abgelenkten Drahtenden (w) in dieser Lage fixiert, so daß sie die Färbebehälter mit den Schnitten zu tragen in der Lage sind.

In jeder Farbstoffschale kann gleichzeitig mit drei Aluminium-Färbebehältern gefärbt werden; ein weiterer kann zum Abtropfen der gefärbten

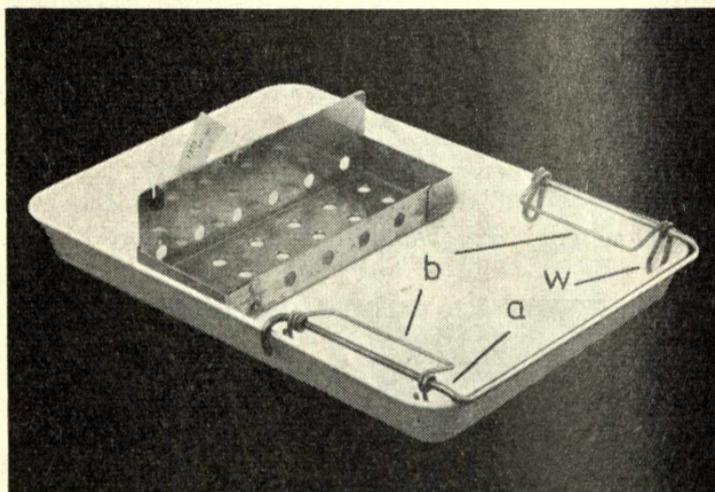


Abb. 5: Plastik-Farbstoffschale (ohne Farbstoff). Am vorderen Teil der Schale Klappmechanismus (Abtropfeinrichtung) zum Abstellen der aus der Farbstofflösung genommenen, die Schnitte enthaltenden Färbebehälter (aus perforiertem Aluminiumblech); ein leerer Färbebehälter im rückwärtigen Teil der Färbeschale. b = Bügel (aus 3-mm-Aluminiumdraht), auf welche die Färbebehälter nach dem Färben der Schnitte zum Abtropfen aufgesetzt werden. w = als Widerlager ausgebildete Enden des 3-mm-Drahtes. a = Achse (aus 5-mm-Draht) für die aus 3-mm-Draht bestehenden beweglichen Teile (Bügel und Widerlager) des Klappmechanismus.

Schnitte auf dem Klappmechanismus aufgestellt sein. Pro Mikroskop werden zwei Plastik-Farbstoffschalen und maximal acht Aluminium-Färbebehälter benötigt.

Die gefärbten Schnitte werden zum Mikroskopieren zu je 10 in durchsichtige Plastikschalen (Abb. 6) umgebettet.

Da die zeitgerechte Durchführung des Igel-Lange-Testes durch Einsatz von zwei und zeitweise drei Mikroskopen bewältigt werden konnte, wurde von der Durchführung der Färbung durch eine eigene Arbeitskraft Abstand genommen (vergleiche Bérce und Keller 1966); es arbeiten vielmehr je eine Kraft am Mikroskop und eine zweite, die das Schneiden und Färben besorgt, zusammen; durch diese Arbeitseinteilung wird auch den Notwendigkeiten entsprochen, die sich aus der differenzierten Arbeit nach gestuftem Stichprobenplan (50 bzw. 50 oder 100 Schnitte) ergeben.

e) Mikroskopische Einrichtung (Abb. 6)

Vergleichende Untersuchungen mit Serien von gefärbten Schnitten zuerst bei schwächerer und anschließend bei stärkerer Vergrößerung ergaben, daß nicht nur eine etwa 20fache Vergrößerung brauchbar ist, sondern daß für die Kontrolle der Schnitte bereits eine 12,5fache Vergrößerung genügt, vorausgesetzt, daß es im Bedarfsfall möglich ist, rasch auf etwa die doppelte Vergrößerung überzugehen, was bei dem gewählten Leitz-Stereomikroskop durch kurzes Drehen eines Bedienungsknopfes geschieht.

Bei Kombination des 1fach vergrößernden Objektivpaares mit dem 12,5fach vergrößernden Okularpaar ist das überblickbare Objektfeld



Abb. 6: Mikroskopische Untersuchung etwa 2 mm dicker gefärbter Radialschnitte im Durchlicht. Leitz-Stereomikroskop. Monla-Lampe mit Niedervoltbirne. Durchsichtige Plastiktassen (24×15 cm) für je 10 Schnitte. Der Objektisch des Mikroskopes ist ersetzt durch eine 24×22 cm große Aluminiumplatte mit kreisförmiger Durchtrittsöffnung für das Licht und Ausnehmung am Rand für Lichtutritt zum Spiegel.

18 mm groß, bei 25facher Vergrößerung (mit dem 2mal vergrößernden Objektiv), die nur zur Prüfung einzelner „verdächtiger“ Stellen verwendet wird, hat das Objektfeld einen Durchmesser von 9 mm.

Da die zur Testung am Mikroskop ständig eingesetzten, seit Jahren erprobten Kräfte nach vergleichenden Prüfungen mit dem ausgewählten Instrument der Untersuchung im Durchlicht den Vorzug gaben, an anderen Teststationen aber vielfach im Auflicht gearbeitet wird, wurde eine Einrichtung gewählt, die eine serienmäßige Untersuchung nach Wahl entweder im Auflicht oder im Durchlicht gestattet. Die Auflichtbetrachtung der mit Resoblau gefärbten Schnitte bietet den Vorteil eines deutlichen Kontrastes der hellblauen Kalloseeinschläge in den Siebröhren gegenüber dem übrigen gelblich erscheinenden Knollengewebe. Der Nachteil der Verwendung von Auflicht liegt in den störenden Reflexlichtern, die sich jedoch durch Auftropfen oder Aufsprühen von Wasser auf die ohne Deckglas zu prüfenden Schnitte beträchtlich mindern lassen.

Bei Betrachtung im Durchlicht heben sich die Kallosepfropfen zwar nicht so auffallend vom umgebenden Gewebe ab wie im Auflicht, sind aber gut zu erkennen; das Bild ist ruhiger als im Auflicht.

Für die mikroskopische Kontrolle von 2 bis 2,5 mm dicken Schnitten aus Kartoffelknollen im Durchlicht ist eine beträchtliche Lichtstärke nötig, was an sich kein Problem bedeutet. Die Schwierigkeit liegt in der Vermeidung jener Helligkeitskontraste, die sich aus der notwendigen hohen Lichtintensität ergeben: Während das etwa 2 mm dicke Gewebe das eindringende Licht wesentlich abdämpft, kann die Lichtintensität im Blickfeld neben den Schnitten so hoch sein, daß beim Prüfen der Randpartien der Schnitte sowie beim Übergang von einem Schnitt zum anderen, Blendung des Mikroskopierenden eintritt. Von vier Mikroskop-Typen erwies sich lediglich das Stereomikroskop der Fa. Leitz, das mit einem matten Spiegel und einem Mattglasfilter ausgerüstet ist, brauchbar; jede Blendung wird vermieden, dennoch ist die Durchleuchtung der 2,5 mm dicken Schnitte sehr gut. Als Lichtquelle wird eine Monla-Lampe mit Niedervoltglühbirne verwendet.

Für die mikroskopische Prüfung von je 10 gefärbten Schnitten findet ein Tablett aus durchsichtigem Plastikmaterial mit 20×11,5 cm Grundfläche Verwendung (Außenmaße samt schrägem Rand: 24×15 cm, 18 mm hoch).

Um mit diesem Tablett hantieren zu können, war es notwendig, den normalen (abschraubbaren) Objektisch durch eine 24×22 cm große Metallplatte mit runder Öffnung für den Lichtdurchtritt zu ersetzen.

f) Vergleich der Methoden

Soweit im Auflicht gearbeitet wird und Stereomikroskope mit entsprechend weit ausladendem Fuß oder Hängegeräte zur Verfügung stehen, bietet die Verwendung von Gitterschalen nach Bérces und Keller,

die 50 Schnitte fassen, zweifellos Vorteile, vor allem durch den Fortfall des Umlegens der Schnitte und durch die Arbeit in großer Serie. Im übrigen ist mit dieser Methode eine Anwendung des beschriebenen Stichprobenplans nicht ausgeschlossen, indem auf der ersten Gitterschale nur 30 Schnitte an das Mikroskop geliefert werden und die nächsten 20 erst später hergestellt werden. Es ist jedoch auch möglich, bei Anlieferung von 50 Schnitten gegebenenfalls nur 30 zu prüfen.

Andererseits ist auch mit der an der Teststation Wien geschaffenen Einrichtung für Durchlichtmikroskopie von je 10 Schnitten die Anlieferung größerer Serien durchführbar. Obwohl die durchsichtigen Mikroskopier-tabletts das Auflegen von nur 15 Schnitten ermöglichen, können bis zu 30 Schnitte angeliefert werden, welche dabei zum Teil übereinander am Rand liegen; die am Mikroskop tätige Arbeitskraft müßte sich allerdings die zweite und dritte Serie von 10 Knollen selbst zum Mikroskopieren auflegen.

Selbstverständlich kann mit der geschaffenen Einrichtung jederzeit auch eine Kontrolle der Schnitte im Auflicht erfolgen: die Niedervolt-Mikroskopierlampe braucht lediglich am Stativ höher gestellt werden.

Übrigens kann der optische Teil des Leitz-Stereomikroskopes wahlweise mit dem normalen Stativ für Auf- und Durchlicht oder mit einem Säulenstativ kombiniert werden. Mit dem Säulenstativ US II der Firma Leitz erzielt man eine horizontale Ausladung bis 400 mm, so daß auch die Gitterschalen von Bércecs und Keller für die Untersuchung im Auflicht verwendet werden können.

Die durchgeführten Veränderungen haben sich jedenfalls bewährt, indem mit der gewählten Untersuchung von Zehnerserien im Durchlicht die Testung von über 1500 Herkünften der Ernte 1966 zeitgerecht für den Herbstverkauf durchgeführt werden konnte.

Zusammenfassung

Eine Einrichtung zur serienmäßigen Durchführung des Kallosetestes (Igel-Lange-Testes) an Kartoffelknollen wird beschrieben, welche auf die Anwendung eines gestuften Stichprobenplanes abgestellt ist und die wahlweise Arbeit im Auflicht oder Durchlicht unter Verwendung etwa 2 mm dicker Schnitte ermöglicht. Die Untersuchung erfolgt bei 12,5facher Vergrößerung; zur fallweisen Überprüfung wird mit 25facher Vergrößerung gearbeitet.

Das verwendete Doppelmesser erlaubt die Herstellung von 25 mm dicken Radial- und Tangentialschnitten und kann nach Auseinanderklappen der im Griff verschraubten und nur an der Spitze durch eine Niete verbundenen Klingen normal geschliffen werden.

Summary

The method of testing seed potatoes by means of the callose (Igel-Lange) - test.

Equipment for testing sections from potato tubers stained with resoblu for the detection of leaf roll infections in seed potatoes is described. The procedure is adapted to work on the basis of double or triple sampling plans. Microscopic examination by means of a Leitz stereo-microscope can be done in incident light or in transmitted light with series of 10 sections at a low magnification ($\times 12.5$); for special examinations a higher magnification ($\times 25$) is used. The comparatively small object stage of the stereo-microscope is replaced by a metal plate (24×22 cm), so that the use of transparent plastic trays (24×15 cm) for the examination of 10 sections is possible.

With a two-blade-knife tangential as well as radial sections about 25 mm thick are cut through the whole or through part of the tuber. The blades are screwed together in the handle of this special knife and their points are connected by a rivet. This makes it possible to sharpen the blades in the usual manner. A wedge-shaped piece between the points of the blades provides stability and, acting as small blade, facilitates the cutting of slices reaching only to a certain depth of the tuber.

Literatur

- Arenz, B. und W. Hunnius (1963): Erfahrungen mit dem Igel-Lange-Test in der Serienarbeit. Bayerisches Landwirtschaftl. Jahrb. **40**, 122—136.
- Bérces, S. und E. R. Keller (1966): Über Arbeitsmethodik und Erfahrungen mit dem Igel-Lange-Test. Mitt. Schweizer. Landwirtschaft **14**, 166—172.
- Münster, J. und P. Cornu (1962): Le contrôle de l'état sanitaire des plants de pomme de terre après récolte par les tests Igel-Lange et A6-germe. Agriculture romande **1**, Ser. A, 65—67.
- Wenzl, H. und W. Zislavsky (1958): Stichprobenpläne für die Testung von Kartoffelsaatgut. Pflanzenschutzberichte **21**, 71—94.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien)

Untersuchung der Widerstandsfähigkeit des österreichischen Winterweizensortimentes gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa* Kühn)

Von Bruno Z w a t z

1. Einleitung und gegenwärtiger Stand des Problems

Über das Auftreten des Zwergsteinbrandes wurde in Österreich im Jahre 1951 erstmals berichtet (Pichler 1951). Diesem Bericht zufolge trat damals diese Krankheit in Oberösterreich, Steiermark und Kärnten auf. Seither hat sie in Österreich an Aktualität gewonnen (Pichler 1954, Z w a t z 1962, 1963, 1965 a und b, 1966) und tritt alljährlich gebietsweise in fast allen Bundesländern in wechselnder Stärke auf (Glaeser 1967).

In verschiedenen Befallsgebieten ist der durch diese Krankheit verursachte Schaden so gravierend, daß die Landwirte lieber auf die Winterweizensaatgutproduktion verzichten und auf Sommerweizenanbau ausweichen, als das Risiko einer eventuellen Feldaberkennung (1 Zwergsteinbrandähre im Anerkennungsbereich — etwa 80 m Länge, 1'80 m Breite) oder die hohen Bekämpfungskosten auf sich zu nehmen (Z w a t z 1964, 1965c).

Aus den dargelegten Gründen wurde die Notwendigkeit der genauen Kenntnis der gegenüber Zwergsteinbrand vorliegenden Anfälligkeitseigenschaften aller in Österreich zum Anbau gelangenden Winterweizensorten besonders unterstrichen. Andererseits konnte allerdings in verschiedenen, meist der Ertragsprüfung dienenden Winterweizensortenversuchen, in denen Zwergsteinbrand zufolge natürlicher Bodenverseuchung auftrat, auf Grund von Befallsschätzungen keine differenzierte Befallsgraduierung innerhalb der einzelnen Sorten festgestellt werden. Eine exakte Beantwortung der gestellten Frage konnte daher nur durch eigens angelegte Versuche erzielt werden. Verschiedene amerikanische Sorten weisen Resistenz gegen Zwergsteinbrand auf (Kendrick and Hoffmann 1963). Die Einführung solcher Sorten scheint aber auf Grund ausländischer Erfahrungen nicht sehr aus-

sichtsreich zu sein; ebenso scheinen sie auch als Kreuzungspartner nicht zu entsprechen (Wagner 1957, 1961, Warmbrunn 1959, 1961, 1966, Schuhmann 1961, 1966).

Grundlage für jede Züchtungsarbeit mit dem Ziele, zwergsteinbrandresistente Sorten zu schaffen, ist die Kenntnis der Anfälligkeitseigenschaften der bei uns zum Anbau gelangenden Winterweizensorten. Die züchterische Bearbeitung dieses Krankheitsproblems wird jedoch durch das Vorkommen physiologischer Rassen erschwert (Kendrick und Hoffmann 1963, Schuhmann 1962 und 1966). Die Möglichkeit des Vorkommens physiologischer Rassen wurde in unseren Versuchen zwar berücksichtigt (es wurde ein Vermischen des für die künstliche Infektion aus verschiedenen Gebieten stammenden Sporenmateriale vermieden — eine gültige Schlussfolgerung werden jedoch erst weitere Versuchsergebnisse gestatten), für die erste Auswertung jedoch zunächst die Versuche aus verschiedenen Orten mit verschiedenen Zwergsteinbrandherkünften zusammengefaßt.

Ferner hat die Kenntnis der Anfälligkeitseigenschaften darüber hinaus, vor allem bei Vorliegen von Anfälligkeitsunterschieden, auch rein praktische, für den Landwirt gleich ausnutzbare Bedeutung: Es können die weniger anfälligen Sorten zum Anbau vorgezogen werden.

Die Bundesanstalt für Pflanzenschutz hat daher im Jahre 1963 aus den dargelegten Gründen mit der Prüfung der in Österreich zum Anbau gelangenden Winterweizensorten und der in Prüfung stehenden Zuchtstämme begonnen. Nunmehr liegen dreijährige Versuchsergebnisse vor.

2. Eigene Versuche

Um möglichst rasch zu einem sicheren Ergebnis zu gelangen, hatten wir zunächst die Absicht, während mehrerer Jahre an 3 bis 4, in Zwergsteinbrandgebieten gelegenen Versuchsstellen die notwendigen Sortenversuche bei zusätzlicher künstlicher Infektion durchzuführen. Da die Bundesanstalt für Pflanzenschutz nicht über geeignete Versuchsstellen verfügt, konnten wir zunächst hierfür nur die Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien gewinnen, die uns in Hörzendorf, Kärnten, eine entsprechende Versuchsfläche zur Verfügung stellte*). In den Jahren 1965 und 1966 erzielten wir aus noch darzulegenden Gründen nur an unserer Versuchsstelle in Petzenkirchen Versuchsergebnisse.

*) Für die freundliche Überlassung der Versuchsfläche und die großzügige Unterstützung, die uns auch bei allen weiteren Versuchen gewährt wurde, sei der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung auch an dieser Stelle bestens gedankt.

2,1) Versuch in Hörzendorf, Kärnten, 1963/64

2,11) *Versuchsstelle:*

Seehöhe: 490 m.

Klima: Feuchtwarm (baltisch-mediterraner Bereich), durchschnittliche Dauer der Schneedecke 75 bis 100 Tage (Hydrographischer Dienst in Österreich, Wien 1962)

2,12) *Versuchsdaten:*

Anbauermin: 10. Oktober 1963.

Sortenzahl: 29.

Versuchsfläche pro Sorte: 1'5 m² große Parzellen mit 3 Wiederholungen.

Verseuchung: Die Versuchsfläche wies natürliche Verseuchung auf (Zwergsteinbrandbefallsgebiet); zusätzlich wurde am Tage der Saat eine künstliche Infektion durchgeführt, und zwar mit 0'5 Gramm Brandsporen pro Parzelle (das sind 0'34 Gramm Sporen pro Quadratmeter); Applikation der unmittelbar vorher bereiteten Brandsporensuspension mittels einer Handspritze.

2,13) *Versuchsergebnis:*

Gesamtsortenmittelwert (% kranker Ähren pro Parzelle): 9'39%.

Niedrigster Sortenmittelwert (Sorte ‚Bezostaja‘): 1'06%.

Höchster Sortenmittelwert (Sorte ‚Probstdorfer Garant‘): 21'51%.

Befallsklassen*):

I (= mindestens GD 5% unter dem Gesamtsortenmittelwert): 6 Sorten.

II/1 (= mindestens halbe GD 5% unter dem Gesamtsortenmittelwert): 6 Sorten.

II/2 (= ± halbe GD 5% um den Gesamtsortenmittelwert): 7 Sorten.

II/3 (= mindestens halbe GD 5% über dem Gesamtsortenmittelwert): 2 Sorten.

III (= mindestens GD 5% über dem Gesamtsortenmittelwert): 8 Sorten.

Aus diesem einjährigen Versuchsergebnis (Zusammenfassung der Versuchsergebnisse siehe unter 2,4) ist zu entnehmen, daß entgegen der vorher verbreiteten Meinung innerhalb des Winterweizensortimentes doch ein gewisser Anfälligkeitsunterschied gegenüber Zwergsteinbrand besteht.

Dieses Versuchsergebnis hat uns die Notwendigkeit einer Fortsetzung der Prüfung bestätigt. Wir legten daher an derselben Versuchsstelle sowohl im Herbst 1964 als auch im Herbst 1965 weitere Versuche an. Leider litten die Versuchsbestände in beiden Jahren so stark unter Schneeschimmelbefall, daß von einer Auswertung abgesehen werden mußte.

*) Die Errechnung erfolgte nach der Varianzanalyse; zwecks Ausschaltung der statistisch bedingten unterschiedlichen Genauigkeit der Prozentwerte wurden diese winkeltransformiert (S n e d e c o r 1948).

Wir hatten allerdings parallel zu den Versuchen in Hörzendorf, Kärnten, an unserer Versuchsstelle in Petzenkirchen, Niederösterreich, ebenfalls Versuche angelegt, die die nachfolgend dargestellten Ergebnisse erbrachten.

2,2) Versuch in Petzenkirchen, Niederösterreich, 1964/65

2,21) Versuchsstelle:

Seehöhe: 252 Meter.

Klima: Mittelfeucht, kühl (baltischer Bereich). durchschnittliche Dauer der Schneedecke 30 bis 40 Tage (Hydrographischer Dienst in Österreich, Wien 1962).

2,22) Versuchsdaten:

Anbauermin: 14. Oktober 1964.

Sortenzahl: 35.

Versuchsfläche pro Sorte: 2 m² große Parzellen mit 3 Wiederholungen.

Verseuchung: Da die Versuchsfläche keine natürliche Verseuchung durch Zwergsteinbrand aufwies (die Versuchsfläche liegt nicht im natürlichen Zwergsteinbrandbefallsgebiet — wir waren aber aus verschiedenen Gründen gezwungen, die Versuche auf unserer eigenen Versuchsstelle vorzunehmen), wurde eine starke künstliche Infektion mit 0,72 Gramm Zwergsteinbrandsporen pro Quadratmeter vorgenommen. (Das Sporenmateriale wurde dankenswerterweise vom Pflanzenschutzreferat der Oberösterreichischen Landes-Landwirtschaftskammer in Oberösterreich gesammelt und uns zur Verfügung gestellt.)

Applikationsmethode siehe unter 2,12.

2,23) Versuchsergebnis:

Gesamtsortenmittelwert (% kranker Ähren pro Parzelle): 25,16%.

Niedrigster Sortenmittelwert (Sorte ‚Bezostaja‘): 13,06%.

Höchster Sortenmittelwert (Sorte ‚Loosd. Winterweizen‘): 46,66%.

Befallsklassen (Legende siehe unter 2,13):

I	6 Sorten
II/1	6 Sorten
II/2	12 Sorten
II/3	5 Sorten
III	6 Sorten

Aus dem Versuchsergebnis 1965 konnte wiederum eine unterschiedliche Anfälligkeit abgelesen werden. Auch in diesem Jahr zeichnete sich die Sorte ‚Bezostaja‘ durch den niedrigsten Verseuchungswert aus.

2,3) Versuch in Petzenkirchen, Niederösterreich, 1965/66

Da, wie oben erwähnt, der Versuch in Hörzendorf, 1965/66, zufolge starken Schneeschimmelbefalles nicht ausgewertet werden konnte, erhielten wir auch im Jahre 1966 nur in Petzenkirchen geeignete Versuchsergebnisse.

2,31) *Versuchsstelle*: siehe unter 2,21)

2,32) *Versuchsdaten*:

Anbauermin: 4. Oktober 1965.

Sortenzahl:

Versuchsfläche: 2 m² große Parzellen mit 3 Wiederholungen.

Verseuchung: Es wurde dieselbe Versuchsfläche wie im Jahre 1964/65 gewählt. Da jedoch im Rahmen der Versuchsauswertung sämtliche Zwergsteinbrandähren gesammelt wurden, konnte kaum mit einer bedeutenden natürlichen Verseuchung gerechnet werden. Wir haben daher wieder eine künstliche Infektion vorgenommen, und zwar mit 1 Gramm Zwergsteinbrandsporen pro Quadratmeter.

2,33) *Versuchsergebnis*:

Gesamtortenmittelwert (% kranker Ähren pro Parzelle): 13'01%.

Niedrigster Sortenmittelwert (Sorte ‚Christian‘): 4'24%.

Höchster Sortenmittelwert (Sorte ‚Favorit‘): 33'69%.

Befallsklassen (Legende siehe unter 2,13):

I	7 Sorten
II/1	8 Sorten
II/2	9 Sorten
II/3	6 Sorten
III	5 Sorten

Zum Versuchsergebnis ist zu bemerken, daß der mittlere Verseuchungswert (13'01%) relativ nieder war, obwohl die künstliche Infektion mit höherem Sporenaufwand durchgeführt wurde; dieser Tatbestand zeigt den von vielen Faktoren abhängigen, komplexen Charakter dieser Krankheit.

Ferner ist bemerkenswert, daß sich die in den Jahren 1963/64 und 1964/65 am widerstandsfähigsten erwiesene Sorte ‚Bezostaja‘ im Jahre 1965/66 eine über den Sortendurchschnitt liegende Verseuchung (14'55%, II/3) zeigte.

2,4) *Zusammenfassende Auswertung der dreijährigen Versuchsergebnisse*

Für die Gesamtauswertung der Anfälligkeit gegenüber Zwergsteinbrand konnten nur insgesamt 25 Sorten bzw. Zuchtstämme herangezogen werden, weil nicht sämtliche Sorten in allen drei Jahren zum Anbau zur Verfügung standen.

Die Errechnung des Versuchsergebnisses wurde nach *Mudra* (1958) vorgenommen*). Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

*) Für die Wahl der Auswertungsmethode sowie die gegebenen Anleitungen sei Herrn Dr. W. Zislavsky bestens gedankt.

Tabelle

2,41 Kontrollwerte und Befallsklassen

Sorten	% kranker Ähren pro Parzelle (Mittelwert)	Mittelwert/Sorte der winkel- transformierten Prozentwerte	Befalls- klassen*)
Bezostaja	9'56	16'49	I
Drauhofener Kolben	10'07	18'41	I
Christian	13'33	19'53	I
H 6111	12'33	19'59	I
Bartl	11'86	19'66	II/1
Loosdorfer Austro Bankut	12'33	20'01	II/1
Tassilo	11'85	20'38	II/1
Hubertusweizen	13'27	20'49	II/1
Record	14'12	20'87	II/2
Stamm 101	14'54	21'09	II/2
Verb. St. Johanner	14'49	21'14	II/2
Martin	12'94	21'30	II/2
Schweigers Taca	13'92	21'39	II/2
Dr. Lassers Dickkopf	14'47	21'66	II/2
Erla Kolben	13'82	21'69	II/2
Probus	15'18	21'92	II/2
Rinner Winterweizen	16'01	22'36	II/2
Triumph	16'33	23'31	II/3
Multibraun	15'46	23'65	II/3
Farmer	19'10	24'20	II/3
Admonter	18'48	25'45	III
Castor	19'50	25'86	III
Bruno	22'20	26'14	III
Stabil	14'80	26'86	III
Probstdorfer Garant	22'08	27'88	III

($\bar{X} = 14'882$) ($\bar{X} = 22'053$)

2,42) Mittelwert und Streuung:

Gesamtsortenmittelwert	$(\bar{X}) =$	22'053
Mittlerer Fehler des Gesamtsortenmittelwertes	$[s\bar{X}(G)] =$	0'262
Mittlerer Fehler eines einzelnen Sortenmittelwertes	$[s\bar{X}(S)] =$	1'310
Mittlerer Fehler der Differenz eines Sortenmittelwertes gegenüber dem Gesamtsortenmittelwert	$(s_d) =$	1'254
Differenz für eine Grenzwahrscheinlichkeit von 5%	$(GD_{5\%}) =$	2'458

*) Legende siehe unter 2,13)

2,43 Varianztabelle der zusammenfassenden Auswertung

	SQ	FG	MQ	F
Blocks	622,3010	6	103,7168	6,7130
Versuche (Jahre)	5556,1561	2	2778,0780	179,8106
Sorten	1662,1717	24	69,2571	4,4823
Versuche \times Sorten	2721,0058	48	56,6876	3,6691
Fehler	2224,8038	144	15,4500	
Gesamt	12786,4384	224		

Der F-Test gegen Fehler ergibt in allen Fällen hohe Signifikanz. Lediglich der Varianz der Sorten gegenüber der Wechselwirkung „Versuche \times Sorten“ fehlt die Signifikanz ($F = 1,22$). Auf Grund dieser Ergebnisse kann geschlossen werden, wie ja deutlich aus den Einzeljahresversuchsergebnissen hervorgeht, daß einerseits die Verseuchung von Jahr zu Jahr einer starken Schwankung unterworfen ist und andererseits die Reihung der einzelnen Sorten in verschiedenen Jahren nicht immer dieselbe sein wird.

3) Diskussion der Ergebnisse

Die Versuche wurden durchgeführt, um einen Überblick über die im österreichischen Winterweizensortiment gegenüber Zwergsteinbrand vorliegenden Anfälligkeits- bzw. Resistenzeigenschaften zu gewinnen.

Dabei ging es zunächst einmal nur um 2 Fragen:

1. Sind Sorten vorhanden, die als resistent bezeichnet werden können?
2. Sind Sorten vorhanden, die sich zumindest durch eine geringere Anfälligkeit auszeichnen, so daß sie in Zwergsteinbrandbefallsgebieten bevorzugt zum Anbau empfohlen werden können?

Wie das nun dreijährige Versuchsergebnis zeigt, ist die erste Frage mit „nein“ zu beantworten: Es hat sich keine Sorte herausgeschält, die als ausreichend resistent bezeichnet werden könnte. Zur zweiten Frage kann gesagt werden, daß einzelne Sorten bzw. Zuchtstämme in ihrer Anfälligkeit signifikant (GD 5%) unter dem Gesamtsortenmittel liegen. Das sind die Sorte ‚Bezostaja‘ und der Zuchtstamm ‚H 6111‘ (beide erlangen jedoch auf Grund anderer negativer Eigenschaften keine praktische Bedeutung) sowie die zur Zeit gebietsweise verbreiteten Sorten ‚Christian‘ (Züchtung der Saatzuchtwirtschaft Weinberg in Oberösterreich) und ‚Drauhofener Kolben‘ (Züchtung der Kärntner Saatbaugenossenschaft).

Bei Betrachtung bzw. Vergleich der jeweiligen Einzeljahresversuchsergebnisse ist zu bemerken, daß die durchschnittlichen Befallswerte (Gesamtsortenmittelwerte) relativ stark schwanken. Ferner liegen einzelne Sorten in einem Jahr in Befallsklasse III und in einem anderen in Befallsklasse I (siehe auch unter 2,43 : F-Test). Dieser Umstand erschwert

naturgemäß die Beurteilung und ist geeignet, den Wert der gegebenen Aussagen zu mindern.

Wenn nun trotz der oben gemachten Einschränkung eine Reihung der Sorten vorgenommen wurde, so sei hervorgehoben, daß sich einige Sorten als weniger anfällig erwiesen haben. Soweit sie für die Praxis Bedeutung haben, seien sie nochmals genannt: ‚Drauhofener Kolben‘ (Befallsklassen I, II/1, I), ‚Christian‘ (II/1, II/3, I); aus der Befallsklasse II/1 brachte die Sorte ‚Bartl‘ das ausgeglichene Ergebnis (II/1, I, II/2). Diese Sorten sind jedoch für den praktischen Anbau keineswegs ausreichend widerstandsfähig (die künstlichen Infektionen erbrachten über 10% Verseuchung, das sind etwa 40 Zwergsteinbrandpflanzen pro Quadratmeter). Sie können aber jedenfalls zum Anbau bevorzugt empfohlen werden. Besonders in Verbindung mit der Saatgutbehandlung mit dem nun anerkannten Beizmittel „Trockenbeize 4613“ dürfte diesen Sorten größere Bedeutung zukommen.

Eine Parallelität zwischen der Anfälligkeit der Sorten gegenüber dem gewöhnlichen Steinbrand und dem Zwergsteinbrand konnte nicht festgestellt werden.

Trotz der gefundenen Anfälligkeitsunterschiede erscheint es als noch verfrüht, die Sorten in das bei uns verwendete neungliedrige Bonitieringschema (1 = nicht anfällig, 9 = äußerst stark anfällig) einzuordnen. Es werden noch weitere Prüfungen notwendig sein, um die jeder Bonitierungsnote zukommende Bezugsgröße (Verseuchungsprozentsatz) festzulegen.

Die eine Möglichkeit der Niederhaltung der Krankheit, nämlich bevorzugter Anbau der weniger anfälligen Sorten in Verbindung mit der Saatgutbehandlung, wurde bereits aufgezeigt. Auf weitere Möglichkeiten, z. B. Bodenbehandlung mit einem Hexachlorbenzolpräparat, weitgestellte Fruchtfolge, rigorose Feld- und Saatgutenerkennung, sei ebenfalls hingewiesen. Der Anbau vollresistenter Sorten wäre wohl die angenehmste Lösung im Kampf gegen den Zwergsteinbrand. In Anbetracht der Schwierigkeiten, die sich einer derartigen Resistenzzüchtung entgegenstellen, ist zumindest in absehbarer Zeit kaum zu erwarten, daß die Züchtung einer derartigen österreichischen Sorte gelingen werde. Auch die diesbezüglichen Berichte aus dem Ausland stellen eher eine negative Prognose dar. Die derzeit bekannten resistenten amerikanischen Sorten scheinen auf Grund anderer ungenügender Eigenschaften kaum Aussicht auf Anbauwürdigkeit zu bieten. Auch der Einkreuzung solcher Sorten werden nur geringe Erfolgchancen zugesprochen (W a r m b r u n n 1959).

Zur Untermauerung bzw. Überprüfung der Reproduzierbarkeit der erzielten Ergebnisse wird es notwendig sein, die Versuche zumindest in ähnlichem Umfang weiterzuführen. Sie werden so angelegt, daß die Möglichkeit offenbleibt, auf eventuelle Pathogenitätsunterschiede der Zwergsteinbrandherkünfte schließen zu können.

4) Zusammenfassung

- 4,1) Über das Auftreten des Zwergsteinbrandes (*Tilletia controversa* Kühn) in Österreich wurde im Jahre 1951 erstmals berichtet. Seither hat die Bedeutung dieser Krankheit zugenommen.
- 4,2) Die hohen Bekämpfungskosten (Bodenbehandlung) sowie das große Risiko, das der Saatgutproduktion durch diese Krankheit auferlegt wird, haben die Notwendigkeit der Prüfung der Anfälligkeit des österreichischen Winterweizensortimentes unterstrichen.
- 4,3) Auf Grund der nun vorliegenden dreijährigen Versuchsergebnisse kann festgestellt werden, daß keine Sorte ausreichende Resistenzeigenschaften aufweist.
- 4,4) Andererseits haben einige Sorten geringere Anfälligkeit gezeigt. Von den praktische Bedeutung zukommenden Sorten werden folgende genannt: ‚Drauhofener Kolben‘ und ‚Christian‘.
- 4,5) Es wird die Empfehlung ausgesprochen, den Anbau weniger allfälliger Sorten mit der Saatgutbehandlung unter Verwendung des Beizmittels „Trockenbeize 4613“ zu verbinden.
- 4,6) Die Notwendigkeit der Weiterführung der Versuche wird begründet.

Summary

- 4,1) In 1951 it had been reported for the first time about the incidence of dwarf bunt (*Tilletia controversa* Kühn) in Austria. Up to now the importance of this disease has increased.
- 4,2) Because of the high expenses for control measures (soil treatment) and the great risk which is existing for seed production it is extraordinarily necessary to prove the susceptibility of the Austrian winter wheat assortment.
- 4,3) Results achieved by investigations carried out for three years are showing that not any variety possesses sufficient resistance properties.
- 4,4) On the other hand some varieties have shown smaller susceptibility. So the varieties ‚Drauhofener Kolben‘ and ‚Christian‘ are mentioned as varieties of practical importance.
- 4,5) It is recommended to sow varieties of smaller susceptibility in connection with seed-treatment by use of the seed-dressing „Trockenbeize 4613“.
- 4,6) Reasons are given for the necessity of continuing these investigations.

5) Literatur

- Glaeser, G. (1967): Das Auftreten wichtiger Schadensursachen an Kulturpflanzen in Österreich im Jahre 1966. Pflanzenschutz-Berichte, XXXV, 17—34 (siehe auch die gleichlautenden Veröffentlichungen in den vorhergehenden Jahren).
- Hydrographischer Dienst in Österreich (1962): Der Schnee in Österreich im Zeitraum 1901—1950. Beiträge zur Hydrographie Österreichs im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Kendrick, E. L. and Hoffmann, J. A. (1965): Reactions of Wheat Varieties and Selections to pathogenic Races of *Tilletia controversa*. The Plant Disease Reporter, 47, 736—738.
- Mudra, A. (1958): Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin und Hamburg.
- Pichler, F. (1951): Zwergsteinbrand auch in Österreich. Der Pflanzenarzt, 4, Nr. 11, 4.
- Pichler, F. (1954): Über den Zwergsteinbrand. Der Pflanzenarzt, 7, Nr. 9, 3.
- Schuhmann, G. (1961): Stand der Untersuchungen über das Resistenzverhalten von Weizensorten gegen Zwergsteinbrand. Bayer. Landw. Jahrbuch, 38, 994—995.
- Schuhmann, G. (1962): *Tilletia controversa* Kühn. In: Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3. Bd., 6. Aufl., 4. Liefg. Basidiomycetes, Berlin und Hamburg, 489—503.
- Schuhmann, G. (1966): Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung von *Tilletia caries* (DC.) Tul. und *Tilletia controversa* Kühn in Deutschland und das Resistenzverhalten von Weizensorten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin — Dahlem, 117, 95 Seiten.
- Snedecor, G. W. (1948): Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. Iowa State College Press, Ames Iowa, 1948, Fourth Edition.
- Wagner, F. (1957): Ergebnisse vergleichender Weizensortenprüfungen auf Widerstandsfähigkeit gegen Stein- und Zwergsteinbrand. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 34, 2. Sonderheft, 15—17.
- Wagner, F. (1961): Stand der Untersuchungen über das Resistenzverhalten von Weizensorten gegen Zwergsteinbrand. b) Ergebnisse in Bayern. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 38, 1008.
- Warmbrunn, K. (1959): Prüfung des deutschen Weizensortimentes auf Widerstandsfähigkeit gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa* Kühn). Angewandte Botanik, 33, 1—9.

- W a r m b r u n n, K. (1961): Stand der Untersuchungen über das Resistenzverhalten von Weizensorten gegen Zwergsteinbrand. a) Ergebnisse in Württemberg. Bayer. Landw. Jahrbuch, **38**, 1006—1007.
- W a r m b r u n n, K. (1966): Sortenprüfung auf Zwergsteinbrandresistenz. Jahresberichte des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, **13** Jahrg. 1964, Braunschweig.
- Z w a t z, B. (1962): Der Zwergsteinbrand des Weizens und seine Bekämpfung. Der Pflanzenarzt, **15**, 115.
- Z w a t z, B. (1965): Zwergsteinbrand — Verhütung und Bekämpfung. Der Pflanzenarzt, **16**, 118—119.
- Z w a t z, B. (1964): Pflanzenschutzprobleme im Getreidebau. Bericht über die Arbeitstagung 1964 der „Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler“ im Rahmen der „Vereinigung österreichischer Saatzüchter“, Gumpenstein, 145—157.
- Z w a t z, B. (1965a): Pflanzenschutzprobleme im Getreidebau. Der Förderungsdienst, **13**, 157—160.
- Z w a t z, B. (1965b): Ohne Pflanzenschutz keine gesicherten Ernten. Der Kärntner Bauer, **122**, 982.
- Z w a t z, B. (1965c): Einjähriges Versuchsergebnis über die Anfälligkeit des österreichischen Winterweizensortimentes gegenüber Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa* Kühn). Der Pflanzenarzt, **18**, 27.
- Z w a t z, B. (1966): Sorgen wegen des Zwergsteinbrandes. Der fortschrittliche Landwirt, **44**, 276—277.

Referate

Kirchner (H. A.): **Grundriß der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes.** 178 Abb., 272 Seiten. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1967.

Wie im Titel zum Ausdruck kommt, bietet der vorliegende Band einen Grundriß der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes, wobei die Auswahl der behandelten Kulturpflanzen auf die Verhältnisse in der DDR abgestimmt ist. Das Schwergewicht der Darstellung liegt auf dem Gebiet des Feldbaues, doch sind auch Gemüse und Obst gebührend berücksichtigt. Marille (Aprikose), Wein, Tabak und Hopfen sowie Zierpflanzen wurden nicht einbezogen.

Das Buch ist in erster Linie als Lehrbuch für Studenten der Landwirtschaftswissenschaften gedacht sowie als Unterlage für Fachlehrer auf dem Gebiet der Landwirtschaft.

Im allgemeinen Teil, der etwa ein Viertel der gesamten Darstellung umfaßt, wird nach einer kurzen einleitenden Übersicht über die Geschichte der Phytopathologie und die Entwicklung und wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes ein Überblick über die Krankheits- und Schadensursachen gegeben. Es folgt eine Besprechung der Krankheitssymptome und eine relativ eingehende Darstellung der Pflanzenschutzmaßnahmen, der Pflanzenschutzmittel und der einschlägigen technischen Verfahren sowie der biologischen Schädlingsbekämpfung. Die Abschnitte über Organisation des Pflanzenschutzes und über die wichtigsten Gesetze und Anordnungen auf diesem Gebiet berücksichtigen die Gegebenheiten in der DDR.

Die einzelnen Kapitel des speziellen Teiles, der nach Kulturpflanzen gegliedert ist, beginnen mit einem Bestimmungsschlüssel für die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge auf Grund des Krankheitsbildes bzw. der Beschreibung der entsprechenden tierischen Schädlinge. In Darstellungen von je einer halben bis einer ganzen Seite werden Schadbild, Bedeutung, Schadenserreger und Bekämpfungsmaßnahmen besprochen; soweit chemische Bekämpfungsmittel in Betracht kommen, werden Wirkstoffe bzw. Wirkstoffgruppen genannt, keine Markenpräparate. Eine relativ große Zahl (178) photographischer Abbildungen sollen Krankheitsbild und Schadenserreger veranschaulichen. Die Wiedergabe der Bilder erfolgt auf ausgezeichnetem Papier, was im Hinblick auf den ostdeutschen Verlag besonders hervorgehoben sei.

In der Literaturübersicht sind zahlreiche einschlägige deutschsprachige Fachbücher angeführt, daneben auch noch einige Spezialliteratur. Ein 13 Seiten (zweispaltig) umfassendes Sachregister beschließt den Band. Hervorgehoben sei, daß Fremdwörter (Fachausdrücke) an Hand ihrer sprachlichen Wurzel erklärt werden.

Zu den das nähere Arbeitsgebiet des Referenten betreffenden Teilen der Darstellung sei vermerkt, daß der Gleichsetzung von Leichtem Mosaik mit X-Virus, Schwerem Mosaik-Rauhmosaik mit A-Virus, zum Teil in Kombination mit X-Virus, und Strichelkrankheit mit Y-Virus, nicht beige-pflichtet werden kann; die Verhältnisse liegen denn doch differenzierter. Die Empfehlung, Knollen mit Pulverschorf zur Vermeidung von Lagerverlusten durch Sekundärinfektionen noch im Herbst zu dämpfen und zu silieren, kann wohl nur aus der überaus strengen offiziellen Einschätzung des Pulverschorfes in der DDR verstanden werden, wenngleich

es zutrifft, daß Befall durch diese Schorfart zu Fäulnis am Lager führen kann.

Da die vorliegende Neuerscheinung in Zweck, Umfang und Art der Darstellung an den „Braun-Riehm“ (Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen) erinnert, drängt sich ein Vergleich der beiden Werke auf. Selbstverständlich ist der „Braun-Riehm“, der 1957 in letzter Auflage erschien, bei der rasanten Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes teilweise veraltet. Was aber schon beim Durchblättern auffällt, ist die ungleich bessere Qualität der Abbildungen in dem vor 10 Jahren erschienenen Buch. Eine größere Zahl von Photos in der neuerschiedenen Darstellung von Kirchner sagt auch dem Fachmann, der die Krankheitsbilder genau kennt, nicht das geringste. Niemand kann z. B. in der Abbildung auf Seite 43 einen Blitzschlag in einen Kartoffelbestand erkennen — der Referent hatte wiederholt Gelegenheit, solche Fälle zu sehen — und ebensowenig kommt man auf die Idee, daß auf Seite 124 die Vergilbungskrankheit der Rübe dargestellt wird: zwei Beispiele für viele. Nur ein kleiner Teil der Abbildungen von Krankheitserscheinungen sowie die Mehrzahl der mikroskopischen Bilder parasitischer Pilze kann als sehr gut bezeichnet werden. Gerade bei Werken, die Studienbehelfe sein sollen, sind die besten Abbildungen gerade gut genug. Wer die Schwierigkeiten kennt, Krankheiten an Hand guter Bilder zu diagnostizieren, weiß auch, daß unpräzise Darstellungen der Phantasie freien Lauf lassen. Daher: besser keine als schlechte Bilder!

Auch die Auswahl der Abbildungen läßt zu wünschen übrig: Während z. B. Leichtes Mosaik, Schweres Mosaik und Strichelkrankheit der Kartoffel durch drei einander etwas ähnliche Photos dargestellt werden, fehlt die Wiedergabe der Blattrollkrankheit.

Die Charakterisierung des Werkes seitens des Verlages auf dem Buchumschlag endet mit dem Hinweis: „Das Buch hat seiner Anlage nach gute Aussichten, sich zu einem anerkannten Hochschullehrbuch zu entwickeln.“ Diese Hoffnung kann bei kommenden Auflagen — zumindest aus der Sicht des Auslandes — nur dann in Erfüllung gehen, wenn vor allem das beigegebene Bildmaterial radikal erneuert und verbessert wird.

H. Wenzl

Molekular-Biologie. Bausteine des Lebendigen. Herausgegeben von Theodor Wieland und G. Pfeleiderer. Vorwort von Nobelpreisträger Prof. Max Ferdinand Perutz. Umschau Verlag, Frankfurt, 1967. 192 Seiten, zahlreiche, teilweise mehrfarbige Zeichnungen und Tabellen. brosch. DM 19'80.

Ob wir die Molekular-Biologie, wie M. F. Perutz im Vorwort dieses Buches, als „neue Wissenschaft“ oder mit H. Tuppy als „interdisziplinäres Bemühen“ um die Erforschung von Lebensvorgängen auf Grund molekularstruktureller Erkenntnisse bezeichnen, so steht fest, daß sich das Schwergewicht der chemischen Erforschung lebender Systeme, die Aufgabe der Biochemie war und ist, immer mehr in den molekularen Bereich verlagert und daher der neu geprägte Begriff „Molekular-Biologie“ besser der chemisch-physikalischen Denkweise entspricht, die heute die Erforschung biologischer Vorgänge beherrscht. Ihr Ziel ist vor allem die Aufdeckung kausaler Zusammenhänge zwischen biologischen Vorgängen und Veränderungen der Moleküle. Die stoffliche Natur und Wirkung der Erbfaktoren, Ablauf der biologischen Eiweißsynthese, die Funktion der Enzyme und Hormone sind Schwerpunkte der molekularbiologischen Forschung. Das vorliegende Buch stellt eine Sammlung von

Abhandlungen über solche Schwerpunktsprobleme dar. G. Siebert behandelt die subzellulären Strukturen und ihre biologischen Faktoren. Ebenso wie die verschiedenen Körperfunktionen vielzelliger Lebewesen nach dem Prinzip der Arbeitsteilung auf die entsprechenden Organe aufgeteilt sind, ist dieses Prinzip auch innerhalb jeder einzelnen Zelle verwirklicht. Intrazelluläre Arbeitsteilungen betreffen Funktionen, wie z. B. Energiegewinnung, Stofftransport, Proteinbiosynthese. An Beispielen im Tierreich verbreiteter Strukturelemente der Zelle werden deren Funktionen und die biochemischen Möglichkeiten der Untersuchung von Zellpartikeln erläutert. Der gleiche Autor beschreibt im nächsten Abschnitt die biochemischen Leistungen des größten Strukturelementes der Zelle, des Zellkerns. Methoden der Isolierung und der Zusammensetzung des Zellkerns, seine genetischen Funktionen bilden den Gegenstand dieser Abhandlung. Wohl das faszinierendste Kapitel der Molekularbiologie wurde mit der Klärung der chemischen Natur der Erbsubstanzen durch Avery und Mitarbeiter, 1944, und Hershey und Chase, 1952, geschrieben. Es steht heute fest, daß die Desoxyribonucleinsäure (DNS) bei allen Organismen das Erbgut darstellt. Ihre Struktur und Funktionen finden in einem mit vier sehr anschaulichen, schematischen Darstellungen ausgestatteten Abschnitt (K. Weber) eine prägnante, verständliche Besprechung. Eine Einführung in die Sprache der Molekularbiologie bildet das von H. G. Wittmann und H. Jockusch bearbeitete Kapitel „Der genetische Code“, in dem vor allem der Mechanismus der Proteinsynthese veranschaulicht wird. Das Wesen des sogenannten Triplett-Code, das heißt, eines Code, in dem je drei Nucleotide eine Aminosäure bedeuten, wird an Hand von Beispielen erklärt.

Die Regulation der Proteinbiosynthese (K. Wallenfels und R. Weil), Antibiotika und Hormone (H. Dellweg), die Quartärstruktur von Proteinen (H. Sund) und Übereinheiten bei Enzymen (E. Schweizer) bilden den Inhalt der nächsten Kapitel. Den chemischen Vorgängen, die der Erhaltung des Lebens dienen, ist das von Th. Wieland und G. Pfeleiderer verfaßte Kapitel „Ein molekularbiologischer Kalender der Evolution?“ gewidmet. Ausgehend von der Photosynthese und den Leistungen der Biokatalysatoren werden Chemismus der Enzyme und Hormone, die Analytik der Proteine diskutiert. Ein Stammbaum der Lebewesen auf Grund der Aminosäure-Divergenzen zeigt die phylogenetischen Zusammenhänge am Beispiel der Zahl der Aminosäuresubstitutionen im Cytochrom c.

K. Heckmann interpretiert die Aufgaben der Zellmembranen für die Funktionen der Zelle als „offenes System“. Membranstrukturen, Transport und Stoffwechselphänomene werden erläutert. Der Komplex „Aufbau der Bakterienzellwand“ wird dem Leser durch H. Pelzer nähergebracht. G. Schramm vermittelt eine Skizze über die Biochemie der Viren und legt die Aufgaben und Ziele der Virusforschung dar. Den Abschluß bildet ein Abschnitt über Immunbiologie und -chemie von O. Günther.

Jedem Kapitel ist ein Literaturverzeichnis angeschlossen. Im Anhang wird eine Aminosäuren-Tabelle gebracht mit Angabe der gebräuchlichen 3-Buchstaben-Abkürzungen.

Mit Bewunderung stehen wir den schon bisher erarbeiteten, in dieser Neuerscheinung in sehr gelungener Zusammenschau vermittelten Erkenntnissen der Molekularbiologie gegenüber, die die Bahnbrecher dieser Wissenschaft in Bescheidenheit als kleinen Anfang der Erforschung des Chemismus des Lebens bezeichnen.

F. Beran

Sistrom (W. R.): Die Mikroorganismen. Aus der Serie „Moderne Biologie“, Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, 1966. 31 Abbildungen, 126 Seiten.

Lange Zeit war die Forschung auf dem Gebiete der Mikrobiologie durch die Kleinheit der Objekte gehemmt. In letzter Zeit ergaben jedoch die verbesserten Methoden der organischen Chemie ungeahnte Fortschritte in der Physiologie, und das Elektronenmikroskop sowie neue Methoden der Mikrotechnik ermöglichten Einzelheiten der Anatomie kennenzulernen, die dem Auflösungsvermögen des Lichtmikroskopes bisher verschlossen geblieben waren.

Trotz des enggesteckten Rahmens gelang es dem Autor, eine ausgezeichnete Einführung in das Gebiet der Mikroorganismen zu geben. Die Gliederung in: Eigenart und Ausdehnung der Mikrobenwelt, das Reich der Protisten, die Bakterienzelle, der Energiestoffwechsel, Ernährung und Ökologie der Bakterien, Wachstum und Proteinsynthese, die genetischen Systeme der Protisten und Bakteriophagen und Viren, vermittelt anschaulich die Hauptprobleme dieses Zweiges der Biologie. Ein großer Anteil des Buches ist den Bakterien gewidmet, da gerade bei diesen große Fortschritte in der Forschung zu verzeichnen sind. Sehr ungeklärt sind jedoch immer noch einige Details der Genetik der Bakterien. Die Zygotenbildung, zu der es bei manchen Bakterien kommen soll, wobei keinerlei zytologischer Beweis für eine Meiose vorliegt, bedarf noch weiterer Untersuchungen.

W. Wittmann

Schnelle (F.): Frostschutz im Pflanzenbau. Bd. 2: Die Praxis der Frostschadensverhütung. — BLV-Verlagsges. München, Basel, Wien 1965. 604 S., 210 Abb. DM 140.—.

Wenn auch seit dem Erscheinen etwas verspätet, möchten wir doch nicht verabsäumen, auf den 2. Band des umfassenden Werkes „Frostschutz im Pflanzenbau“ hinzuweisen. Während der 1. Band dieses Werkes sich ausführlich mit den meteorologischen und biologischen Grundlagen der Frostschadensverhütung befaßte, ist in diesem 2. Band alles zusammengetragen, was nur irgendwie mit der praktischen Verwirklichung des Frostschutzes in Zusammenhang steht. So sind die beiden Werke durch ihren Untertitel: „Quellenwerk über den Nachtfrost, seine Entstehung, Vorhersage und Abwehr“ bereits trefflich charakterisiert.

Der 2. Band behandelt im Anschluß an die Thematik des 1. Bandes in seinen ersten Abschnitten die Möglichkeiten einer vorbeugenden Frostschadensverhütung sowohl durch klimatische Anpassung des Anbaues bzw. Standortes der Kulturen als auch durch Maßnahmen zur Behinderung von Kaltluftströmen, wobei den meteorologischen, biologischen und ökologischen Grundlagen besonderes Gewicht beigemessen wird. Als aktive Maßnahmen werden Bodenbedeckung, Bodenerwärmung, Schutzpflanzungen, Düngung, Austriebsverzögerung und anderes mehr behandelt. Weitaus den größten Raum nehmen natürlich die aktiven Frostbekämpfungsverfahren ein, wie Bedeckung, Strahlungsabschirmung, Lufttrübung, Bewindung, Beheizung und Beregnung sowie Kombinationen dieser Verfahren. In übersichtlicher und prägnanter Untergliederung der einzelnen Hauptabschnitte gelingt es dem Autor, praktisch eine erschöpfende und dem neuesten Stand der Forschung angepaßte Behandlung der verschiedenen Abwehrverfahren zu geben. Um Einzelheiten anzuführen: nach einem geschichtlichen Rückblick werden beispielsweise die Wirkungsweisen der Bedeckungsverfahren und die Eignung verschiedener Bedeckungsmaterialien zur Wärmedämmung und Strahlungsabschirmung an Hand zahlreicher, der Literatur entnommener

Beispiele und Abbildungen bis in Einzelheiten genau erläutert. In analoger Weise werden beim Räucherverfahren Versuche mit verschiedenen Räucher- und Nebelmitteln ausführlich behandelt, wobei zahlreiche Abbildungen und Diagramme für eine Lockerung des Stoffes sorgen. Das Kapitel Bewindung berichtet beispielsweise über Einflüsse der Leistung, der Propellerform, der Umdrehungszahl und Propellerneigung auf den Schutzeffekt. Im Abschnitt Geländeheizung werden außer Unterabschnitten über die physikalischen Voraussetzungen, eine Reihe gebräuchlicher, moderner Geländeheizofentypen beschrieben. Naturgemäß sind europäische Fabrikate dabei bevorzugt und insbesondere deutsche Typen, doch findet man unter den Kaminöfen auch die bekannten amerikanischen Typen. Auch Abschnitte über Rentabilität, Handhabung und Planung der Ofenheizung sind enthalten. Das Kapitel Frostberegnung mit über 100 Seiten und nahezu 60 Unterabschnitten behandelt außer den zugrundeliegenden physikalischen und wissenschaftlichen Gegebenheiten Einzelfragen, wie Benetzungsfrequenz, Tropfenspektrum, Bauart der Regner, Einfluß der Pflanzenstruktur, Diskussionen des Einschaltzeitpunktes, wirtschaftliche Gesichtspunkte, indirekte Frostschutzberegnung und vieles andere mehr. Sämtliche Abschnitte dieses Buches sind durch zitierte Literaturstellen untermauert. Zusammen mit nicht im Textteil zitierten Arbeiten bietet dieses Werk eine Sammlung von 3.223 Zitaten über Frost und Frostschutz und damit zusammenhängenden Problemen, die in einer abschließenden Zusammenstellung dieses einmalige Standardwerk des Frostschutzes beschließen. Außer dem Autor werden 4 weitere Bearbeiter genannt (H. Aichele, A. Baumgartner, H. Burckhardt, M. Schneider). W. Zislavsky

Pesticides in the Environment and their Effects on Wildlife. (Pestizide in der Umwelt und ihre Auswirkungen auf die freilebende Tierwelt.) Edited by N. W. Moore. — Oxford: Blackwell Scientific Publ. 1966. XII, 311 S. 80. The Journal of applied Ecology. 3, Supplement.

Die North Atlantic Treaty Organization veranstaltete in der Zeit vom 1. bis 14. Juli 1965 an der Monks Wood Experimental Station ein Symposium, auf dem die Beeinflussung der Umwelt durch Pestizid-einwirkungen zur Diskussion stand. 71 Wissenschaftler, bestehend aus Chemikern, Toxikologen und Zoologen aus 11 Nationen nahmen an dieser 14-tägigen Fachtagung teil. In dieser Zeit wurden 34 Fachvorträge von führenden Fachwissenschaftlern gehalten. H. Strickland gab in seinem einleitenden Referat einen Überblick über den Verbrauch chemischer Pflanzenschutzmittel in England für die Jahre 1960 bis 1964 und wies dabei auf die wirtschaftlich große Bedeutung dieser Präparate hin. Vom human- und veterinärmedizinischen Standpunkt äußerte sich M. S. Mulla ebenfalls positiv gegenüber der Verwendung moderner Insektizide, wenn diese zur Bekämpfung von Insekten verwendet werden, die als Überträger von Krankheiten von Mensch und Tier in Betracht kommen. Diesen beiden Abhandlungen gegenüber stehen die Vorträge von P. A. Butler, O. B. Cope, J. L. George, J. H. Koeman und N. W. Moore, die alle in ihren Ausführungen auf die heute räumlich weite Verbreitung der persistenten Pestizide hinweisen. Der Depoteffekt der chlorierten Kohlenwasserstoff-Präparate, sich im Fettgewebe der Tiere anzureichern, wurde in Vorträgen von P. L. Ames, J. J. Hickey, J. A. Keith, J. O. Keith und I. Prestt an ornithologischen Beispielen, von P. A. Butler, R. Edwards, A. V. Holden und M. S. Mulla bezüglich Fischen und aquatischen Evertebraten behandelt. Über die Ergebnisse toxi-

kologischer Untersuchungen referierten ferner R. Bernhard, G. Grolleau, E. G. Hunt und andere mehr. C. D. Fowle und F. Schneider besprachen die unerwünschten Auswirkungen von Phosphorsäureester-Präparaten auf die Vogelwelt. K. Borg berichtete über die Auswirkungen von Fungiziden, die nach Saatgutbehandlungen mit Quecksilberpräparaten in Schweden auftraten. Auch die Thiram-Präparate verursachen bei Vögeln eine starke Reduzierung der Eierproduktion und einen starken Ausfall an brutfähigen Eiern, wie dies aus dem Referat von G. Grolleau & F. Biaddi hervorgeht.

Für weitere Arbeiten auf diesem Forschungsgebiet wurden von P. A. Butler, T. J. Peterle, W. Przygodda, R. E. Warner und anderen in ihren Referaten wertvolle methodische Anregungen gegeben.

Aus den gehaltenen Vorträgen ist zu erkennen, welchen Gefahren die Umwelt durch Pestizideinwirkungen ausgesetzt ist. H. Schönbeck

Briggs (G. E.): **Movement of water in plants. (Die Wasserbewegung in der Pflanze.)** Blackwell Sc. publ. Oxford 1967, 142 S. (Botanical Monographs, Vol. 7).

Dieses sehr theoretische Büchlein, voll mit Formeln und Ableitungen, behandelt zunächst ausführlich die theoretisch-physikalischen Grundlagen der Wasserbewegung in verschiedenen Phasen, Aggregatzuständen und zwischen energetisch verschiedenen Systemen schlechthin. Bewegungen im Gravitationsfeld sowie bei Anwesenheit von Salzionen (osmotische Gradienten), Einflüsse der Oberflächenenergie, physikalische Zustände in Wassertropfen und an konkaven Oberflächen, Kapillarkräfte, Membranpotentiale und anderes mehr werden in konzentrierter Form mathematisch behandelt. Diese Grundlagen tragen zum Verständnis der Wasserbewegung in der Pflanze bei, die, auf entsprechende physikalische Modelle zurückgeführt, formelmäßig zum Ausdruck gebracht wird. Ein ausgesprochenes Fachbuch für jenen, der sich mit dieser Materie beschäftigt. W. Zislavsky

Munro (J. W.): **Pests of stored products. (Vorratsschädlinge.)** 234 Seiten, 100 Abbildungen, 1 Farbtafel. Rentokil Library. Hutchinson & Co. Ltd. London, 1966.

Moderne zusammenfassende Werke über den Vorratsschutz gibt es wenige. Ein Altmeister auf diesem Gebiet legt nun ein handliches Buch dieses Inhalts vor, in dem trotz der Beschränkung auf nur etwas mehr als 200 Seiten, ein ausgezeichneter und vor allem die moderne Entwicklung berücksichtigender Überblick des Gesamtgebietes geboten wird. Das Werk, so stellt der Autor einleitend fest, sei gewissermaßen bei letzter Gelegenheit entstanden, denn das gewaltige Anwachsen des Stoffes auch in dieser Sparte der angewandten Entomologie werde künftig seine Bewältigung durch einen Einzelnen unmöglich machen. Die gebotene Kürze bedingte eine strenge Stoffauswahl und die Art, wie diese Auswahl getroffen wurde, trägt in besonderem Maße den Stempel des Autors. Er verzichtet nicht auf einen sehr interessanten Rückblick auf die historische Entwicklung des Vorratsschutzes (1. Kap., Einleitung), in dem nicht nur die Verhältnisse in England beleuchtet, sondern zum Beispiel auch der Aufbau des Vorratsschutzes durch Prof. Zacher in Deutschland gebührend gewürdigt werden; der Verfasser legt ferner besonderes Gewicht auf eine solide Einführung in die Grundbegriffe der Entomologie (2. Kap.) und der Ökologie

(3. Kap.), welche vor allem den Studenten und Fachleuten zugute kommen wird; aber auch in den folgenden drei Abschnitten, in denen die verschiedenen Schädlinge im speziellen behandelt werden (4. Kap.: *Hymenoptera*, *Diptera*, *Hemiptera* und *Lepidoptera*; 5. Kap.: *Coleoptera*; 6. Kap.: *Acarina*) sind jeweils Einführungen in die besondere Morphologie und Systematik der einzelnen Gruppen eingefügt. Eine Auswahl der wichtigsten Arten wird nach Habitus, ökologischen Ansprüchen und Schadensbedeutung kurz charakterisiert. Das 7. Kapitel ist der Untersuchung der Entstehung und der praktischen Bedeutung des Schädlingsbefalles in verschiedenen Vorräten und unter verschiedenen Lagerungsbedingungen gewidmet. An Hand konkreter Beispiele zeigt hier der Autor die verschiedenen lagertechnischen Fehler auf, die Insektenbefall begünstigen und beleuchtet den oftmals gigantischen Schadensumfang, der durch Massenvermehrungen von Vorratsschädlingen entsteht. Kapitel 8 bis 12 behandeln die verschiedenen Bekämpfungsmaßnahmen. Erst wieder eine allgemeine Einführung und ein historischer Rückblick (Kap. 8), dann Lagerhaus-Hygiene, das heißt, Befallsvorbeugung, physikalische, chemische und legislative Maßnahmen. Es ist kein Zufall, daß der Abschnitt über die Begasung besonders ausführlich gestaltet ist, hat doch gerade England mit seinem umfangreichen Überseehandel in den Umschlagshäfen besonders großräumigen Vorratsschutz zu betreiben. Dabei steht die Verwendung von Methylbromid nach wie vor an erster Stelle, zum Unterschied von den Verhältnissen auf dem Kontinent, wo sich dieses hochwirksame Gas gegen die herkömmliche Verwendung von Blausäure und neuerdings wieder von Phosphorwasserstoff nicht hat durchsetzen können. Bei den Kontaktinsektiziden gilt neben Pyrethrum Malathion wegen seiner geringen Warmblütergiftigkeit als das Mittel der Wahl, was durch einen, nach dem letzten Kapitel eingefügten Anhang über Vorsichtsmaßnahmen bei der Anwendung dieses Mittels bekräftigt wird. Etwas überholt mutet die ausführliche Behandlung der Wirkungsweise und Anwendung von DDT an, das seine Bedeutung für den Vorratsschutz heute weitgehend eingebüßt hat. Die einschlägige Literatur ist am Ende jedes Kapitels zitiert. Von unterschiedlicher Qualität sind die 100 Abbildungen (Strichzeichnungen und Fotoreproduktionen). Ein in vieler Hinsicht originelles Buch, in dem der Autor die Darstellung nicht nur mit Beispielen aus der eigenen reichen Erfahrung besonders eindringlich zur Wirkung bringt, durch verschiedene Rückblendungen in die Historie, weiß er bei aller sonstigen strengen Sachlichkeit dem Leser auch ein Lächeln abzulocken, wenn er zum Beispiel nachweist, daß die älteste Schilderung einer Begasung in Homer's Odyssee zu finden ist, wo Odysseus nach der Tötung der Freier sein Heim ausschweifelt.

W. Faber

Lüdecke (H.) und Winner (Chr.): **Farbtafelatlas der Krankheiten und Schädigungen der Zuckerrübe**. 2. Auflage. 87 S., 87 Bildtafeln, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 1966.

Mit der Aufnahme von 2 neuen Abschnitten sowie einigen Änderungen im Bild- und Textteil für die 2. Auflage des bekannten Farbtafelatlas stellen die Verfasser ihr Bestreben unter Beweis, das Werk den jeweiligen Bedürfnissen des praktischen Rübenbaues anzupassen und weiter zu verbessern. In dem einen der neuen Abschnitte werden parasitäre Erkrankungen der Rübenseitenwurzeln zusammengefaßt besprochen. Neben der schon in der 1. Auflage beschriebenen *Pythium*-Gelbsucht werden in diesem Abschnitt 2 weitere Mykosen beschrieben, deren Erreger

Aphanomyces cochliodes bzw. *Fusarium conglutinans* sind. In einem weiteren Abschnitt wird ein besonders aktuelles Thema behandelt, nämlich Schäden, welche durch Einwirkung von Herbiziden im Rübenbau unter Umständen auftreten können.

Die grundsätzliche Beibehaltung des Aufbaues des Werkes kann wohl als Beweis dafür angesehen werden, daß sich dieser bewährt hat. Die sprachliche Erweiterung des Buches durch Aufnahme spanischer Bildtexte und eines spanischen Index wird dem sehr empfehlenswerten Nachschlagewerk sicher neue Freunde gewinnen. Es ist wohl anzunehmen, daß das Buch mit seinen zahlreichen ausgezeichneten Farbtafeln für den mit dem Rübenbau befaßten Personenkreis ein sehr wertvoller Helfer geworden ist.

R. Krexner

Kemper (H.) und Döhringer (E.): **Die sozialen Faltenwespen Mitteleuropas**. 180 Seiten, 82 Abbildungen. Paul Parey Berlin und Hamburg, 1967. Glanzkaschierter Einband DM 38.—.

Noch vor Jahrzehnten hätte ein Werk von der vorliegenden Art etwa den Titel „Naturgeschichte der sozialen Faltenwespen“ erhalten, es wäre bei gleichem stofflichem Inhalt drei- bis viermal umfangreicher, in der Bildausstattung dagegen um vieles spärlicher ausgefallen. In der Tat ist es erstaunlich, welche Fülle von Tatsachen in einem immerhin nur 180 Seiten umfassenden Büchlein unterzubringen ist. Die Darstellung ist durchwegs sachlich, klar und knapp formuliert, doch verzichtet sie, wo es im Interesse der allgemeinen Verständlichkeit geboten erscheint, nicht auf die erforderliche Ausführlichkeit. Dabei wird auch häufig von den Möglichkeiten des Kleindrucks Gebrauch gemacht. Der Stoff ist in 4 Großkapitel gegliedert: Die Einleitung, welche auch als allgemeiner Teil bezeichnet werden könnte, streift die Systematik, Morphologie, Verbreitung und allgemeine Ökologie und gab eine Bestimmungstabelle für die mitteleuropäischen Verspiden. Das Hauptkapitel, „Lebensweise und Leistungen der sozialen Verspiden“, befaßt sich ausführlich mit Fragen des Soziallebens und der Brutpflege, der Phänologie, des Nestbaues (dazu eine Bestimmungstabelle für Wespenester), der Ernährung, der Sinnesleistungen, der klimatischen Einflüsse, der Paarung und Eiablage sowie der Populationsdynamik. Ebenso sorgfältig zusammengestellt sind die beiden, besonders den angewandten Entomologen und den Praktiker interessierenden Kapitel über die Bedeutung der Verspiden für den Menschen und über Abwehr und Bekämpfung von Wespenplagen. Dabei werden sowohl der Nutzen als auch die von Verspiden verursachten gesundheitlichen und materiellen Schadwirkungen behandelt. Ein kurzer Anhang ist noch einigen anderen synanthropen Hymenopteren (Bienenwolf, Sandbienen, Pelzbienen und Mauerbienen) gewidmet. Ein sehr ausführliches Schriftenverzeichnis und ein Register der berücksichtigten Tiernamen schließen das Werk ab, dessen Wert man nicht voll gerecht würde, blieben die vielen ausgezeichneten Abbildungen unerwähnt. Insbesondere die reiche Ausstattung mit Reproduktionen nach erstklassigen fotografischen Originalaufnahmen verdient hervorgehoben zu werden. Der Fachkundige bedarf jedoch aller dieser Empfehlungen nicht, wenn er weiß, daß der Altmeister auf dem Gebiet der Hausinsektenkunde und seine Mitarbeiterin als Autoren zeichnen.

W. Faber

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
DIREKTOR PROF. DR. F. BERAN
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 5

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

XXXVI. Band

NOVEMBER 1967

HEFT 5/7

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Projekte biologischer Schädlingsbekämpfung in Österreich*)

Von Helene B ö h m

Im Rahmen der biologischen Bekämpfung, der Verwendung von Lebewesen zur Verminderung oder Vertilgung pflanzenschädlicher Milben und Insekten, werden in Österreich seit einigen Jahren zwei Projekte bearbeitet. Es handelt sich um die Niederhaltung von Spinnmilben (*Tetranychiden*) in Gewächshäusern und um die Vernichtung der San José-Schildlaus, *Quadraspidotus perniciosus* C o m s t. (in der Folge SJL). Wie bekannt, stellt uns heute die Spinnmilbenbekämpfung gebietsweise vor allem in Gewächshäusern vor große Probleme; es ist die zunehmende Resistenz der Schadmilben gegen Insektizide und, wenn auch in geringerem Maße, gegen spezifische Akarizide, die uns bei der Bekämpfung dieser Schädlinge Schwierigkeiten bieten. Außerdem ist es nicht immer leicht, dies gilt besonders für Gemüse- und Obstkulturen unter Glas, die bekanntlich sehr unter Spinnmilbenbefall zu leiden haben, die für die einzelnen Präparate erforderlichen und gesetzlich vorgeschriebenen Wartefristen einzuhalten. In verschiedenen europäischen und außereuropäischen Ländern wurde daher nach neuen, nämlich biologischen Möglichkeiten gesucht, Spinnmilbenkalamitäten zu verhindern. Auch in Österreich wurden in verschiedenen Gebieten Untersuchungen über Spinnmilbenfeinde angestellt (B ö h m 1961) und vor allem Raubmilben als wirksame Gegenspieler von phytophagen Milben erkannt. Hervorzuheben wären Arten aus der Familie der *Phytoseiidae* und *Raphignatidae*. Nach Beobachtungen

Wien, 1967.

*) Vortrag, gehalten vor dem VI. Internationalen Pflanzenschutzkongreß,

in Deutschland (D o s s e 1959, 1962), Holland (B r a v e n b o e r 1959) und in der Schweiz (M a a g), hat sich vor allem die aus Chile stammende Raubmilbe, *Phytoseiulus riegeli* D o s s e (in der Folge *P. r.*), als wirksamer Spinnmilbenfeind in Gewächshäusern erwiesen (Abb. 1). Es wurden der Bundesanstalt für Pflanzenschutz einzelne Exemplare dieser räuberisch



Abb. 1: Raubmilben, *Phytoseiulus riegeli* D o s s e

lebenden Milbe für Versuchszwecke zur Verfügung gestellt und nach entsprechender Vermehrung, Untersuchungen über Lebensbedingungen, Fortpflanzung, Fertilität und Effektivität, bei unterschiedlichen Temperaturverhältnissen im Laboratorium durchgeführt. Diese Untersuchungen, die in Reihenthermostaten ausgeführt wurden, haben erkennen lassen, daß die optimalen Temperaturen für *P. r.* bei einer Dauertemperatur von 25° bis 26° C liegen. Die Entwicklungszeit der Raubmilben beträgt in diesem Temperaturbereich 3 bis 5 Tage, die der Gewächshausspinnmilbe, *Tetranychus urticae* K o c h, dagegen 7 bis 8 Tage. In der kürzeren Entwicklungszeit allein schon liegt der große Vorteil, den die Raubmilbe gegenüber der Schadmilbe besitzt. Die Eizahlen liegen durchschnittlich bei 80, maximal wurden 110 Stück je Weibchen erreicht. Eine Temperatur von 30° C vermochte die Zahl der täglich abgelegten Eier zu steigern, doch wurde die Lebensdauer der Milben verkürzt, so daß letzten Endes mit einer gleich hohen, womöglich noch etwas verringerten Anzahl von Eiern zu rechnen ist. Eine Dauertemperatur von 35° C hemmte bereits die Eiablage und es mußte die Feuchtigkeit erhöht werden, da es bei diesen Wärmegraden verschiedentlich bereits zu Schrumpfungen der Eier kam und eine erhöhte Sterblichkeit eintrat. Zuchtversuche in niederen Tempe-

raturbereichen haben gezeigt, daß es ebenfalls zu einem Entwicklungsrückgang und einer beachtlichen Verringerung der Vermehrungsquote gegenüber 25° C bis 26° C kommt und dies schon ab 20° C; 10° bis 12° C ermöglichten jedoch noch den Aufbau einer schwachen *Phytoseiulus*-Population und damit auch einen Effekt gegenüber Spinnmilben. Somit besteht die Möglichkeit, daß *P. r.* auch in schwach geheizten Gewächshäusern und bei Vorhandensein von Schadmilben den Winter zu überdauern vermag und es nicht zum gänzlichen Aussterben der Raubmilbe kommen muß. Das Nahrungsbedürfnis von *P. r.* ist bei niederen Temperaturen wesentlich herabgesetzt, so daß auch der Effekt gegenüber Schadmilben dann stark abfällt. Vorteile der importierten Raubmilbe gegenüber den einheimischen Arten liegen vor allem auch in der hohen Vertilgungsrate: letztere übersteigt zahlenmäßig die der einheimischen Raubmilben um ein Mehrfaches. Die durchschnittlich an einem Tag von einem *P. r.* Weibchen aufgenommene Nahrung waren 20 bis 22 Spinnmilbenstadien oder 24 bis 27 Spinnmilbeneier. Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse wurde *P. r.* zur Spinnmilbenbekämpfung auch unter praktischen Verhältnissen in Gewächshäusern eingesetzt, die mit Rosen-, Nelken-, Gerbera- oder Gurkenkulturen besetzt und stark von Schadmilben, *Tetranychus urticae* Koch und *Tetranychus dianthica* D. Osse. *Panonychus ulmi* Koch besiedelt waren. Nach einer Anlaufzeit von meist 3 bis 5 Tagen, je nach der Stärke des Spinnmilbenbefalles, kam es zu einem raschen Zusammenbruch der Schadmilbenpopulationen und die Milbenbekämpfung konnte in zwei bis drei Wochen erfolgreich abgeschlossen werden. Die beste Wirkung wurde jeweils dann erzielt, wenn der Einsatz von *P. r.* rechtzeitig erfolgte, d. h. bei einem schwachen bis mäßigen Schadmilbenbefall, mit einer möglichst großen Zahl von *P. r.* Auch hat sich das „lebende Schädlingsbekämpfungsmittel“ zur Spinnmilbenbekämpfung in Wohnräumen als geeignet erwiesen und wurde für diesen Zweck von der Praxis begrüßt. In den Sommermonaten ist ein Einsatz von *P. r.* auch im Freiland möglich, wie diesbezügliche in den Monaten Juli, August vorgenommene Versuche erkennen ließen. In dieser Zeit, in der die Nachttemperaturen nicht unter 12° C sinken, konnten Spinnmilben in Freilandgurkenkulturen, in Dahlien- und Zinnienbeeten gut niedergehalten werden. Eine Überwinterung von probeweise ausgesetzten *P. r.* im Freiland ist jedoch nach unseren Beobachtungen nicht möglich. Auch konnte ein Übergang zu einer phytophagen Lebensweise nicht beobachtet werden. Diese Tatsache macht es notwendig, *P. r.* immer wieder erneut auszusetzen, sobald ein weiteres Schadmilbenvorkommen entdeckt wird. Da auf den Einsatz chemischer Mittel zur Bekämpfung anderer Schädlinge und vor allem von Krankheiten in Gewächshäusern nicht verzichtet werden kann, interessierte auch die Frage der Empfindlichkeit von *P. r.* gegen einige, im Gewächshaus gebräuchliche Insektizide, Akarizide und Fungizide. In verschiedenen Versuchen wurden einige Präparate auf

ihre Wirkung gegen *P. r.* geprüft. Zu diesem Zweck sind reich mit *P. r.* in allen Entwicklungsstadien besetzte Bohnenpflanzen behandelt und die Wirkung nach 24 Stunden, 48 Stunden, 3, 5, 7 Tagen unter dem Binocular geprüft worden. Es war festzustellen, daß vor allem Parathion und systemische Insektizide tödlich für *P. r.* sind; auch Diazinon, Malathion und Sevin erwiesen sich als toxisch. Von den geprüften spezifischen Akariziden wirkte sich in unseren Versuchsreihen Phenkapton, Kelthane ebenfalls reduzierend auf *P. r.* aus, während sich z. B. Tedion V 18 als relativ unschädlich erwies. Die Fungizide Captan, Karathane, Maneb, Zineb und auch Netzschwefel sind ebenfalls harmlos und zeigten keinen ungünstigen Einfluß auf *P. r.* Zusammenfassend kann gesagt werden, daß es nach den bisherigen Erfahrungen möglich ist, mit *P. r.* eine wirtschaftlich brauchbare biologische Bekämpfung von *Tetranychiden* unter Gewächshausbedingungen und in Wohnräumen durchzuführen. Selbstverständlich ist es nur sinnvoll, dieses lebende Pflanzenschutzmittel dann einzusetzen, wenn die optimalen Temperaturverhältnisse annähernd garantiert sind. Ferner muß der Einsatz, wie bereits erwähnt, rechtzeitig bei niedriger Schadmilbenpopulation erfolgen, man muß bemüht sein, die Anwendung chemischer Stoffe auf das unbedingt notwendige Maß zu reduzieren und die Auswahl so zu treffen, daß *P. r.* möglichst geschont wird. Während wir von der Brauchbarkeit dieses Verfahrens unter den

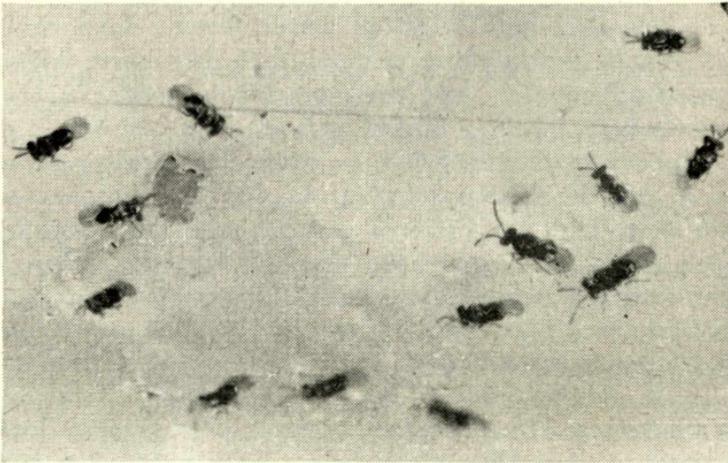


Abb. 2: San José-Zehrwespe, *Prospaltella perniciosi* T o w.

angeführten Voraussetzungen überzeugt sind, steht das Projekt biologische Bekämpfung der SJL mit Hilfe der Zehrwespe, *Prospaltella perniciosi* T o w. (in der Folge *P. p.*) Abb. 2, noch im Versuchsstadium. Obwohl die SJL heute im Erwerbsobstbau und auch in gut geführten Baumschulbetrieben

keine Rolle mehr spielt und dort ohne Schwierigkeit unter Kontrolle gehalten werden kann, tritt sie in landwirtschaftlichen Streuobstbau-gebieten und an Nichtobstgehölzen mehr oder weniger stark auf, kann sich dort, da keine oder nur eine mangelhafte Bekämpfung erfolgt, ungehindert vermehren und von dort aus auch immer wieder Erwerbsobstanlagen



Abb. 3: *Citrullus vulgaris* Kultur

infizieren. Nach den Erfahrungen verschiedener europäischer Länder hat sich der Einsatz des spezifischen monophagen Endoparasiten, der Zehr- wespe *P. p.*, zur Niederhaltung der SJL bewährt. Wie mehrjährige in verschiedenen SJL-Gebieten Österreichs durchgeführte Untersuchungen und Beobachtungen ergeben haben, ist die Parasitierung der SJL durch einheimische polyphage Parasiten und Praedatoren gering. Von den Parasiten haben sich ihr *Aphytis diaspidis* How., *Aphytis mytilaspidis* Le Baron, *Aphytis fuscipenis* How., *Pteropterix dimidiatus* Westw., *Thysanus ater* Walk., *Azotus marchali* How., *Archenomus bicolor* How., *Chiloneurinus microphagus* Mayr, angepaßt; von den Praedatoren stellen ihr vor allem *Chilocorus bipustulatus* L., *Exochomus quadripustulatus* L. nach. Das perzentuelle Auftreten dieser Arten ist verhältnismäßig gering und im Kampf gegen die SJL bedeutungslos. Der Parasitierungsgrad ist niedrig und übersteigt nicht 4%. Einen wesentlich besseren Erfolg versprechen wir uns von dem spezifischen Parasiten *P. p.* Ausgangsmaterial für den Beginn der *P. p.* Zucht bildeten Stämme aus Deutschland und der Slowakei, die im Jahre 1962 nach Österreich eingeführt wurden. Es handelt sich um die unisexuelle *P. p.*, die im klimatisierten Insektarium in Massen gezüchtet und in Befallsgebieten von Wien, Niederösterreich, Steiermark, in jüngster Zeit auch im Burgenland, schwerpunktmäßig ausgesetzt wurden.

Die Zucht des Wirtstieres findet auf *Citrullus vulgaris* (Abb. 3 und 4), *Cucurbita maxima* und *Cucurbita ricifolia* bei 25° bis 26° C und 55 bis 60% Feuchtigkeit statt. Die Freilassung von *P. p.* erfolgt nicht im Imaginalstadium, sondern in verschiedenen Entwicklungsstadien gemeinsam mit dem Wirtstier und der Wirtspflanze. Die Früchte werden in die Baumkronen gehängt oder in die Nähe des Wurzelhalses gelegt. Durch Aussetzen von Imagines erzielten wir keine gewünschten Ergebnisse. Die bisher nach 5 Jahren, mit dem Parasiten durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, daß der in Österreich zur Verfügung stehende *P. p.*-Stamm für eine Massen- und Dauerzucht geeignet ist. Unter den angeführten Klimaverhältnissen im Insektarium benötigt die SJL 35 bis 40 Tage, der Parasit 19 bis 22 Tage zur Entwicklung. In den nunmehr seit 5 Jahren mit *P. p.* beschickten Anlagen in Wien und in der Oststeiermark, wurde durchschnittlich eine 30%ige Parasitierung an den Aussetzbäumen und eine 10%- bis 15%ige an den benachbarten Bäumen erreicht. In den zwei Jahre später beschickten Gärten, es handelt sich um solche im niederösterreichischen Streuobstgebiet ist die Parasitierung 10% bis 12%, doch zeigt sich steigende Tendenz des Parasitierungsgrades. Die Parasitierungshöhe und die Ausbreitung des Entomophagen wird mit Hilfe der Zweigprobenmethode nach Neuffer (1962) untersucht. Im Sommer wird nach der von Steiner



Abb. 4: *Citrullus vulgaris*, einzelne Frucht

erarbeiteten Trichter- oder Abklopfmethode (Steiner 1962) vorgegangen, diese gibt jedoch nur Aufschluß über die Generationenfolge, Generationenzahl und nicht über die Parasitierungshöhe. Die *P. p.* entwickelt unter den klimatischen Bedingungen von Wien jährlich 3 bis 4 Bruten, die SJL 2 bis 2,5 Generationen. Der Flug der ersten *P. p.*-Generation beginnt inner-

halb der ersten Junihälfte, der der zweiten etwa um den 25. Juli, die dritte Brut fliegt zu Ende August, Anfang September und in Jahren mit warmem Herbst folgt eine schwache 4. Brut, in der zweiten Oktoberhälfte. Da, wie wir wissen, vor allem im Obstbau auf eine chemische Bekämpfung nicht verzichtet werden kann, erschien es notwendig, einige im obstbaulichen Pflanzenschutz gebräuchliche Insektizide und Fungizide auf ihre Wirkung gegen *P. p.* zu prüfen. Es konnte festgestellt werden, daß das vor allem zur Vernichtung von Fruchtschädlingen vielfach verwendete Parathion für die Imagines, aber auch für die noch in den Schildläusen befindlichen *P. p.*-Stadien tödlich ist. Malathion, Diazion, DDT, Lindan, wirken auf das Vollinsekt ebenfalls toxisch, beeinflussen aber die Stadien in der Laus kaum. Ebenso war durch die Verwendung von Fungiziden keine ungünstige Wirkung auf den Parasiten festzustellen. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich *P. p.* nach einer nunmehr fünfjährigen Versuchszeit in einigen Anlagen im landwirtschaftlichen Streuobstbauggebiet angesiedelt, auch verbreitet hat und als der wirksamste SJL-Parasit angesprochen werden kann. Zielsetzung und weitere Aufgabe wird es sein, für die intensive und verbreitete Freilassung von *P. p.* zu sorgen, um eine biologische Bekämpfung der SJL in Baumbeständen, die keiner chemischen Behandlung unterliegen, zu gewährleisten.

Die Züchtung des effektiveren bisexuellen *P. p.*-Stammes ist bisher mangels geeigneter technischer Einrichtungen, zur Erzielung von Wechseltemperaturen, nicht gelungen. Beobachtungen haben ergeben, daß die bisexuelle *P. p.* im Insektarium bei gleichbleibenden optimalen Temperaturen, schon nach 3 Generationen unisexuell wird.

Zusammenfassung

Als ein Beispiel einer erfolgreichen biologischen Bekämpfung wird der Einsatz der aus Chile importierten Raubmilbe, *Phytoseiulus riegeli* D o s s e, zur Niederhaltung von Spinnmilben, *Tetranychiden*, im Gewächshaus und in Wohnräumen besprochen. Weiters fanden orientierende Untersuchungen über die Empfindlichkeit dieses Räubers gegen einige im Gewächshaus zur Bekämpfung anderer Schädlinge und vor allem von Krankheiten gebräuchlichen Insektizide, spezifische Akarizide und Fungizide statt. Das zweite noch im Versuchsstadium stehende Projekt befaßt sich mit der biologischen Bekämpfung der San José-Schildlaus, *Quadraspidiotus perniciosus* C o m s t., in Streuobstgebieten und an Nichtobstgehölzen. In Österreich liegen nunmehr fünfjährige Erfahrungen mit der unisexuellen *Prospaltella perniciosi* T o w., vor; ein Überblick über die bis nun zur Zucht und Freilassung des Parasiten geleisteten Arbeiten wird gegeben.

Summary

The use of *Phytoseiulus riegeli* Dosse, a predator mite which was imported from Chile, is discussed as an example of a successful campaign of biological control against spider mites, *Tetranychidae*, in greenhouses and in living-rooms. Further exploratory investigations were carried out on the susceptibility of this predator to the insecticides, specific acaricides and fungicides commonly used in the greenhouse for the control of other pests and diseases. The second project which is at present in the experimental stage deals with the biological control of the San José scale, *Quadraspidotus perniciosus* Comst., in areas with only scattered fruit growing and on trees other than fruit trees. In Austria experience has been gained for these five years with the unisexual *Prospaltella perniciosi* Tow.; a survey is given of the research work done up to now concerning breeding and release of the parasite.

Literatur

- Böhm, H. (1960): Untersuchungen über Spinnmilbenfeinde in Österreich. Pflanzenschutz-Berichte 25, 23—46.
- Böhm, H. (1965): Ist die Bekämpfung von Spinnmilben nur mit chemischen Mitteln möglich? Der Pflanzenarzt, 18. Jahrg., 25—26.
- Bravenboer, L. (1959): Die biologische Bekämpfung von Spinnmilben in Gewächshäusern in Holland. Verhandl. IV. Int. Pflanzenschutzkongreß, Hamburg, 1957, 1, 939—940.
- Dosse, G. (1959): Der Einfluß von Temperatur und Nahrung auf verschiedene Raubmilbenarten und Hinweise auf die Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung von Spinnmilben in Gewächshäusern. Verhandl. IV. Int. Pflanzenschutzkongreß, Hamburg, 1957, 1, 929—932.
- Dosse, G. (1962): Die Bekämpfung von Spinnmilben in Gewächshäusern auf biologischem Wege. Rhein. Monatsschrift, Jahrg. 50, 78—80.
- Neuffer, G. (1962): Zur Zucht und Verbreitung von *Prospaltella perniciosi* Tow. (*Hym. Aphelinidae*) und anderer Parasiten der San José-Schildlaus (*Quadraspidotus perniciosus* Comst., *Hom. Diaspidinae*) in Baden-Württemberg. Nachrichtbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig), 14, 97—101.
- Steiner, H. (1962): Methoden zur Untersuchung der Populationsdynamik in Obstanlagen. Entomophaga 7, 207—214.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz und der
Myrmekologischen Arbeitsgemeinschaft, Wien)

Beiträge zur Kenntnis sozialparasitischer Ameisen

I. *Lasius* (*Austrolasius* n. sg.) *reginae* n. sp., eine neue temporär sozialparasitische Erdameise aus Österreich (*Hym. Formicidae*)*).

Von Walter F a b e r

Die Gattung *Lasius* umfaßt einerseits Arten, welche in der Holarktis zu den häufigsten und anpassungsfähigsten Ameisen von oft unterschätzter wirtschaftlicher Bedeutung zählen, andererseits enthält sie auch Spezies, die infolge ihrer sporadischen Verbreitung ausgesprochen selten sind. Bei diesen handelt es sich um temporäre Sozialparasiten aus dem Subgenus *Chthonolasius*. Davon ist *Lasius carniolicus* M a y r die einzige, die trotz ihrer gesamtpaläarktischen Verbreitung im heutigen Österreich noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen ist. Ein Fundort in Kärnten, den Hölz e l (1952, 1966) angibt, kann auf Grund der näheren Angaben nicht als sicher gelten.

Im Jahre 1964 gelang mir in der Wachau bei Spitz an der Donau die Entdeckung eines ausgedehnten Vorkommens einer *Lasius*-Art, welche ich zunächst für *L. carniolicus* hielt. Der Vergleich mit den am Naturhistorischen Museum in Wien aufbewahrten Typen dieser Art zeigte jedoch, daß es sich um eine der *carniolicus* wohl sehr nahe verwandte, von ihr aber durch verschiedene Merkmale sicher zu trennende neue Art handelt.

Die beiden engverwandten Spezies stehen nun als „*carniolicus*-Gruppe“ den übrigen *Chthonolasius*-Arten gegenüber und sind von ihnen verwandtschaftlich sichtlich weiter getrennt, als es jene untereinander sind. Schon früheren Autoren sind gewisse Ähnlichkeiten zwischen *L. carniolicus* und *L. fuliginosus* L a t r. aufgefallen (F o r e l 1886, E m e r y 1916, B o n d r o i t 1918). Die Kopfform der Arbeiterin, die Form des Petiolus, das Größenverhältnis zwischen Arbeiterin und Weibchen, die relativ langen und

* Der Inhalt dieser Arbeit war auch Teil eines Vortrages über sozialparasitische Ameisen, den der Autor am 13. Februar 1967 am Institut für angewandte Zoologie in Würzburg (Vorstand Prof. Karl Gößwald) gehalten hat.

schlanken Beine des Weibchens sowie auch dessen ganze Art, sich zu bewegen, erinnern lebhaft an *L. fuliginosus*. Auch durch den Besitz eines intensiv-aromatischen Geruches, den die *carniolicus*-Gruppe und *L. fuliginosus* zwar nicht der Qualität, so doch der Intensität nach gemeinsam haben, zeichnen sie sich vor den anderen *Lasius*-Arten aus. Diese offensichtliche Ähnlichkeit mit *L. fuliginosus* hat Bondroit veranlaßt, *L. carniolicus* von den übrigen Arten des heutigen Subgenus *Chthonolasius* getrennt, unmittelbar nach *L. fuliginosus* einzureihen. Er weist auch darauf hin (Seite 19, l. c.), daß die Unterteilung der Gattung *Lasius* in drei Subgenera durch Ruzsky zwar bezüglich *L. fuliginosus* stimmen dürfte, die Spezies *L. carniolicus* und *L. rabaudi* (Bondr.) erwiesen sich jedoch als intermediär zwischen *Chthonolasius* und *Dendrolasius*. Mag zwar diese Behauptung hinsichtlich *L. rabaudi*, einer Art, bei der nur das Weibchen sicher von *L. umbratus* (Nyl.) zu trennen ist, irrig sein, bezüglich *L. carniolicus* läßt sie sich nicht als unzutreffend zurückweisen.

Eine Reihe markanter Besonderheiten der *carniolicus*-Gruppe rechtfertigt ihre Herausnahme aus dem Subgenus *Chthonolasius* und ihre Einreihung in ein neu aufzustellendes Subgenus, das zwischen *Chthonolasius* und *Dendrolasius* zu stehen hat.

Subgenus *Austrolasius**) nov. subgen.

Subgeneritype: *Lasius carniolicus* Mayr, 1861.

Arbeiterin: Hinterhauptsecken breit abgerundet, Kopfseiten im vorderen Drittel stark konvex. Abstand der Mandibelgelenke voneinander nur wenig größer als die halbe Kopfbreite. Ozellen deutlich. Petiolus nicht schuppenförmig, sondern von oben gesehen kurz quereval, mit stumpfer Kuppe.

Weibchen Kleiner oder gleich groß wie die Arbeiterin. Mandibeln lang, schmal sichelförmig, mit sehr langem, spitzem Apikalzahn und stark konkavem Kaurand mit reduzierter Bezahnung. Petiolus niedriger und mit noch stumpferer Kuppe als bei der Arbeiterin. Flügel den Gaster um mehr als halbe Körperlänge überragend, proximaler Teil bis zur Discoidalzelle leicht bräunlich angeraucht, darüber hinaus allmählich zur Farblosigkeit aufgehellt. Königin extrem physogastrisch (wie *Anergates*!).

Männchen: Mandibeln mit zahlreichen kleinen irregulären Zähnen. Petiolus niedriger als beim Weibchen, in Profilansicht etwas schlanker, Kuppe weniger stumpf, manchmal in der Mitte leicht eingesenkt. Sub-

*) Der Name möge darauf hinweisen, daß beide bisher bekannten Arten dieses Subgenus in Österreich entdeckt und beschrieben worden sind (für Laibach, den Erstfundort von *L. carniolicus*, trifft ersteres allerdings nur in historischer Sicht zu).

genitalplatte mit geradem bis konkavem Hinterrand und mit halbkreisförmig angeordneter wabenartiger Felderung, die sich am Hinterrand der Platte nicht ganz über deren Breite erstreckt (Abb. 13). Die caudale Hälfte des Wabenfeldes ist mit zirka 20 mittellangen bis langen Borsten besetzt. Hinterrand des 7. Sternites über seine ganze Breite gleichmäßig mit zahlreichen Borsten von ziemlich einheitlicher Länge besetzt. Die bei anderen *Lasius*-Arten am Rand der einzelnen Waben gut sichtbaren kammartigen Strukturen (Clausen 1938, Seite 278, spricht in diesem Zusammenhang von den Waben als „halbmondförmigen Fältelungen mit exokutikularen Bildungen“) sind bei den Vertretern des neuen Subgenus nicht oder nur in sehr undeutlichen Spuren vorhanden.

*Lasius (Austrolasius) reginae** nov. spec.

Typen und Paratypen aller drei Kasten werden dem Naturhistorischen Museum in Wien zur Verfügung gestellt. *Locus typicus*: Trandorf, Seehöhe 460 Meter, Niederösterreich.

Diagnose

Vorbemerkung: Die Angabe der Körpergröße kann nur der allgemeinen Orientierung dienen. Sie wurde von der Vorderkante der geschlossenen Mandibeln bis zum Gasterhinterende gemessen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß für die Messung der Kopf, um der natürlichen Haltung lebender Objekte und der häufigsten Haltung präparierter Sammlungsstücke Rechnung zu tragen, nicht ganz vorgestreckt, sondern zirka 30 bis 45 Grad aus der Körperlängsachse ausgewinkelt belassen wurde. In allen drei Kasten wurden die Maße von je 10 wahllos aus 10 Kolonien entnommenen Exemplaren gemittelt. Zur Ermittlung der Kopfmaße wurde dieser zunächst waagrecht justiert, und zwar so, daß sich die mittleren Hinterhauptsborsten und der Clypeusvorderrand im Mikroskop gleichzeitig in der Schärfeebene befanden. Kopflänge: Medianer Hinterhauptsrand bis medianer Clypeusvorderrand; Kopfbreite: Zur Verringerung der Meßfehler in allen drei Kasten stets auf der Höhe des Vorderrandes der Komplexaugen gemessen. Das entspricht allerdings nicht immer der größten Kopfbreite im Sinne von Wilson (1955).

Arbeiterin Größe 3,2 mm; Kopf gleich lang wie breit, im Durchschnitt 0,91×0,91 mm. Die Größenverteilung bei der Vermessung von 41 wahllos aus 20 Völkern entnommenen Exemplaren gibt Abb. 1 wieder. Hinterrand des Kopfes leicht konkav, Hinterhauptsecken breit abgerundet, Seitenränder bis zum vorderen Kopfdrittel gerade, manchmal in Augenhöhe auch leicht konkav und dann bis zu den Wangen schwach divergierend,

*) Dem Andenken meines Töchterchens Regina gewidmet.

im vorderen Kopfdrittel mit stark konvexem Bogen bis zu den Mandibularecken zusammenlaufend (Abb. 8 A). Abstand der Mandibelgelenke voneinander nur wenig größer als die halbe Kopfbreite. Clypeus stark gewölbt, sein Vorderrand in schwachem Bogen vorspringend. Stirndreieck vorhanden, Stirnrinne undeutlich, Ozellen klein aber deutlich (lediglich bei kleineren Exemplaren manchmal weniger gut sichtbar). Komplexaugen klein, größter Durchmesser 0'13 mm, mit 35 bis 40 Facetten, nur schwach gewölbt, von einer flachen Rille umgeben. Das ganze Areal, auf welchem das Komplexauge steht, ist meist leicht eingesunken. Mandibel mit 8 bis 9 Zähnen (Abb. 2). Fühlerschaft nur etwa um seine apikale Breite den Hinterhauptsrand überragend. Erstes Geißelglied so lang wie die drei folgenden zusammen (Abb. 3). Frei aufragender Teil des Petiolus zirka um die Hälfte höher als an der Basis dick (Abb. 2), oben stumpf, mit runder Kuppe. Gaster verhältnismäßig klein (Abb. 21). Färbung rötlich-gelb (Kopf) bis gelb, mit feinem Seidenglanz. Pubeszenz gelblich, äußerst fein, auf dem ganzen Körper sowie auf Fühlerschaften, Femora und Tibien dicht anliegend. Abstehende Behaarung: 8 bis 14 schräg nach vorn gekrümmte Borsten auf den Kopfhinterrand, einzelne auf Stirn, Clypeus und Kopfunterseite (Abb. 8 A); auf den Komplexaugen 6 bis 10 sehr kurze Börstchen. Abstehende Behaarung spärlich verstreut und kurz auf Thoraxrücken, Petiolus (Abb. 2) und Gaster, auf dessen Unterseite etwas reichlicher. Fühlerschaften, Femora und Tibien mit Ausnahme einiger apikaler Borsten ausnahmslos frei von jeglicher in großem oder nur kleinem Winkel abstehender Behaarung bzw. ebensolcher Pubeszenz.

Weibchen Größe 3'4 mm; Kopf (Abb. 19) etwas länger als breit, im Durchschnitt 0'77×0'72 mm. Größenverteilung der Einzelmessungen sind auf Abb. 7 ersichtl. Kopfhinterrand fast gerade oder schwach konkav, Hinterhauptsecken breit abgerundet, Kopfseiten flach konvex, zu den Mandibularecken stärker konvergierend. Abstand der Mandibelgelenke voneinander um zirka ein Viertel größer als die halbe Kopfbreite. Clypeus stark gewölbt, Vorderrand in flachem Bogen vorspringend. Komplexaugen relativ groß, größter Durchmesser zirka 0'2 mm, stark gewölbt; Stirndreieck vorhanden, Stirnrinne deutlich, bis zum vorderen Ocellus reichend. Mandibel (Form siehe Subgenusdiagnose) 6- bis 8zählig. Apikalzahn sehr lang, dolchförmig, Präapikalzahn kräftig aber kürzer, erster Interkalarzahn, Median- und zweiter Interkalarzahn stark rückgebildet und klein, meist nur der erste Interkalarzahn vorhanden; drei Basalzähne, deren letzter zugleich der kräftigste ist (Abb. 2). Fühlerschaft den Hinterrand des Kopfes etwas überragend, erstes Geißelglied etwas länger als die beiden folgenden zusammen (Abb. 3). Petiolus niedriger als bei der Arbeiterin. Frei aufragender Teil so hoch wie an der Basis dick (Abb. 2). Thorax etwas schmaler als der Kopf, Scutum das Pronotum nicht überragend. Epinotalabfall sehr flach (Abb. 4). Flügel sehr lang (siehe Subgenusdiagnose), Vorderflügel mit geschlossener Discoidal- und

Radialzelle (Abb. 5). Färbung hellbraun bis gelblichbraun, Extremitäten gelb. Alle Teile mit feinem Seidenglanz. Pubeszenz auf dem ganzen Körper äußerst fein, besonders auf Kopf, Fühlerschäften und Beinen kurz, parallel gerichtet, überall dicht anliegend (Abb. 9 A, 10 A, 11 A). Abstehende Behaarung: Auf dem Kopfhinterrand 10 bis 16 schräg nach vorn gekrümmte kräftigere Borsten, auf Stirn und Kopfunterseite einige wenige abstehende kürzere Haare, Kopfseiten ohne abstehende Haare, lediglich an den Wangen ab und zu ein schräg abstehendes Härchen. Abstehende Haare auf Clypeus und Mandibeln etwas zahlreicher. Auf den Komplexaugen 10 bis 14 kurze, gekrümmte Börstchen (Abb. 9 A). Abstehende Behaarung auf Thorax (Abb. 4), Petiolus (Abb. 2) und Gaster reichlich. Fühlerschäfte sowie Femora und Tibien völlig frei von abstehender Behaarung jeglicher Art, mit Ausnahme einiger überstehender Börstchen an den apikalen Enden.

Männchen Größe 5,2 mm; Kopf (Abb. 6) etwas länger als breit, im Durchschnitt $0,67 \times 0,62$ mm (Messungen an 20 Exemplaren). Komplexaugen relativ groß, größter Durchmesser 0,22 mm, stark gewölbt. Clypeus kurz, mit wenig konvexem Vorderrand, in Seitenansicht (Abb. 12 A) oberer Teil vorgewölbt, zum Vorderrand hin eingedrückt. Stirndreieck verhältnismäßig groß, Stirnrinne bis zum vorderen Ocellus reichend. Mandibeln groß, stark gebogen, mit breitem Kaurand, kräftigem Apikalzahn und wenigen bis zahlreichen kleinen irregulären Zähnen (Abb. 2). Fühlerschaft den Hinterkopf überragend, Geißel lang und schlank, erstes Geißelglied birnförmig verdickt, nicht ganz so lang wie die beiden folgenden zusammen (Abb. 3). Petiolus niedrig, frei aufragender Teil in Seitenansicht so hoch wie an der Basis dick. Oberrand im Profil weniger stumpf als beim Weibchen, manchmal mit angedeuteter Schneide, in Frontalansicht breit, mitunter in der Mitte eine schwache Einsenkung. Flügel wie beim Weibchen (Abb. 5), etwas kürzer, zirka 50% der überprüften Stücke ohne Discoidalzelle (recurrens-Ader fehlt). Äußere Genitalien siehe Subgenusdiagnose. Sagitta mit 5 bis 7 winzigen Sägezähnen (Abb. 13/5). Siebenter Sternit am caudalen Rand mit zirka 30 mittellangen bis langen Borsten (Abb. 13/1). Färbung dunkelbraun, Fühlergeißel und Beine heller. Pubeszenz sehr fein, nicht überall deutlich, auf Fühlern und Beinen nicht so dicht anliegend wie beim Weibchen. Abstehende Behaarung: 8 bis 12 Borsten auf dem Hinterrand des Kopfes; auf den Komplexaugen eine Anzahl gekrümmter Börstchen; einige abstehende Haare auf dem Clypeus; der übrige Körper etwas reichlicher abstehend behaart; Fühlerschäfte, Femora und Tibien ohne abstehende Behaarung (außer einigen apikalen Borsten).

Gegenüberstellung von *L. reginae* und *L. carniolicus*

Es darf nicht überraschen, daß die Trennung der beiden Arten nach den Originalbeschreibungen von *L. carniolicus* (M a y r 1861, Weibchen; F o r e l 1886, Männchen und Arbeiterin) Schwierigkeiten bereiten könnte. Die

Diagnosen sind gerade in bezug auf jene Merkmale, die zur Differenzierung der beiden Spezies dienen, sehr kurz und lapidar gehalten, da sich *L. carniolicus* von den anderen damals bekannten *Lasius*-Arten ohnedies sehr gut unterscheiden ließ. Wilson (1955) beseitigte jedoch in seiner *Lasius*-Monographie durch die sehr exakte und treffende Artdiagnose für *L. carniolicus* die bis dahin unbeachtet gebliebenen Unstimmigkeiten hinsichtlich anliegender und abstehender Behaarung bzw. Pubeszenz.

Bei den vorliegenden Untersuchungen standen folgende Stücke von *L. carniolicus* zum Vergleich zur Verfügung: Aus der Kollektion Mayr am Naturhistorischen Museum in Wien: 2 Weibchen (davon eines der Holotypus) und 1 Arbeiterin aus Laibach; 1 Weibchen, 1 Männchen aus Drôme, Südfrankreich, leg. Forel; 1 Weibchen, 1 Männchen, 1 Arbeiterin aus Kasan, leg. Ruzsky. Aus meiner eigenen Sammlung: 1 Weibchen von der dalmatinischen Insel Krk, leg. Lacroix, 6. Oktober 1966; 9 Weibchen, 3 Männchen aus Afghanistan, leg. Klapperich (29. September 1952, Walang 2520 Meter). Lediglich die neun aus einem Nest stammenden Weibchen aus Afghanistan erlaubten auch eine bescheidene vergleichende allometrische Auswertung.

1. Färbung. Färbungsunterschiede zwischen den beiden Arten bestehen besonders bei den Weibchen, welche bei *L. reginae* heller und etwas mehr gelblich-braun sind als jene von *L. carniolicus*. Die anderen Kasten weisen, so weit dies an dem sehr spärlichen Vergleichsmaterial von *L. carniolicus* beurteilt werden kann, keine wesentlichen Farbunterschiede auf.

2. Größe. Alle drei Kasten von *L. reginae* sind etwas kleiner als bei *L. carniolicus*. Für die Bestimmung der Maße von *L. carniolicus* wurden nur die in meinem Besitz befindlichen Weibchen und Männchen sowie eine Arbeiterin aus der Kollektion Mayr herangezogen.

Körperlänge: Auf die sehr bedingte Brauchbarkeit von Gesamtlängenmessungen wurde schon oben hingewiesen.

Tabelle 1

Körperlänge der drei Kasten von *L. reginae* und *L. carniolicus*

Kaste	Spezies	Anzahl	Gesamtlänge in Millimeter		
			min.	max.	ϕ
Weibchen	<i>reginae</i>	20	3'17	3'55	3'36
	<i>carniolicus</i> (Afgh., Krk)	10	3'55	3'86	3'67
Männchen	<i>reginae</i>	10	3'11	3'29	3'19
	<i>carniolicus</i> (Afghanistan)	3	3'36	3'48	3'42
Arbeiterin	<i>reginae</i>	20	3'18	3'70	3'30
	<i>carniolicus</i> (Laibach)	1	—	—	3'65

Kopffmaße Die Definition von Kopflänge und Kopfbreite siehe Vorbemerkung zur Speziesdiagnose.

Arbeiterin Die Meßergebnisse für 41 Arbeiterinnen von *L. reginae* sind auf Abb. 1 dargestellt. Vergleichsmessungen mit einer entsprechenden Anzahl von Arbeiterinnen von *L. carniolicus* müßten noch durchgeführt werden. Die Abmessungen des einzigen mir verfügbaren Stückes liefern keinen sicheren Anhaltspunkt, daß eine Trennung der beiden Arten nach den Kopfmaßen in dieser Kaste ebenso möglich wäre, wie bei den Weibchen (Tab. 2).

Weibchen Abb. 7 und Tab. 2 zeigen, daß zwischen den Weibchen der beiden Arten hinsichtlich der Kopfmaße nicht nur eindeutige absolute Größenunterschiede, sondern auch Unterschiede der Kopfproportionen bestehen. Der Kopf von *L. carniolicus* ist nicht nur insgesamt größer, er ist auch im Durchschnitt länglicher, d. h. der Kopfindex ist kleiner als bei *L. reginae*.

Männchen Die drei Männchen von *L. carniolicus*, welche zur Vermessung zur Verfügung standen, weisen zwar größere Durchschnittsmaße auf, als *L. reginae*, doch liegen die Einzelwerte innerhalb des Streubereiches letzterer (Tab. 2).

Tabelle 2:

Kopfabmessungen der drei Kasten von *L. reginae* und *L. carniolicus*

Kaste	Spezies	Anzahl	Kopfmaße in Millimeter					
			min.	max.	ϕ	min.	max.	ϕ
Arbeiterin	<i>reginae</i>	41	0'86	0'95	0'91	0'84	0'96	0'91
	<i>carniolicus</i> (Laibach)	1	—	—	0'93	—	—	0'93
Weibchen	<i>reginae</i>	25	0'75	0'78	0'77	0'69	0'74	0'72
	<i>carniolicus</i> (Afgh., Krk)	10	0'79	0'82	0'81	0'73	0'77	0'75
Männchen	<i>reginae</i>	20	0'64	0'70	0'67	0'59	0'65	0'62
	<i>carniolicus</i> (Afghanistan)	3	0'70	0'72	0'71	0'63	0'64	0'63

3. Pubeszenz und abstehende Behaarung. Diese Merkmale liefern die Hauptkriterien, nach denen die beiden Arten sicher getrennt werden können. Dabei unterscheidet sich *L. reginae* in mancher Beziehung von *L. carniolicus* etwa so, wie sich *L. alienus* (Foerst.) von *L. niger* (L.) unterscheidet. Bei der Festlegung des Artstatus für *L. reginae* war es von entscheidender Bedeutung, daß die zum Vergleich verfügbaren Weibchen von *L. carniolicus* aller Herkünfte (Südfrankreich, Laibach, Insel Krk, Kasan, Afghanistan) trotz der riesigen Entfernungen zwischen den einzelnen Fundorten insbesondere bezüglich Pubeszenz und abstehender Behaarung weitgehend miteinander übereinstimmen (Abb. 9, 11), so wie sich andererseits auch alle bisher überprüften Weibchen (mehr als

400) und Arbeiterinnen von *L. reginae* als überaus einheitlich erwiesen haben. Zwischenformen, welche die Artunterschiede verwischen würden, gibt es in dem untersuchten Material nicht.

Tabelle 3:

Pubeszenz und abstehende Behaarung von *L. reginae* und *L. carniolicus*

	<i>L. reginae</i>	<i>L. carniolicus</i>
Arbeiterin		
Abstehende Borsten auf Scheitel, Stirn, Clypeus und Kopfunterseite (Abb. 8)	sehr spärlich	reichlicher
Pubeszenz auf Fühlerschäften	dicht anliegend	nicht dicht anliegend
Abstehende Haare auf Femora und Tibien der Mittel- und Hinterbeine	fehlen	einzelne vorhanden
Weibchen		
Kopf (Abb. 9)		
Pubeszenz	kurz, dicht anliegend, streng parallel gerichtet	länger, zum Teil nicht dicht anliegend und nicht streng parallel gerichtet
Abstehende Borsten auf Scheitel, Stirn, Clypeus und Kopfunterseite	spärlich	reichlich
Fühlerschäfte (Abb. 10), Pubeszenz	kurz, dicht anliegend, streng parallel	länger, schräg (teilweise bis 45°) abstehend, nicht streng parallel
Abstehende Behaarung auf Femora und Tibien der Mittel- und Hinterbeine (Abb. 11)	fehlt (mit Ausnahme apikaler Börstchen)	vorhanden
Männchen		
Abstehende Haare auf Scheitel und Clypeus (Abb. 12)	spärlicher	reichlicher
Äußere Genitalien (Abb. 13)		
Borsten am caudalen Rand des 7. Sternites	zirka 30	zirka 50 (nur ein Exemplar untersucht)
Zähnnchen auf der Sagitta	5 bis 7	12 (nur ein Exemplar untersucht)

L. carniolicus macht allgemein, besonders aber auf Kopf, Fühlerschäften und Beinen infolge der längeren, weniger dicht anliegenden, großteils sogar bis 45° schräg abstehenden Pubeszenz und der reichlicheren Ausstattung mit abstehenden Borsten und Haaren einen viel struppigeren Eindruck als *L. reginae* mit seiner sehr kurzen, durchwegs dicht anliegenden Pubeszenz und der spärlicheren abstehenden Behaarung. Der

Kontrast ist bei den Weibchen am größten, bei den Arbeiterinnen etwas geringer und bei den Männchen nicht immer deutlich.

Man mag versucht sein, mit Rücksicht auf den großen Abstand, den *L. carniolicus* von allen übrigen *Lasius*-Arten hat, den Grad der Differenzierung der hier beschriebenen Spezies als nicht ausreichend für die Nominierung einer eigenen Art zu betrachten. Dem sei entgegengehalten, daß z. B. den Systematikern der *Formica-rufa*-Gruppe die Arbeit sicher wesentlich erleichtert wäre, verfügten sie für die Trennung ihrer Arten über Unterscheidungsmerkmale, die annähernd so großräumig konstant und so eindeutig ablesbar sind, wie die hier für *L. reginae* und *L. carniolicus* beschriebenen.

Die Verbreitung von *L. carniolicus* und *L. reginae*

Die nach Kuznetzov (1929) zusammengestellte und um die von Wilson (1955) vermerkten späteren sowie um die neuesten mir bekannt gewordenen Funde ergänzte Verbreitungskarte (Abb. 14) zeigt deutlich die gesamtpaläarktische Verbreitung des *L. carniolicus*. Von Katalonien im Westen bis an den Ussuri im fernen Osten, von Walang (Afghanistan) im Süden bis zur Insel Gotland im Norden ist die Art sporadisch nachgewiesen. Die Häufung der Fundorte im Mittelmeergebiet ist sicherlich zum Teil der intensiveren myrmekologischen Erforschung dieses Raumes zuzuschreiben. Man könnte aus der Karte eine Trennung des Verbreitungsgebietes in zwei Zonen ablesen: eine südliche (Mittelmeerraum, Kaukasus, Turkestan, Afghanistan, Karakorum) und eine nördliche (Gotland, Kossino, Kasan, Nord-Kasakstan, Minussinsk, Transbaikalien, Ussuri). Ob diese Zonierung der tatsächlichen Verbreitung entspricht oder nur durch die Zufälligkeit der Funde bedingt ist, kann hier nicht untersucht werden. Wichtig scheint mir jedoch der Hinweis, daß beim Vergleich mit *L. reginae* sowohl Stücke von der südlichen (Drôme, Laibach, Krk, Afghanistan) als auch von der nördlichen Zone (Kasan) zur Verfügung gestanden haben. Naheliegend wäre auch die Überprüfung der Stücke von der Insel Gotland, doch sind gerade hierbei keine Überraschungen zu erwarten. Beide Forscher, welche über *L. carniolicus*-Funde von der Insel berichten (Forel 1908, Karawajew 1930), haben bereits vorher Funde von derselben Spezies aus der südlichen Verbreitungszone beschrieben (Forel 1886, Drôme; Karawajew 1929, Turkestan). Abweichungen der *L. carniolicus* der Insel Gotland von den Formen der südlichen Funde, etwa nach der Art von *L. reginae*, wären daher diesen Forschern unbedingt aufgefallen. Trotzdem wird eine Überprüfung der in den Sammlungen vorhandenen *L. carniolicus* im Hinblick auf die Neubeschreibung von *L. reginae* notwendig sein und vielleicht noch weitere Aufklärung bringen.

Karawajew (1929) beschrieb als einzige bisher bekannt gewordene Abweichung von *L. carniolicus* eine Varietät *kusnezovi*, von der ihm

allerdings nur einige Arbeiterinnen zur Verfügung gestanden haben. Die Varietät ist charakterisiert durch ihre geringere Größe (2,5 mm), die geraden Kopfseiten, den stärker vorspringenden Clypeus und durch hellere Färbung. Zum Vergleich standen dem Autor nur Weibchen von der Nominatform zur Verfügung, bezüglich der Besonderheiten der Kopfform stützt er sich daher allein auf den Vergleich mit der Zeichnung von Emery (1916). Diese stimmt jedoch mit der Wirklichkeit wenig überein. Die Kopfumrisse, die Karawajew selbst für seine var. *kusnezovi* abbildet, entsprechen viel besser den beiden Vergleichsstücken (Laibach, Kasan), die mir von *L. carniolicus*-Arbeiterinnen vorlagen (Abb. 8), wie auch den Arbeiterinnen von *L. reginae* und stellen somit keine Spezialität der var. *kusnezovi* dar. Offen bleibt jedoch die Frage der geringen Größe dieser Varietät und der abstehenden bzw. anliegenden Behaarung. Beides scheint auf eine Ähnlichkeit von *L. reginae* mit der var. *kusnezovi* hinzuweisen. Vergleicht man jedoch Karawajew's Angaben über die Behaarung mit den damals geläufigen Diagnosen für *L. carniolicus* (Forel 1915, Emery 1916), wird es wahrscheinlicher, daß sich der Autor nur der üblichen Definition anschloß, ohne mit seiner Formulierung auf eine Besonderheit seiner Varietät hinweisen zu wollen. Wilson (1955), der in seiner Monographie sämtliche subspezifischen Kategorien der Gattung *Lasius* der Synonymie einverleibt hat, betont bei der var. *kusnezovi* ausdrücklich, daß das ihm aus demselben Gebiet (Turkestan) vorliegende Vergleichsmaterial in keinem Punkt von dem Arttypus wesentlich abweiche. Trotzdem wäre eine Nachprüfung der von Karawajew beschriebenen Stücke, sofern sie noch existieren, von Bedeutung.

Der Fundort von *L. reginae* in der Wachau (Abb. 14, Dreiecksmarke) nimmt nur insofern eine Sonderstellung ein, als er innerhalb der Südzone des Verbreitungsgebietes von *L. carniolicus* die nördlichste Position einnimmt, somit zwischen den beiden Zonen liegt, von der südlichen durch die Alpen getrennt.

Beobachtungen über die Lebensweise von *L. reginae*

Über die Lebensweise von *L. carniolicus* liegen bisher fast keine Mitteilungen vor. Am besten bekannt ist, daß die Geschlechtstiere sehr spät im Jahr (im Oktober) fliegen. Spärliche Angaben über Meereshöhe bzw. Lage der Nester machen Forel (1886), Müller (1925), Kuznetsov-Ugamskij (1929), Menozzi (1939) und Kutter (1946). Daß *L. carniolicus* temporärer Sozialparasit mit abhängiger Koloniegründung sein müsse, ist wegen der geringen Größe der Weibchen sehr bald vermutet, jedoch bis heute nicht exakt belegt worden.

In den vergangenen drei Jahren konnte ich über *L. reginae* systematische Beobachtungen im Freien und im Kunstnest anstellen, auf die hier

nur in einigen wichtigen Punkten eingegangen werden kann, weil vieles noch nicht abgeschlossen ist oder der Überprüfung durch das Experiment harrt.

Das Wachauer Vorkommen hat eine Ausdehnung von zirka 200×50 m, liegt 480 m hoch an einem trockenen Südhang teils auf Trockenwiesen, teils am Waldrand und reicht dort etwa 20 bis 30 m in das Innere des lichten Eichen-Föhren-Mischwaldes. Der Ort liegt an der Grenze zwischen dem milden Wachauer- und dem rauhen Waldviertler Klimabereich. Innerhalb des angegebenen Fundplatzes ist der Boden stellenweise geradezu unterminiert von zahlreichen *L. reginae*-Kolonien, die man oft nicht gegeneinander abgrenzen kann. Heute ist leider ein großer Teil dieses Arcals dadurch verloren gegangen, daß man seit 1966 begonnen hat, den dort vorkommenden Graphit im Tagbau zu gewinnen. In der unmittelbaren Umgebung dieses engeren Fundortes konnten zwar noch einige weitere Einzelnester entdeckt werden, sonst aber blieb jede Nachsuche in der näheren und weiteren Umgebung bisher erfolglos, obwohl verschiedene, gerade für diese Art typische Merkmale das Auffinden wesentlich erleichtern. Zu diesen Eigenschaften zählt der aromatische, angenehm zitronenartige Geruch, der mit dem Geruch keiner anderen *Lasius*-Art oder sonstigen einheimischen Ameise verwechselt werden kann und den man beim Aufdecken eines Neststeines sofort verspürt. Auch ist das Verhalten der Arbeiterinnen, die einem umgedrehten Neststein meist in großer Zahl anhaften (auf dem Stein in Abb. 15 nur unscharf zu sehen), überaus charakteristisch. Während bei allen anderen *Lasius*-Arten in einem solchen Falle ein wildes Durcheinander entsteht und die einzelnen Tiere unverzüglich nach allen Richtungen entfliehen, bewegen sich die *L. reginae* nur innerhalb ihrer geschlossenen Formation und die ganze Gruppe verschiebt ihren Standort geschlossen und gleichzeitig allmählich auf die dunkle Seite des umgekehrten Steines. Dieser Vorgang nimmt meist mehrere Minuten in Anspruch.

Die Kolonien sind entgegen den über *L. carniolicus* geäußerten Vermutungen (K u t t e r 1946) in unserem Falle sehr volkreich und ausgedehnt; vor allem erstrecken sie sich auch tief in den Boden. Fast immer findet man im Bereich der Kolonie einen oder mehrere flache, meist mittelgroße (mehr als 30 cm Kantenlänge) Neststeine, hinter denen die Nestkammern mit den besonders wärmebedürftigen Entwicklungsstadien zu finden sind (Abb. 15). Unter solchen Steinen findet man schon Ende Juli die ersten Geschlechtstiere (Abb. 16), die sich dann zwar sehr lebhaft gebärden, aber nicht abfliegen. Das Schwärmen setzt erst ab Mitte September spät am Nachmittag und in den Abendstunden ein. Schon Tage vorher finden sich die Geflügelten bei Sonnenuntergang auf den kleinen Erdhügeln, die erst zur Schwärmzeit angelegt werden, ein, ohne abzufliegen; zugleich zeigen sich auch Arbeiterinnen an der Oberfläche, was sonst niemals zu beobachten ist. Die Zahl der pro Nest produzierten Geschlechtstiere

ist sehr groß. Trotzdem erfolgt der Abflug nicht in imponierenden Schwärmen, sondern verzettelt in einzelnen Raten über viele Abende verteilt (Abb. 17). Die Flugtüchtigkeit ist nicht erheblich; oft sind mehrere Startversuche nötig, ehe der Abflug gelingt. Kopula konnte ich nie beobachten, sie muß im Fluge erfolgen. Immer findet man auch einige ganz oder teilweise entflügelte Weibchen auf den Abflughügeln, doch sind diese offensichtlich noch nicht befruchtet. Gegen Ende der Schwärmperiode, d. h. etwa ab Mitte Oktober, erscheinen zwar an wärmeren Abenden noch immer zahlreiche Geflügelte an der Oberfläche, es kommt jedoch nicht mehr zum Abflug. Auch im Kunstnest verblieb in zwei aufeinanderfolgenden Jahren jedesmal zirka ein Drittel der Geflügelten im Nest, obwohl reichlich Gelegenheit zum Abflug geboten worden war. Diese Nachzügler wurden dann über Winter, obwohl das Nest in einen ungeheizten Raum gebracht worden war, innerhalb weniger Tage von den Arbeiterinnen überwältigt und zerstückelt. Der Vorgang konnte an dem raschen Anwachsen des Nestfriedhofes leicht verfolgt werden. Auch im Freiland scheint das Schicksal der säumigen Geflügelten kein besseres zu sein, denn im Frühjahr sind solche nicht mehr im Nest zu finden.

Alle Versuche, im Laboratorium Paarungen herbeizuführen, wie dies z. B. bei *Epimyrra* ohne Schwierigkeiten möglich ist, mißlingen bei *L. reginae* ausnahmslos. Die Tiere fliegen wohl ab, müssen aber anscheinend längere Flüge durchführen, um in Kopula-Stimmung zu kommen.

Gemischte Völker, welche auf die abhängige Kolonienründung und insbesondere auf die in Betracht kommende Wirtsart hinweisen würden, konnten bisher noch nicht entdeckt werden. Es konnten lediglich in einigen Fällen, *L. reginae* und *L. alienus* unmittelbar benachbart unter demselben Stein gefunden werden. Eine genaue Analyse des gesamten Fundplatzes nach den dort vorkommenden *Lasius*-Arten führte zu folgendem Ergebnis: Nach *L. reginae* am häufigsten, stellenweise sogar gleich häufig wie diese, ist *L. alienus*. Dann folgt *L. mixtus* Ny l., doch liegen die Nester an Stellen, die für *L. reginae* als Nistplätze nicht in Betracht kommen (z. B. im Gebüsch); der Wohnbereich der *mixtus*-Kolonien reicht aber mit seinen tiefer im Boden gelegenen Ausläufern in den Bereich von *L. reginae* hinein. Schließlich finden sich auch einige wenige kleine Kolonien von *L. flacus myops* Forel, *L. flavus* Fabr. und *L. niger* gibt es nur an einem nahen Rain in unmittelbarer Nachbarschaft des angrenzenden Ackerlandes. Auf Grund dieser Analyse wurde *L. alienus* als wahrscheinlichster Partner für die Kolonienründung von *L. reginae* vermutet. Tatsächlich wurden die beiden bisher einzigen befruchteten *reginae*-Weibchen, die ich im Spätherbst fing, jedesmal im unmittelbaren Nestbereich einer *alienus*-Kolonie angetroffen. Das erste entdeckte ich beim Ausgraben eines *alienus*-Volkes schon in ziemlicher Tiefe. Mit diesem Weibchen wurde auch fast das gesamte *alienus*-Volk samt Königin eingebracht. Das Wirtsvolk

wurde für spätere Adoptionsversuche sofort in einem größeren Feuchtkammernest angesiedelt. Das zweite Weibchen fand sich unter einem Stein, der von *alienus* besiedelt war, in einer peripher gelegenen Kammer mit drei *alienus*-Arbeiterinnen friedlich vereint. Solche Funde befruchteter Weibchen sind wegen der Kleinheit der Tiere und wegen ihrer großen Ähnlichkeit mit *alienus*-Arbeiterinnen reine Glückssache.

Adoptionsversuche

Einige Vorversuche mit entflügelten, aber unbefruchteten Weibchen aus Beobachtungsnestern und die Adoptionsversuche mit den beiden gefangenen befruchteten Weibchen führten zwar noch nicht zu einer endgültigen Abklärung der Frage nach der Art der Koloniegründung von *L. reginae*, doch lieferten sie einige sehr konkrete Details, deren voreilende Veröffentlichung durchaus gerechtfertigt erscheint.

Für die Adoptionsversuche wurde die oben genannte große *alienus*-Kolonie mit Königin eingesetzt, welche in einem mehrzelligen Feuchtkammernest untergebracht war. Das in den Auslauf gesetzte befruchtete *reginae*-Weibchen löst zunächst, wohl infolge seines eigenartigen Geruches, kurze Alarmstimmung bleibt aber unbehelligt. Nach zirka 5 Minuten hat sich die Situation bereits beruhigt und das Weibchen verhält sich nun gegenüber den *alienus*-Arbeiterinnen ganz furchtlos und gelassen. In einem Nebenraum trifft es auf eine Gruppe ruhender Arbeiterinnen und beginnt sofort, diese eifrig der Reihe nach zu belecken und löst damit eine allgemeine Putz-Orgie aus. Das Weibchen beherrscht die Fühlerverständigung mit den Arbeiterinnen ausgezeichnet, man ist versucht zu sagen, es spreche perfekt „alienisch“. Aus dem Nebenraum gelangt es in den ersten Nestraum. Dort wird die Situation kritischer. Drohenden Angriffen entzieht es sich durch geschicktes, nicht hastiges Ausweichen. Es hält sich aber immer im dichtesten Gewimmel auf. Zwischendurch sondert es sich ab, um sich gründlich zu putzen. Dabei gleitet es durch eine Unvorsichtigkeit plötzlich von einer Seitenwand ab und wird sofort von zwei Arbeiterinnen gefaßt. Die Lage muß durch Einblasen von etwas Kohlensäure geklärt werden, damit nicht durch das Entstehen einer allgemeinen Animosität der Versuch ein vorzeitiges Ende findet. Das Weibchen erwacht vor den Arbeiterinnen wieder aus der Betäubung und kann sich in Sicherheit bringen. Im weiteren Verlauf nähert es sich sehr zielstrebig, d. h. ohne viele Umwege (oder ist es nur Zufall?) der Hauptzelle des Nestes, in welcher sich die *alienus*-Königin mit ihren zahlreichen Betreuerinnen aufhält. Um nicht durch zu häufiges Aufdecken des Nestes die sensiblen *alienus*-Arbeiterinnen in ständige Unruhe zu versetzen und so das kostbare *reginae*-Weibchen übermäßig zu gefährden, werden die Beobachtungen nach einer Stunde unterbrochen. Zu dieser Zeit bewegt sich das Weibchen in der Nähe des Einganges zur Königinnenzelle völlig sicher

und gelassen zwischen den zahlreichen *alienus*-Arbeiterinnen und wird von diesen nicht im geringsten beachtet.

Zwei Stunden nach Beginn des Adoptionsversuches sind plötzlich aufgeregte *alienus*-Arbeiterinnen im Auslauf zu sehen. Das *reginae*-Weibchen ist im Nest nirgends zu finden. In der Königinnenkammer herrscht jedoch dichtes Gewimmel und größte Aufregung. Mit dem Stereomikroskop erkenne ich, daß die große *alienus*-Königin auf dem Rücken liegt, das kleine *reginae*-Weibchen dicht angeschmiegt auf seiner Brust sitzt und sich mit seinen säbelartigen Kiefern an ihrer Kehle krampfhaft festgebissen hat. Der Versuch, das dramatische Geschehen zu fotografieren, mißlingt mir; das Gewimmel ist so dicht, daß das ungleiche Paar immer nur für kurze Augenblicke teilweise oder ganz sichtbar wird, zu kurz, um dem aufgeregten Fotografen den rechtzeitigen Druck auf den Auslöser zu erlauben. Durch das Aufdecken des Nestes und das notwendige Beleuchten artet die Aufregung im Nest in eine heillose Panik aus. Trotzdem kann ich diesen stummen Kampf etwa halbe Stunde lang beobachten und einen gerade anwesenden Kollegen Zeuge des Vorganges werden lassen. Auf Abb. 18 ist die Situation nach einer sofort angefertigten Skizze wiedergegeben; die allseitig das Paar umgebenden und bedeckenden Arbeiterinnen sind weggelassen.

Der Kopf der Überfallenen ist weit vorgestreckt, die Beine zittern krampfhaft. Die Angreiferin betastet ihr Opfer mit nur unmerklichen Fühlerbewegungen. Sonst verhalten sich die beiden Rivalinnen völlig bewegungslos. Das ganze Ereignis hat eine frappante Ähnlichkeit mit dem Vorgang, wie nach Kutter (1951) *Epimyrma stumperi* Kutter (permanenter Sozialparasit bei *Leptothorax nigriceps* Mayr) und nach meinen eigenen Beobachtungen *Epimyrma goeßwaldi* Menozzi (Parasit bei verschiedenen *Leptothorax*-Arten)* die Wirtskönigin beseitigt, um sich an ihrer Stelle als neue Königin adoptieren zu lassen. Einzelne Arbeiterinnen versuchen nun, die Angreiferin an den Beinen wegzuziehen. Sie ist als Feindin erkannt worden. In der Hoffnung, durch das Abdunkeln des Nestes eine baldige allgemeine Beruhigung zu erreichen und damit die akut gewordene Gefahr für das *reginae*-Weibchen wieder abzuwenden, unterbreche ich die Beobachtungen.

Am nächsten Tag liegen Teile des *reginae*-Weibchens im Auslauf. Die *alienus*-Königin hat sich wieder erholt und zeigt keine sichtbaren Nachwirkungen des überstandenen Überfalles. Im Nest herrscht wieder normaler Betrieb.

Eine Woche später wurde derselben *alienus*-Kolonie das zweite erbeutete befruchtete *reginae*-Weibchen (siehe oben) zugesetzt, was sicher falsch war, denn in dieser Kolonie hatten sich infolge des erlittenen Schocks

*) Eine Publikation hierüber ist in Vorbereitung.

zweifelloso Feind-Assoziationen gegen *L. reginae* gebildet. Um nicht nochmals das Gelingen der Adoption durch das Aufdecken der Nesträume und Beunruhigung von außen zu gefährden, wurde auf jegliche Beobachtung der Vorgänge in den Nesträumen verzichtet. Das Weibchen gelangt unbehindert aus dem Auslauf in die erste Nestzelle. Etwa nach 50 Minuten taucht es im Übergangsröhrchen zur Königinnen-Nestzelle auf. Es hat also ebenso zielsicher wie ihre Vorgängerin den Weg ins Heiligtum der Kolonie gefunden. Am nächsten Tag liegen seine Chitinteile, säuberlich von allen Gewebsresten befreit, im Auslauf.

Wer schon Adoptionsversuche mit sozialparasitischen Ameisen durchgeführt hat, weiß, daß selbst bei Berücksichtigung aller Vorsichtsmaßnahmen für das Parasitenweibchen nur ein Bruchteil aller Versuche gelingt und zur endgültigen Adoption führt. Das einmalige oder selbst das mehrmalige Mißlingen der Adoption kann daher in unserem Falle, in dem es auch um die Frage nach dem richtigen Adoptionspartner geht, noch nicht als Beweis dafür gelten, daß etwa die falsche Wirtsart gewählt wurde. Andererseits darf der schließliche Mißerfolg bei dem teilweise gelungenen ersten Versuch nicht nur der häufigen Störung bei der Beobachtung zugeschrieben und damit der Versuch als im Prinzip gelungen betrachtet werden. Gerade dieser erste Versuch wirft eine ganze Anzahl von Fragen auf, über die nicht durch Spekulation, sondern nur durch weitere Versuche Klarheit geschaffen werden kann.

Einige, nach meiner Ansicht gesicherte Ergebnisse liefern die Versuche doch: Das befruchtete Weibchen von *L. reginae* ist eindeutig mit einem Mordinstinkt ausgestattet, den es zur Ausschaltung der Wirtskönigin und Herbeiführung der Adoption überaus zielstrebig einsetzt. Ein solcher Mordinstinkt ist bei den Vertretern des Subgenus *Chthonolasius*, so weit hierüber Einzelheiten bekannt sind, nur noch in Fragmenten vorhanden (Gößwald 1958, Hölldobler 1953). Dieser Mordinstinkt kann sich bei den Vertretern des Subgenus *Austrolasius* nicht auf die Kraft des Weibchens stützen, das nicht nur viel kleiner als das Weibchen der vermutlichen Wirtsart, sondern auch so grazil gebaut ist, daß es sich ohne besondere Bewaffnung gar nicht auf eine Auseinandersetzung einlassen könnte. Sämtliche Chitinteile, insbesondere aber die Kopfkapsel, sind selbst bei Berücksichtigung der geringeren Größe schwächer als bei allen anderen parasitischen *Lasius*-Arten. So konnte z. B. ein *L. mixtus*-Weibchen, das mit einem *reginae*-Weibchen in einer kleinen Nestkammer vereinigt worden war, diesem mit einem einzigen Biß den Kopf völlig plattdrücken. Auch beim Aufsammeln von Geschlechtstieren im Freiland, werden den Weibchen sehr leicht die Kopfkapseln eingedrückt. Die langen sichelartigen Kiefer weisen jedoch sehr deutlich auf ihren besonderen Zweck hin, der ebenfalls nicht in einem betont kraftgebundenen Gebrauch liegen kann. Der Vergleich dieser Mandibeln (Abb. 19) mit jenen des Weibchens von *L. alienus* (Abb. 20) läßt den funktionellen Unterschied

offenbar werden. Nicht in der Kraft liegt die Stärke dieser Kiefer, sondern in dem stark verlängerten, dolchartigen Apikalzahn (siehe auch Abb. 2), der vielleicht als Injektionsnadel dient. Die Untersuchungen hierüber sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

Aus den geschilderten Adoptionsversuchen auf mehr als nur auf das Vorhandensein des Mordinstinktes bei *L. reginae* zu schließen, wäre verfrüht. Weitere Experimente müssen zeigen, ob *L. alienus* der richtige oder überhaupt der einzige Adoptionspartner für diese interessante Art ist.

Die physogastrische Königin von *L. reginae*

Lange Zeit blieb die Suche nach der Königin in den Nestern von *L. reginae* vergeblich. Mit Rücksicht auf die geringe Ausdehnung dieses derzeit einzigen Fundplatzes sollten dabei auch möglichst wenige Nester beschädigt werden, um den Bestand der Art nicht allzusehr zu gefährden. Schließlich gelang es dann doch, aus der Tiefe eines Nestes eine Königin hervorzuholen und mit einem Großteil ihres Volkes in einem vielzelligen Feuchtkammernest anzusiedeln. Der Fund war eine weitere Überraschung, welche diese Spezies ihrem Entdecker bereitete. Das Weibchen ist so extrem physogastrisch (Abb. 21), wie es unter unseren einheimischen Ameisenarten nur von *Anergates atratulus* Schenck bekannt ist. Dementsprechend gering ist seine Bewegungsfähigkeit. Die Eiproduktion ist, gemessen an seiner geringen Größe, ungeheuer. Ständig kleben dem Gaster Klumpen der winzigen Eier an, welche von den Arbeiterinnen alsbald abtransportiert werden. Im Kunstnest ist die Königin immer so dicht von Pflegerinnen umgeben, daß man sie kaum je zur Gänze zu Gesicht bekommt und ihren Aufenthalt nur an der dichten Häufung von Arbeiterinnen erkennt.

L. reginae läßt sich im Feuchtkammernest sehr gut halten. Als Nahrung wird Honig-Zuckerwasser mit Chinosolzusatz geboten. Ab und zu werden auch frisch getötete Insekten (Reismehlkäferlarven, kleine Fliegen usw.) verwertet. Eine Vorliebe für Fleischnahrung besteht jedoch nicht. Sehr geschätzt wird dagegen mit Zucker, etwas Honig und Milch angerührter Topfen (Quark).

Zusammenfassung

1. Eine mit *L. carniolicus* Mayr sehr nahe verwandte Ameise wird als *L. reginae* beschrieben. Die Art wurde in der Wachau (Niederösterreich) gefunden und unterscheidet sich von *L. carniolicus* insbesondere durch etwas geringere Größe, kürzere, dicht anliegende Pubeszenz und spärlichere abstehende Behaarung, welche auf Fühlerschäften, Femora und Tibien gänzlich fehlt. Das Weibchen hat einen etwas größeren Kopfindex als *L. carniolicus*. Beim Männchen weisen vor allem die äußeren Genitalien gewisse Unterschiede auf.

2. Die beiden Arten der *carniolicus*-Gruppe werden aus dem Subgenus *Chthonolasius* herausgenommen und in das neu aufgestellte Subgenus *Austrolasius* gereiht. Dieses Subgenus zeichnet sich gegenüber ersterem in allen drei Kasten durch den nicht schuppenförmigen Petiolus aus; weiters durch die typische kopfform der Arbeiterin mit den einander stark genäherten Mandibelgelenken; durch die sehr kleinen Weibchen (kaum größer als die Arbeiterinnen) mit ihren sichelförmigen Mandibeln mit verlängertem Apikalzahn und reduzierter sonstiger Bezahnung; durch extreme Physogastrie der Königin; die Männchen durch verschiedene Merkmale an den äußeren Genitalien.

3. Bei der Gegenüberstellung der beiden *Austrolasius*-Arten werden im einzelnen verglichen: Färbung, Gesamtgröße, Kopfmaße, Pubeszenz und Behaarung, äußere Genitalien der Männchen.

4. Die Verbreitung von *L. carniolicus* erstreckt sich über die gesamte Paläarktis, scheint aber in eine südliche und eine nördliche Zone geteilt zu sein. Der Fundort von *L. reginae* liegt, von der näheren südlichen Verbreitzungszone von *L. carniolicus* durch die Alpen getrennt, zwischen diesen beiden Zonen. Als neue Fundorte von *L. carniolicus* werden angegeben: Walang (Afghanistan) und die Insel Krk (Jugoslawien).

5. Der Fundort von *L. reginae* liegt zirka 460 m hoch an einem xerothermen Südhang; das relativ kleine Areal ist von der Art dicht besiedelt.

6. Merkmale, die das Auftreten der Art erleichtern, sind: Der eigentümliche starke zitronenartige Geruch und das sonderbare Formationsverhalten der einem aufgedeckten Neststein anhaftenden Tiere.

7. Die Kolonien sind sehr volkreich, die Nester reichen tief in den Boden.

8. Die Zahl der produzierten Geschlechtstiere ist sehr groß. Solche sind in den Nestern ab Ende Juni zu finden, die Schwärmflüge setzen jedoch erst im September ein. Die Schwärmperiode erstreckt sich bis in den Oktober. Der Abflug erfolgt nicht in großen Schwärmen, sondern in einzelnen Raten über viele Abende verteilt. Die Flugtüchtigkeit ist gering.

9. Bisher wurden nur artreine Kolonien gefunden. Auf Grund einer Fundortanalyse wird *L. alienus* als wahrscheinlichster Adoptionspartner für die Koloniegründung von *L. reginae* betrachtet.

10. Im Spätherbst wurden die beiden einzigen bisher erbeuteten befruchteten Weibchen von *L. reginae* im unmittelbaren Nestbereich von *L. alienus* gefunden.

11. Adoptionsversuche im Kunstnest bei *L. alienus* zeigten, daß das befruchtete *reginae*-Weibchen mit einem ausgeprägten, gegen die Wirtskönigin gerichteten Mordinstinkt ausgestattet ist, wobei die sichelartigen

Mandibeln mit dem langen, dolchförmigen Apikalzahn eine besondere Rolle spielen dürften.

12. Die in den Nestern schwer auffindbare Königin von *L. reginae* ist extrem physogastrisch (wie *Anergates*), ihre Eiproduktion ist enorm groß.

Summary

1. A new ant, very similar to *L. carniolicus* Mayr. is described as *L. reginae*. This species has been found in the Wachau (Lower Austria) and differs from *L. carniolicus* especially by slightly smaller size, shorter and closely adhering pubescence and fewer standing hair which lacking completely on scapes, femora and tibiae. The female has a greater head-index than *L. carniolicus*. The males are showing before all certain differences regarding their exterior genitalia.

2. The two species of the *carniolicus*-group are taken out of the subgenus *Clithonolasius* and joined to the newly created subgenus *Austrolasius*. This subgenus differs from the first mentioned one in all three castes by the not scale-formed petiolus; further by the typical head-form of the worker-ant with the mandible articulations which are closer together; by the very little females (scarcely greater than the worker-ants) with their subfalcate mandibles with prominent long apical tooth and with reduced other teeth; by extreme physogastry of the queen; the males by various special peculiarities on the external genitalia.

3. The following details of both *Austrolasius* species were compared: colour, entire size, head measurements, pubescence and hair, external genitalia of males.

4. *L. carniolicus* is distributed over the whole palaeartic; this distribution, however, seems to be divided into a southern and a northern zone. The habitat of *L. reginae* lies between these two zones, divided by the Alps from the nearer southern zone of distribution of *L. carniolicus*. New habitats of *L. carniolicus* are given: Walang (Afghanistan) and the island of Krk (Yugoslavia).

5. The habitat of *L. reginae* is situated about 460 m high on a xerothermic southern slope; the relatively small area is densely inhabited by this species.

6. Characteristics which facilitate the finding of this species are: The peculiarly strong lemon-like smell and the strange formation-behaviour of the individuals which are adhering on a lifted nest-stone.

7. In the colonies great populations can be found and the nests are reaching deeply into the soil.

8. The number of produced sexuals is very great. Those can be found from the end of June. The swarm-flights, however, are beginning only in September. The period of swarming is lasting until October. The flight does not occur in great swarms but in single batches, distributed over many evenings. The flight ability is a small one.

9. Up to now only colonies of pure species have been found. On the base of a habitat analysis *L. alienus* is supposed to be the most probable adoption partner for the colony foundation of *L. reginae*.

10. In the late autumn the both hitherto only captured fecundated females of *L. reginae* were found near the nest of *L. alienus*.

11. Adoption tests carried out on *L. alienus* in the artificial nest have shown that the fecundated *reginae*-female is supplied with a pronounced murder instinct directed against the host queen, whereby the sickle-shaped mandibles with the long dagger-shaped apical tooth may be of special importance.

12. The queen of *L. reginae* which is difficult to be found in the nests is extremely physogastric (like *Anergates*); its oviproduction is enormous.

Literatur

- Bondroit, J.: Les Fourmis de France et de Belgique. Ann. Soc. ent. France **87**, 1918, 174 pp.
- Clausen, R.: Untersuchungen über den männlichen Copulationsapparat der Ameisen, speziell der *Formicinae*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **17**, 1958, 233—344.
- Emery, C.: Fauna Entomologica Italiana. I. *Hymenoptera* — *Formicidae*. Bull. Soc. Ent. Ital. **47**, 1916, 75—275.
- Forel, A.: Études myrmécologiques en 1886. Ann. Soc. Ent. Belg. **30**, 1886, 131—215.
- Forel, A.: Fourmis de Ceylan (I.) et d'Égypte (II.) récoltées par le Prof. E. Bounion. *Lasius carniolicus* (III. Ile Gotland et Suisse). Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat. **44**, 1908, 1—22.
- Forel, A.: Fauna insectorum helvetiae. *Hymenoptera*, *Formicidae*. Die Ameisen der Schweiz. Beilage zu Heft 7/8, Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **12**, 1915, 77 pp.
- Gößwald, K.: Grundsätzliches über parasitische Ameisen unter besonderer Berücksichtigung der abhängigen Koloniegründung von *Lasius mixtus* Nyl. Z. wiss. Zool. **151**, 1938, 101—148.
- Hölldobler, K.: Beobachtungen über die Koloniegründung von *Lasius umbratus umbratus* Nyl. Z. angew. Ent. **34**, 1953, 598—606.

- Hölzel, E.: Ameisen Kärntens. Carinthia II. Mitt. nat. Ver. Kärnt. **142**, 1952, 87—132.
- Hölzel, E.: *Hymenoptera-Heterogyna: Formicidae*. In: Catalogus Faunae Austriae, Teil XVIp, 12 pp. Wien 1966, Springer.
- Karawajew, B.: Myrmekologische Fragmente II. Acad. Sci. Ukr. Mem. Cl. Sci. Phys. Math. **13**, 1929, 203—218.
- Karawajew, B.: Beitrag zur Ameisenfauna der schwedischen Inseln Gotland und Oeland. Mem. Acad. Sci. Ukr. Cl. Sci. Phys. Math. **15**, 1930, 109—150.
- Kutter, H.: *Lasius (Chthonolasius) carniolicus* Mayr, eine neue Schweizerameise. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **19**, 1946, 698—699.
- Kutter, H.: *Epimyрма stumperi* Kutter (*Hym. Formicid.*), 2. Mitteilung. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **24**, 1951, 153—174.
- Kuznetsov-Ugamskij, N. N.: Die Ameisen des Süd-Ussuri-Gebietes. Zool. Anz. **83**, 1929, 16—34.
- Mayr, G.: Die Europäischen Formiciden. Wien, 1861, 80 pp.
- Menozzi, C.: Formiche dell'Himalaya e del Karakorum raccolte dalla spedizione Italiana comandata da S. A. R. il Duca di Spoleto (1929). Atti Soc. Ital. Sci. Nat. **78**, 1939, 285—345.
- Müller, G.: Le formiche della Venezia Giulia e della Dalmazia. Boll. Soc. Adriat. Sci. Nat. Trieste **28**, 1923, 11—180.
- Ruzsky, M.: Beiträge zur Ameisenfauna des östlichen Rußland. Arb. Ges. Naturf. Kasan **28**, 1895, 1—32.
- Vandel, A.: Fourmis françaises rares ou peu connues. Bull. Soc. Ent. France, 1926, 196—198.
- Wilson, E. O.: A monographic revision of the ant genus *Lasius*. Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll. **113**, 1955, 1—205.

Nachtrag

Kurz nach Einreichung des druckfertigen Manuskriptes gelang mir die Entdeckung zweier weiterer Fundorte von *L. reginae* in Povat und Elsarn am Jauerling sowie die Auffindung einer gemischten Kolonie von *L. reginae* und *L. alienus*. Mit diesem bedeutsamen Fund ist nicht nur die temporär parasitäre Lebensweise von *L. reginae* nun endgültig bewiesen, es finden auch die bisherigen Vermutungen bezüglich des Adoptionspartners und die Ergebnisse der in dieser Richtung angestellten Beobachtungen und Adoptionsversuche ihre Bestätigung. Weiterhin offen bleibt

jedoch die Frage, ob auch andere *Lasius*-Arten als Wirte für die Koloniegründung in Betracht kommen.

In der aufgefundenen gemischten Kolonie sind die Arbeiterinnen beider Arten etwa in gleicher Zahl vertreten, das sehr starke Volk, das einen Nestraum von zirka $4 \times \frac{1}{2}$ m einnimmt, muß daher als Mischvolk schon mehrere Jahre bestehen. Jahreszeitlich bedingt (26. März) herrschte in dem Nest noch wenig Betrieb. Bei warmem, sonnigem Frühjahrs Wetter saßen um die Mittagszeit unter den Neststeinen Arbeiterinnen beider Arten vereint und dicht gedrängt. Die Brut befand sich noch in den Überwinterungskammern. Tags darauf bei Schneetreiben waren unter den Steinen nur *L. alienus* anzutreffen, auf die *L. reginae* stieß man erst beim Nachgraben in größerer Tiefe. Eine beschränkte Anzahl von Arbeiterinnen beider Arten aus diesem Volk wurde im Kunstnest angesiedelt (Abb. 22). Die *L. alienus* sind beim Außendienst der aktivere Teil. Trotzdem herrscht zwischen den beiden Arten nicht ein Herren-Sklaven-Verhältnis, sondern völlige Gleichwertigkeit, wie man dies auch von den Mischkolonien anderer *Lasius*-Arten kennt. Ebenso, wie man *L. alienus* beim Füttern von *L. reginae* beobachten kann, ist auch der umgekehrte Vorgang anzutreffen (Abb. 23).

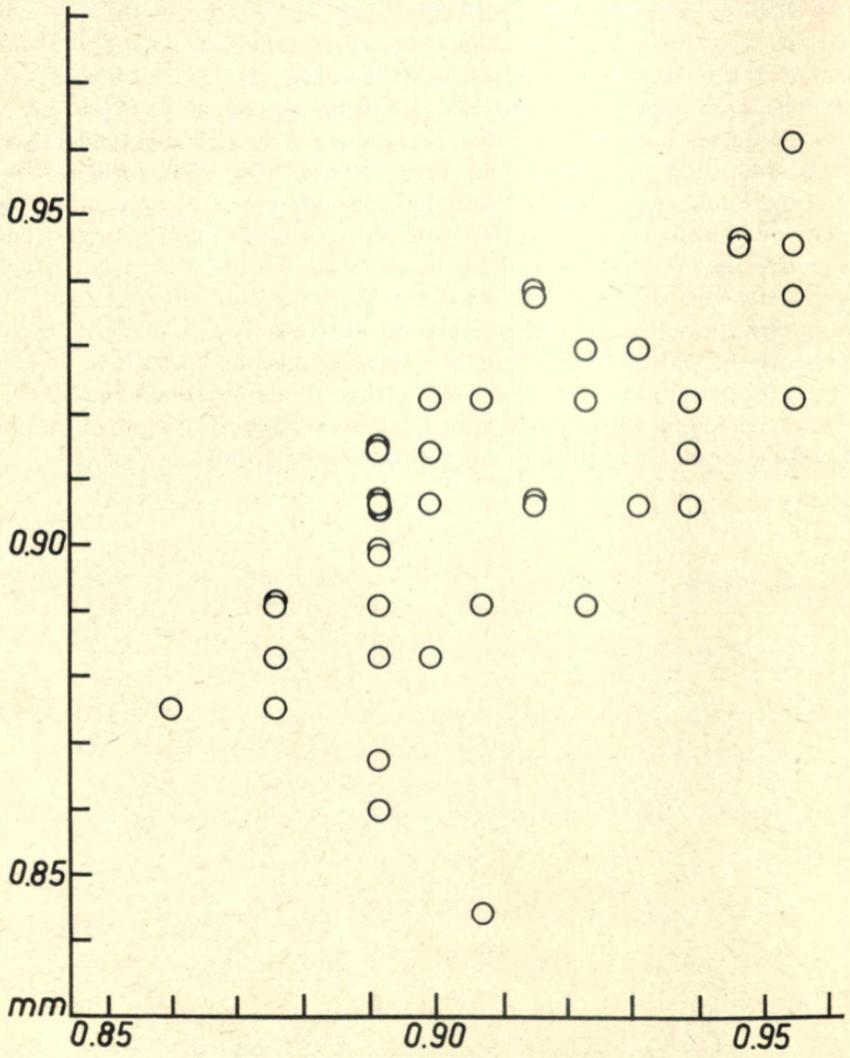


Abb. 1: *L. reginae*: Kopfbreite (Ordinate) und Kopflänge (Abszisse) der Arbeiterin.

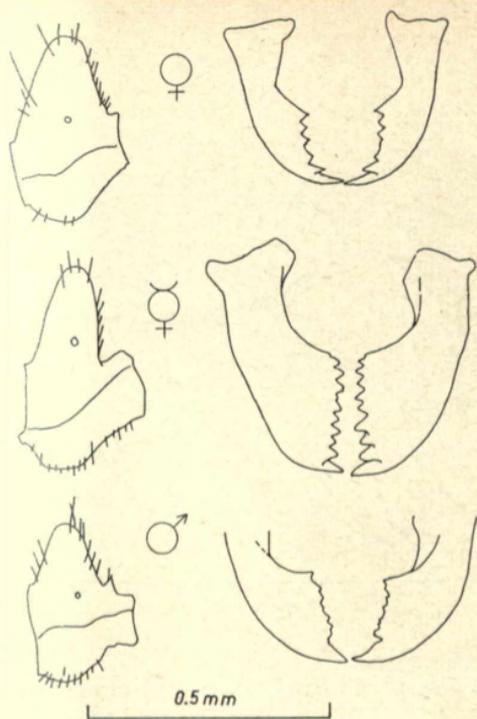


Abb. 2: *L. reginae*: Mandibeln und Petiolus der drei Kasten.

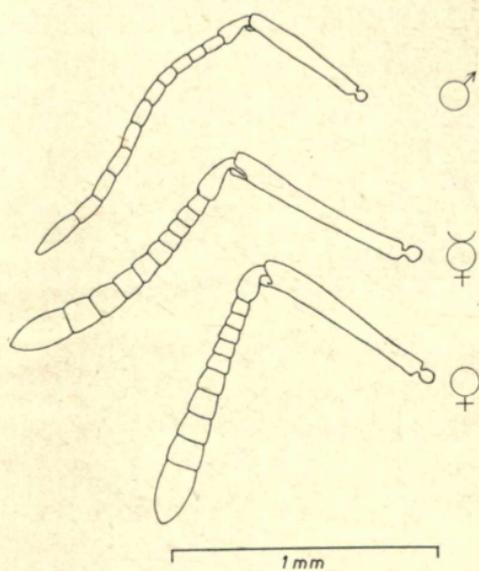


Abb. 3: *L. reginae*: Fühler der drei Kasten.

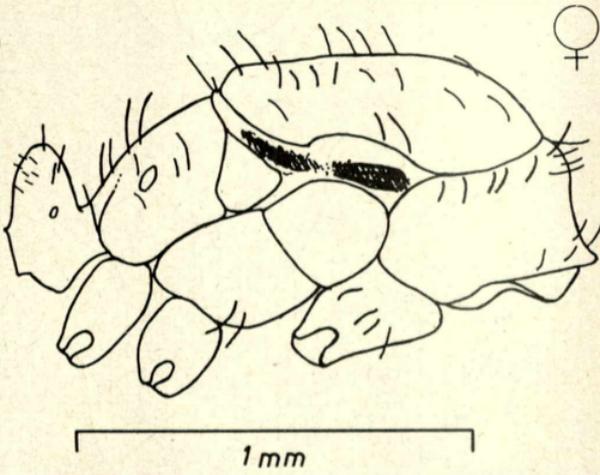


Abb. 4: *L. reginae*: Thorax und Petiolus des Weibchens.

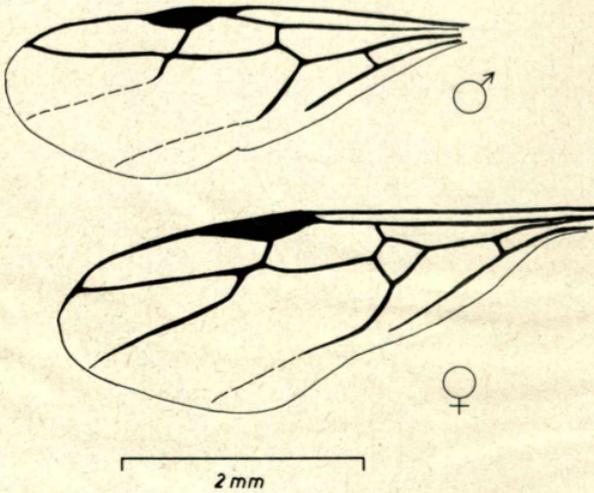


Abb. 5: *L. reginae*: Vorderflügel des Männchens und des Weibchens.

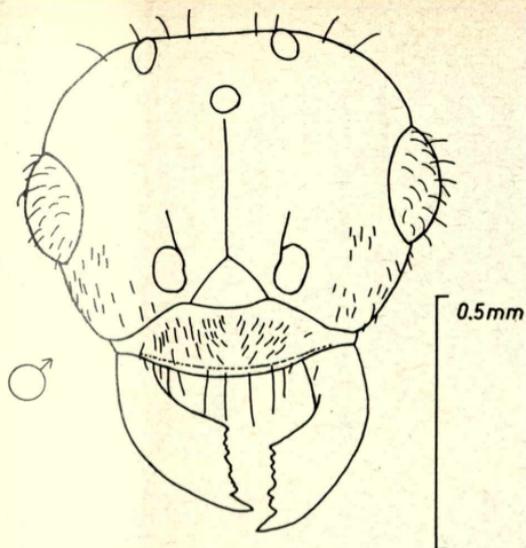


Abb. 6: *L. reginae*: Kopf des Männchens.

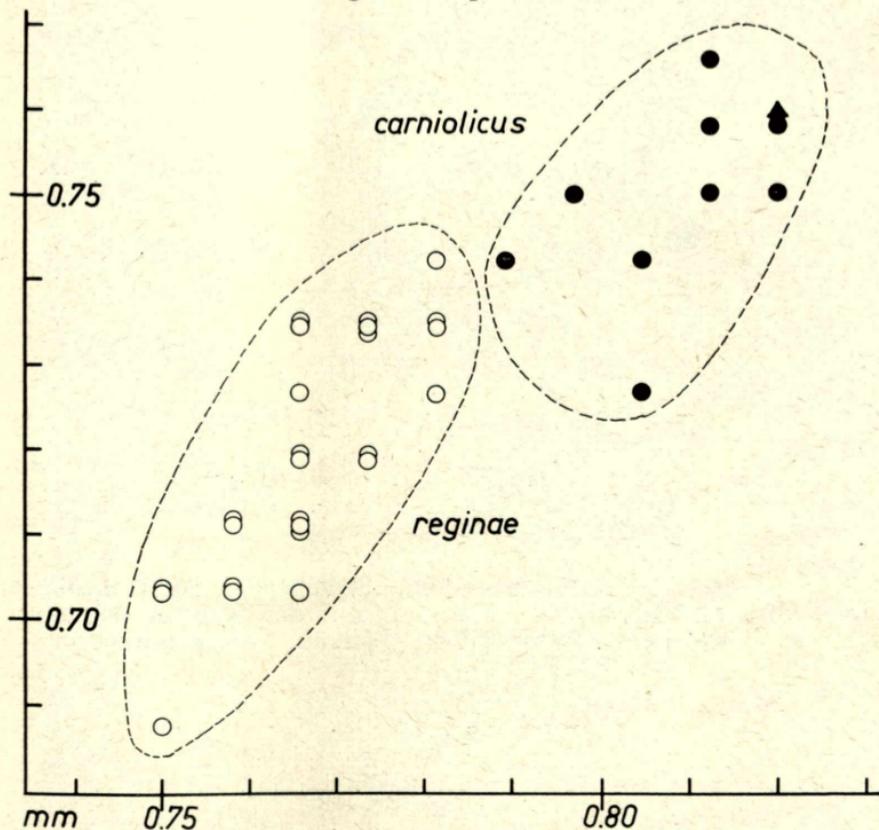


Abb. 7: Kopfbreiten (Ordinate) und Kopfängen (Abszisse) der Weibchen von: *L. reginae* (○), *L. carniolicus* (Afghanistan) (●) und *L. carniolicus* (Insel Krk) (▲).

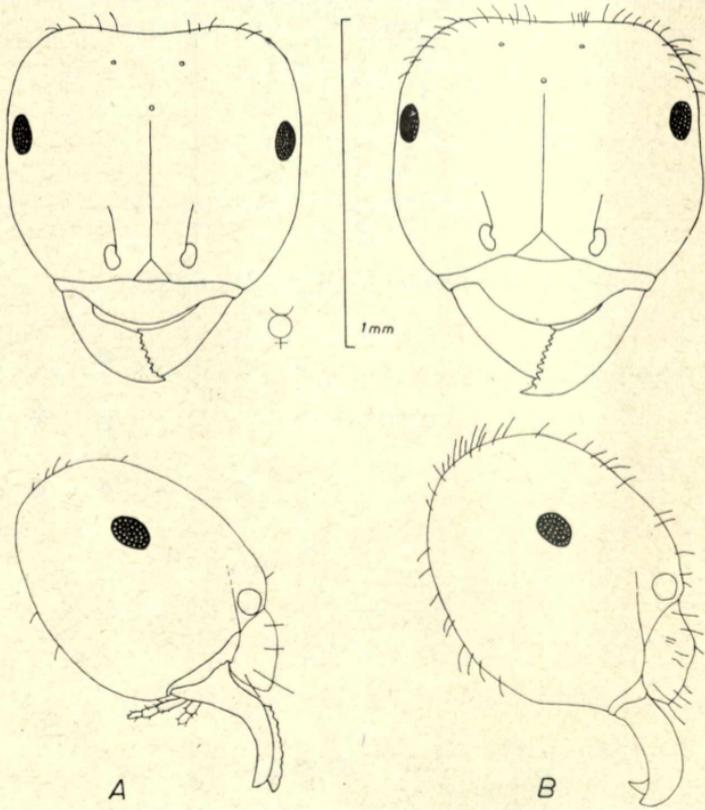


Abb. 8: Kopf der Arbeiterin, frontal mit abstehender Scheitelbehaarung und im Profil mit abstehender Behaarung auf den Kopfkapselkonturen: A. *L. reginae*; B. *L. carnolicus* (Laibach, Koll. M a y r).

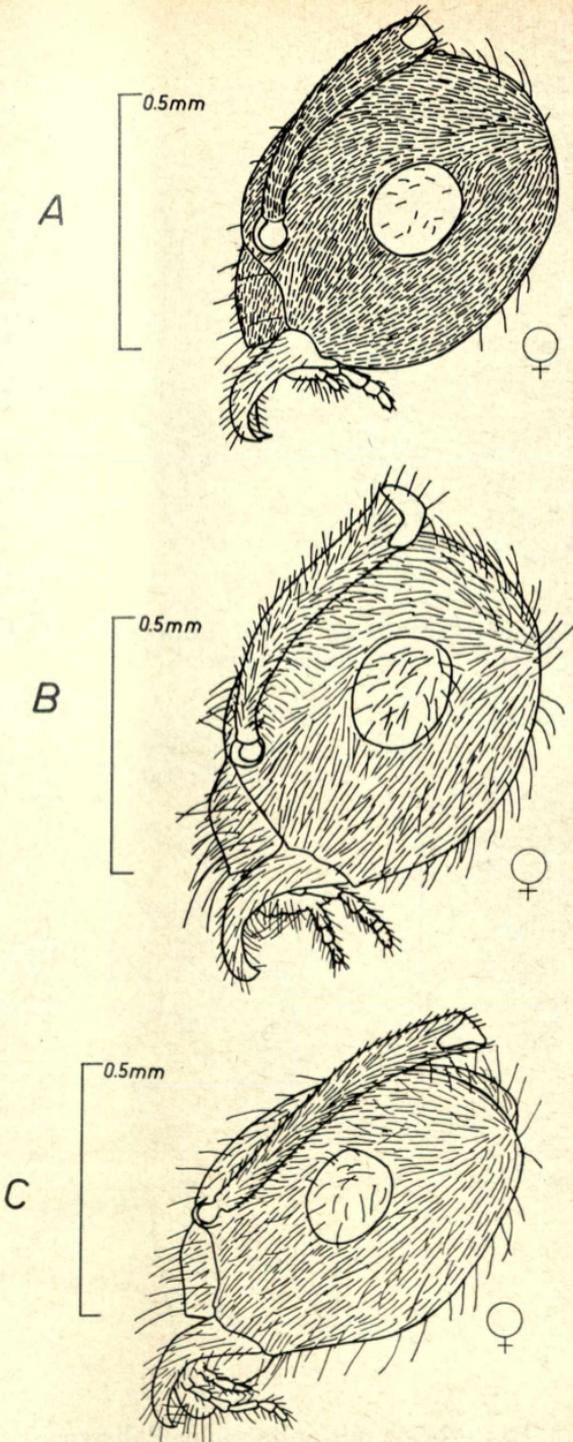


Abb. 9: Kopf des Weibchens im Profil mit Pubeszenz und abstehtender Behaarung: A. *L. reginae*; B. *L. carniolicus* (Insel Krk); C. *L. carniolicus* (Afghanistan).

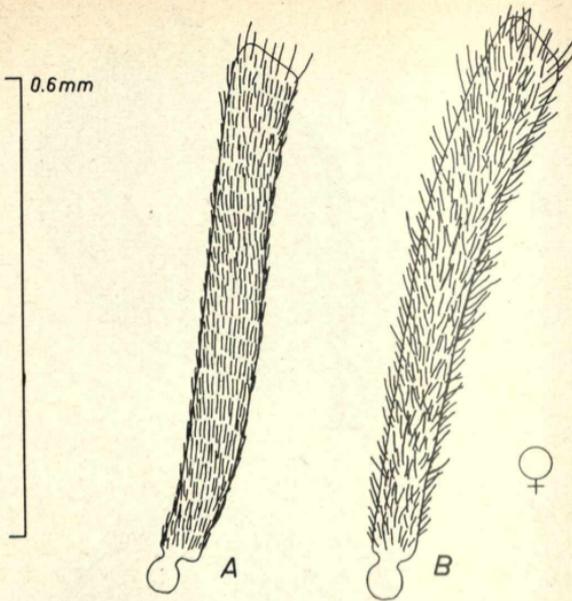


Abb. 10: Weibchen, Fühlerschäfte mit Pubeszenz: A. *L. reginae*; B. *L. carniolicus* (Insel Krk).

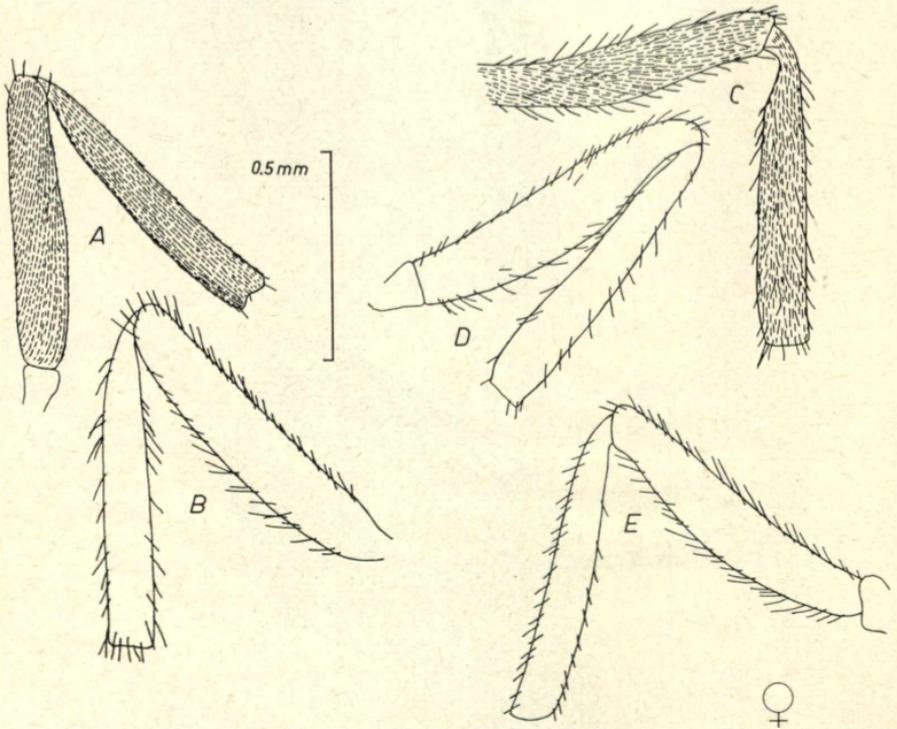


Abb. 11: Weibchen, Hinterbeine mit anliegender Pubeszenz (auf B, D und E nicht eingezeichnet) und abstehender Behaarung: A. *L. reginae*; B bis E: *L. carniolicus*; Fundorte: B. Insel Krk; C. Südfrankreich (Drôme), leg. Forel; D. Laibach (Type); E. Rußland (Kasan), leg. Ruzsky.

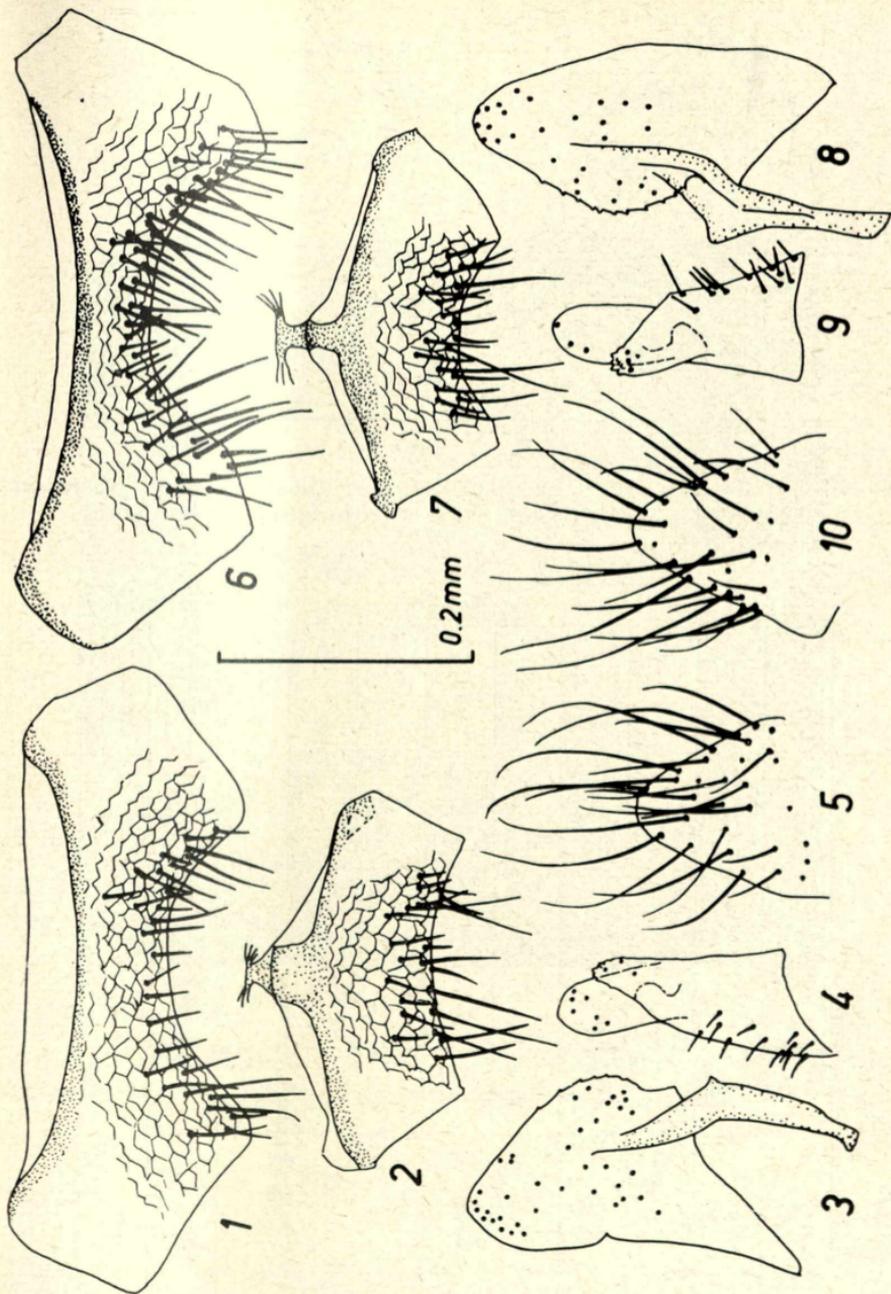


Abb. 15: Männchen, Genitalien: *L. reginae* (1—5); *L. carniolicus* Afghanistan (6—10). 7. Sternit (1 und 6); Subgenitalplatte (2 und 7); Sagitta (3 und 8); Volsella mit Lacinia (4 und 9); Stipes (5 und 10).

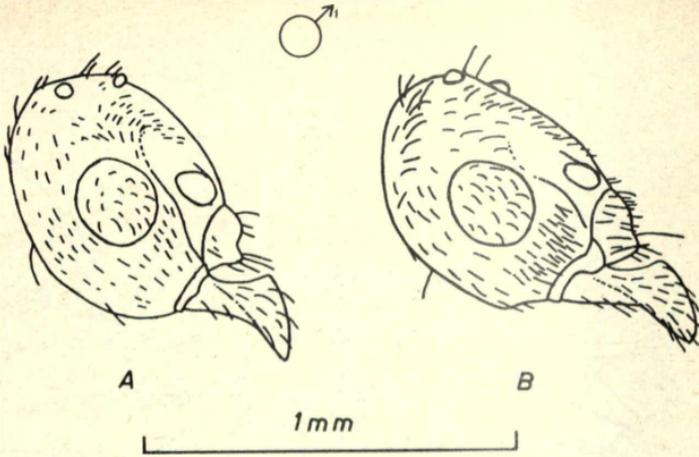


Abb. 12: Männchen, Kopf im Profil mit Pubeszenz und absteher Behaarung: A. *L. reginae*; B. *L. carnolicus* (Afghanistan).

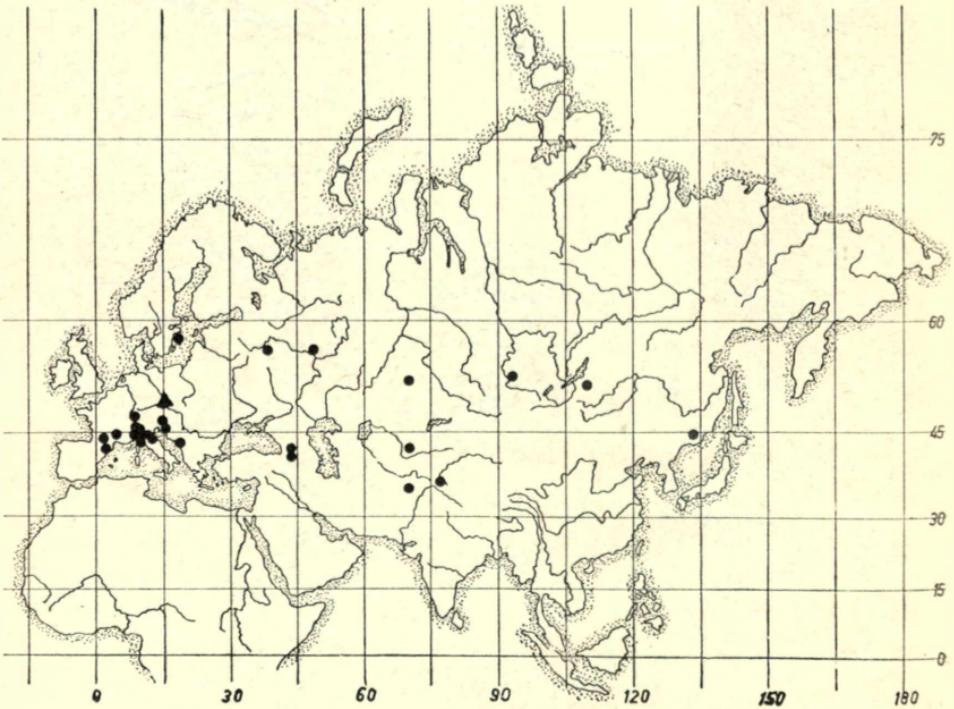


Abb. 14: Verbreitungskarte von *L. carnolicus* (●) nach Kuznetsov-Ugamskij, ergänzt sowie Lage des Fundortes von *L. reginae* (▲).



Abb. 15: *L. reginae*; frisch geöffnetes Nest mit Nestkammern, welche hinter einem senkrecht stehenden, im Bilde nach vorne geklappten Stein angelegt waren.



Abb. 16: *L. reginae*; geflügelte Weibchen (rechts) und Männchen (links) sind schon ab Juni im Nest zu finden.



Abb. 17: *L. reginae*; das Ausschwärmen der Geflügelten beginnt ab Mitte September in den Abendstunden.

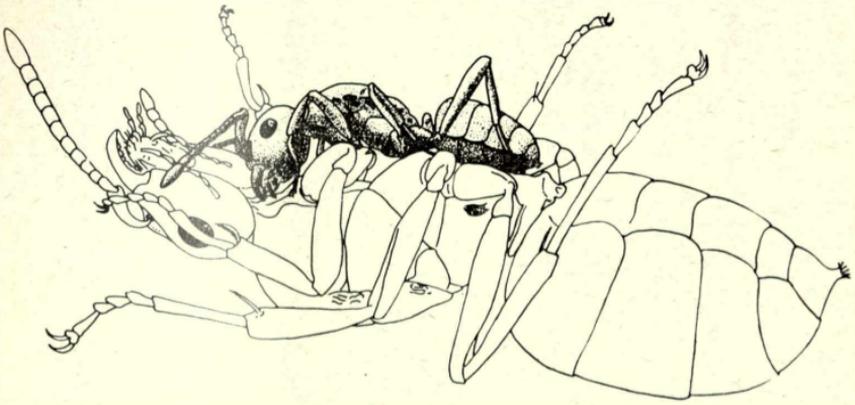


Abb. 18: Ein befruchtetes Weibchen von *L. reginae* hat in einer *L. alienus*-Kolonie die Königin überfallen und verbeißt sich mit den dolchartigen Kiefern an ihrer Kehle. Siehe Erklärungen im Text.



Abb. 19: Kopf des Weibchens von *L. reginae*.

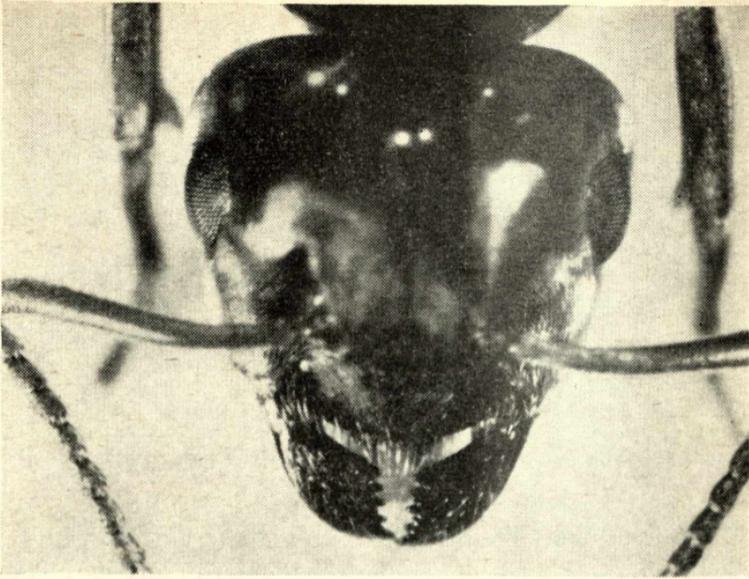


Abb. 20: Kopf des Weibchens von *L. alienus*.

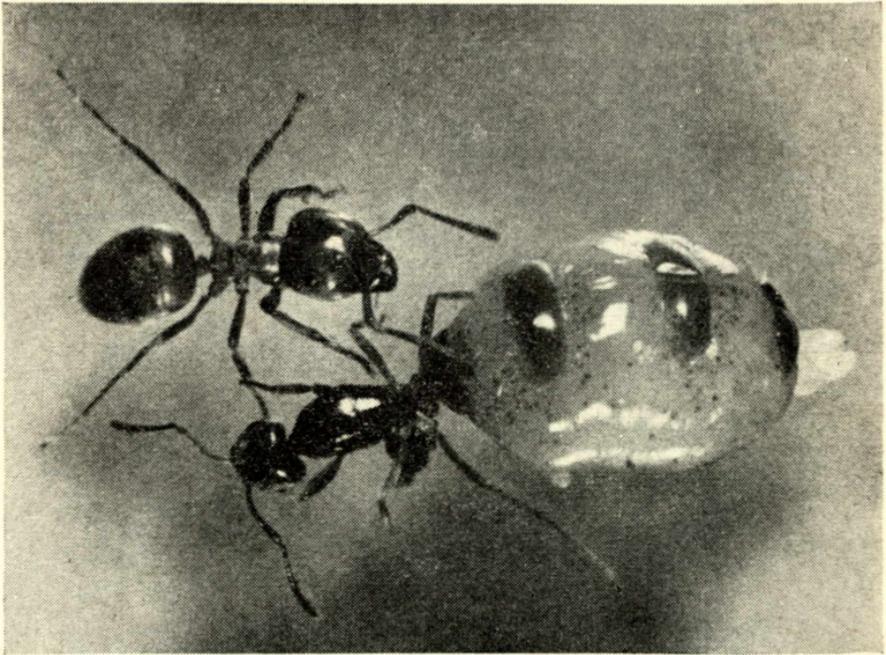


Abb. 21: *L. reginae*; physogastre Königin mit Arbeiterin. Man beachte den viel größeren Kopf der Arbeiterin.

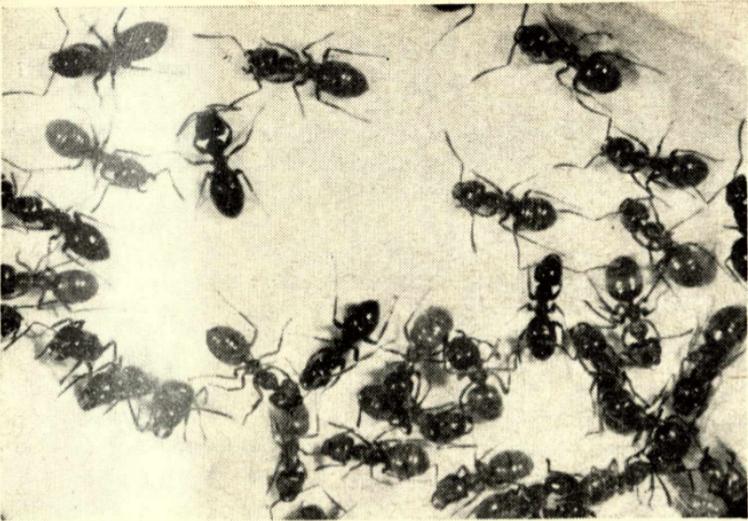


Abb. 22: *L. reginae*- und *L. alienus*-Arbeiterinnen aus einem Mischvolk im Kunstnest angesiedelt.

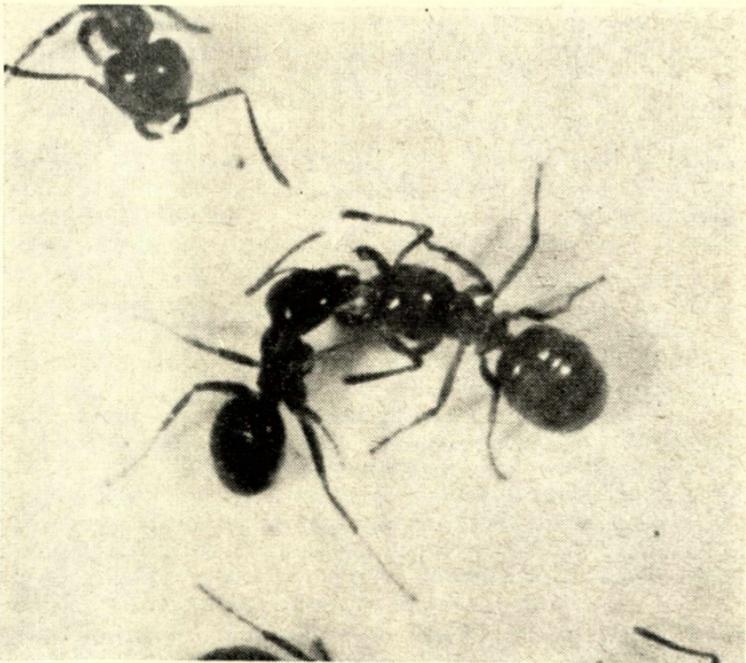


Abb. 23: Eine *L. reginae*-Arbeiterin füttert eine *L. alienus*-Arbeiterin.

Referate

Pearson (L. C.): **Principles of Agronomy. (Grundlagen der Agronomie.)** Reinhold Books in Agricultural Science, Reinhold Publishing Corporation, New York 1967, 434 Seiten, zahlreiche Abbildungen. \$ 10⁵⁰.

Durch die wachsende Bevölkerungszahl und den dadurch ansteigenden Nahrungsmittelbedarf wird eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion zu einem der wichtigsten Probleme. Der Erfolg und das Ausmaß der Produktion hängen mehr und mehr von der Kenntnis der Biologie und der Technologie dieses Gebietes ab. Eine umfassende Ausbildung ist daher die Grundvoraussetzung.

Dem Verfasser gelang es auf Grund seiner langjährigen Erfahrung als Lehrer, die Grundlagen dieses Gebietes in übersichtlicher Weise darzustellen und damit dem Studenten und dem bereits im Beruf stehenden Landwirt ein Lehr- und Nachschlagewerk zu geben. Abgesehen von der Beschreibung der einzelnen Feldkulturen, werden vor allem die wichtigsten Grundlagen der Produktionsmethoden und die die Produktion beeinflussenden Faktoren behandelt, wobei auch der Pflanzenschutz einschließlich der Unkrautbekämpfung entsprechende Beachtung findet. Da auch die wichtigsten Details und Probleme der Botanik, Genetik, Pflanzenzüchtung, Statistik usw. sowie die Grundprinzipien wissenschaftlicher Versuche erläutert werden, bietet das Buch ein abgerundetes Bild dieses Wissenszweiges. Die Klassifikation der landwirtschaftlichen Kulturen ist nach ihrer Wichtigkeit für amerikanische Verhältnisse dargestellt. Ebenso sind die Literaturhinweise hauptsächlich nach diesem Gesichtspunkt gewählt. Den Abschluß bildet ein Verzeichnis der wichtigsten Fachausdrücke, das dem Leser die Terminologie dieser Sparte erläutert.

W. Wittmann

Pest Control by Chemical, Biological, Genetic and Physical Means. (Schädlingsbekämpfung mit chemischen, biologischen, genetischen und physikalischen Methoden.) Bericht über ein Symposium, Vorsitz E. F. Knipling, 1966, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, 214 Seiten.

In vorliegender Schrift wird über ein im Jahre 1964 in Montreal veranstaltetes Symposium berichtet, das alle Wege, die heute in der Schädlingsbekämpfung zur Verfügung stehen, mit ihrer Problematik behandelte. E. F. Knipling weist einleitend auf die dringende Notwendigkeit der Schädlingsbekämpfung im Interesse der ausreichenden Ernährung und Sicherung der Bekleidung der stetig zunehmenden Weltbevölkerung hin. Er unterstreicht die Rolle der Schädlingsbekämpfung für die Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschheit. Die Probleme, die durch die breite Einführung vieler neuer chemischer Bekämpfungsmittel entstanden sind, können nicht durch Diskussion gegensätzlicher Meinungen, sondern nur durch sorgfältige wissenschaftliche Bearbeitung gelöst werden, eine Zielsetzung, der nicht zuletzt dieses Symposium diene.

Nach einführenden Gedanken von A. W. A. Brown über die chemischen Schädlingsbekämpfungsverfahren unterstreicht R. Glen in seinem Vortrag die Notwendigkeit der interdisziplinären Forschung auf dem Gebiete der Schädlingsbekämpfung, die er als eine Disziplin der angewandten Ökologie

bezeichnet. Schon die Tatsache, daß das Auftreten von Schädlingen durch physikalische Faktoren (Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, Feuer, Zusammensetzung der Luft, Luftdruck, Luftbewegung), durch biotische Faktoren (Nahrung, Krankheitserreger, Parasiten, Konkurrenzorganismen), menschliche Eingriffe (Pflanzenschutzmittelanwendung, Kultivierungsmethoden) beeinflusst wird, erfordert die Mitwirkung verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen bei Bearbeitung dieser Probleme.

Für die Entdeckung neuer Insektizide ist die Selektivität ein wichtiger Faktor (R. L. Metcalf): Erwünscht ist selbstverständlich eine auf Insektizide beschränkte Selektivität und möglichst Indifferenz gegenüber Warmblütern, darüber hinaus aber eine Selektivität zugunsten einzelner zu bekämpfender Spezies im Interesse der Schonung nützlicher Organismen. Eine unerwünschte Manifestation des Selektivitätsphänomens stellt die Ausbildung von Insektizidresistenz dar.

Weitere grundsätzliche Beiträge betrafen die Anforderungen an Herbizide, Nagetierbekämpfungsmittel, Lockstoffe, Fungizide, Nematizide und die biologische Schädlingsbekämpfung.

Um die Entwicklung und die Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen auf eine sichere Grundlage zu stellen, benötigen wir bessere Kenntnisse über die Schädlinge selbst, über die Auswirkung der Bekämpfungsmittel auf die Schädlinge, über das Schicksal der Bekämpfungsmittel, über deren Rückstandsverhalten und über die Toxizität der Bekämpfungsmittel gegenüber Fischen, wildlebenden und anderen Tieren (N. C. Brady).

Spezialvorträge waren der Anwendung von Parasiten, räuberischen und pathogenen Organismen zur Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten, der biologischen Unkrautbekämpfung, den Methoden zur Bekämpfung von Krankheiten, Nematoden, Nagetieren, Tierparasiten, den Sterilisationsverfahren, der Resistenzzüchtung, den physikalischen Bekämpfungsmethoden, den Lichtfangmethoden zur Kontrolle von Schädlingspopulationen und der Pflanzenschutztechnik gewidmet.

Dieser Bericht stellt eine Zusammenstellung und Erläuterung von Schwerpunktaufgaben des Pflanzenschutzes der Gegenwart dar und enthält eine Vielzahl für die Pflanzenschutzforschung richtungweisender Gedanken.

F. Beran

Sugar-Beet Glossary. (Zuckerrüben-Lexikon.) Englisch, Französisch, Deutsch und Latein; 178 Seiten. Zusammengestellt vom Institut International de Recherches Betteravières, Tienen (Tirlemont), Belgien. Elsevier Publishing Company, Amsterdam/London/New York, 1967.

Der Zuckerrübenbau gehört zu den höchstentwickelten feldbaulichen Betriebszweigen, nicht zuletzt dank der intensiven zwischenstaatlichen Zusammenarbeit im Rahmen des Internationalen Instituts für Zuckerrübenforschung. Die von diesem Institut besorgte Zusammenstellung wichtiger Fachausdrücke des Rübenbaues, die auch etliche allgemein landwirtschaftliche und technologische Begriffe berücksichtigt (ein spezielles Wörterbuch für die Zuckerindustrie ist in Vorbereitung), wird die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Forschung wesentlich erleichtern. Das Lexikon enthält in den ersten drei Abschnitten über tausend Termini, in den weiteren vier Kapiteln die wichtigen Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter der Zuckerrübe in englischer, französischer, deutscher und fallweise in lateinischer Sprache. Ein dreisprachiger Index ermöglicht eine rasche Information. Die begrüßenswerte Neuerscheinung wird zweifellos Anklang finden. Umso mehr sollte eine eventuelle zweite Auflage zur

Ergänzung und kritischen Durchsicht genützt werden. So etwa wären die deutschen Vulgarnamen zu vervollständigen (Brauner Rübenaskäfer statt Rübenaskäfer, Rübenerdfloh statt Erdfloh, Schwarze Rüben- oder Bohnenblattlaus statt Schwarze Bohnenlaus usw.; die deutsche Bezeichnung für *Agrotis ypsilon* — Ysiloneule — fehlt) und im Index auch die wissenschaftlichen Namen anzugeben. Im Deutschen schreibt man bei mehrgliedrigen Namen alle kennzeichnenden Glieder groß (z. B. Weißer — nicht weißer — Gänsefuß, Neblicher — nicht nebliger — Schildkäfer). Für zusammengesetzte Wörter ist eine einheitliche Schreibweise zu empfehlen (also nicht z. B. „Zaun-Winde“ und „Kohleule“). O. Schreier

Tissue Culture. (Gewebekultur.) Hrg. von C. V. Ramakrishnan, Proceedings of the Seminar held in Baroda under the auspices of the University Grants Commission and The Maharaja Sayajirao University of Baroda, India, January 21—28, 1965. Dr. W. Junk Publishers, Den Haag, 1965. 430 Seiten, zahlr. Abbildungen. US \$ 19'40.

Das Kultivieren von pflanzlichen oder tierischen Zellen und Geweben ist bei weitem über das Stadium eines reinen Experimentierens hinausgewachsen. Die Methode findet mehr und mehr Anwendung, um Probleme auf dem Gebiet der Zellgenetik, der Antibiotika, der Hormone, der Virologie und verschiedene andere Fragen der Zytologie zu lösen, da sie die Ernährung und den Stoffwechsel von Zellen oder Geweben zu studieren ermöglicht, wobei morphologische, biochemische und physiologische Änderungen während des Wachstums und der Differenzierung, Veränderung bei Krankheiten, die Einwirkung von Wirkstoffen usw. „in vitro“ verfolgt werden können. Genau wie in der medizinischen Forschung ergeben sich damit auch zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiete der Pflanzenpathologie. Besonders der Virusforschung werden damit neue Wege eröffnet, um den Vorgang der Infektion und die pathogenen Einflüsse der Viren auf die Zelle zu studieren. Sicherlich wird dieser Sammelband der einschlägigen Arbeiten des Seminars von Baroda zum besseren Verstehen dieser Technik beitragen und zur häufigeren Anwendung in der biologischen Forschung führen.

W. Wittmann

Kool (R. G. A.): L'Agriculture Tunisienne. Analyse d'une économie en voie de modernisation. (Tunesische Landwirtschaft. Analyse einer Ökonomie in Sicht der Modernisierung.) — Wageningen: Veenman & Zonen. 1965, 189 S. 80.

Der Verfasser des vorliegenden Buches hatte die Möglichkeit, sich in den Jahren 1956 bis 1959 mit den agrar-ökonomischen Entwicklungsproblemen von Tunesien zu beschäftigen.

Wie eingehend sich der Autor mit dieser Frage auseinandersetzt, geht schon aus dem umfangreichen einleitenden Kapitel hervor, in dem er anschaulich die Landeskunde im Blickwinkel des Landwirtschaftssektors betrachtet. In den drei folgenden Buchabschnitten behandelt der Verfasser die Viehzucht, den Getreidebau und die Plantagenkulturen des Landes. Das Ergebnis dieser Studie wird im 5. Kapitel nochmals zur Diskussion gestellt und durch einen Zehnjahresplan für den Landwirtschaftssektor für die Jahre 1962 bis 1971 vervollständigt.

In dem abschließenden 6. Buchabschnitt werden die Forderungen, Schwierigkeiten und die Möglichkeiten einer Modernisierung der tunesischen Landwirtschaft dargestellt. Wiederholt weist der Verfasser auf die

großen Hindernisse hin, die sich dieser Modernisierung entgegenstellen, da sich vielfach auch die bodenständige und sehr traditionsgebundene landwirtschaftlich tätige Bevölkerung den ökonomischen Neuerungen entgegensetzt.

Das vorliegende Buch, das durch zahlreiche Karten, Tabellen und graphischen Darstellungen zusätzlich gut ausgestattet ist, stellt nicht nur für den Agrarfachmann und den Wirtschaftsgeographen, sondern besonders auch für den Entwicklungshelfer ein lesenswertes Werk dar. Ein ausführliches Schriftenverzeichnis und ein Index schließen diese Wirtschaftsstudie ab.

H. Schönbeck

Annual Review of Entomology. Band 12, 1967. 556 Seiten. Herausgegeben von der Annual Review, Inc., und der Entomological Society of America, California.

Der neueste Band der alljährlich erscheinenden entomologischen Rundschau enthält eine lange Reihe interessanter Beiträge aus der Feder namhafter Fachleute. In bewährter Weise wird der derzeitige Stand der Forschung auf meist sehr aktuellen Gebieten der Entomologie nicht nur umfassend dargelegt, sondern auch kritisch diskutiert. Dadurch gewinnen die Abhandlungen einen von unpersönlichen Sammelreferaten positiv abweichenden Charakter. Folgende Themen werden besprochen (Autor in Klammer): Leben und Wirken des Entomologen J. C. Fabricius (Tuxen); Der Einfluß der Temperatur auf die Embryonalentwicklung von Insekten (Howe); Die Resorption der Nährstoffe im Verdauungstrakt der Insekten (Treharne); Futterwahl bei Heuschrecken (Mulkern); Lebensweise und Ökologie räuberischer Coccinelliden (Hodek); Die Symbiose zwischen holzbewohnenden Insekten und niederen Pilzen (Graham); Behandlung von Bäumen mit systemischen Insektiziden (Norris); das Problem der räumlich getrennten Verbreitung auf der Südhalbkugel, dargestellt an Hand von Insekten (Brundin); Die Stammesentwicklung und frühere Verbreitung der Trichopteren (Ross); Die Bewertung von Schadauftreten von Forstinsekten (Knight); Die Wirkungsweise von Insektizid-Synergisten (Metcalf); Die Auswirkungen der Insektizidanwendung, speziell der Anwendung chlorierter Kohlenwasserstoffe, auf unschädliche Organismen (Newson); Kritische Betrachtung über *Bacillus thuringiensis* und verwandte Bakterien (Heimpel); Durch Insekten ausgelöste Allergien (Shulman); Über die Entwicklung der von Arthropoden übertragenen Krankheitserreger in verschiedenen Stadien der Überträger und das Passieren dieser Stadien (Burgdorfer und Varma); Zecken als Überträger von durch *Rickettsia* sp. hervorgerufenen Krankheiten des Menschen (Hoogstraal); Neuere Grundlagenforschung über Tsetsefliegen (Glasgow); Fortschritte in der Erforschung der Sprache und Orientierung der Honigbiene (Lindauer); Stammesgeschichtliche Entwicklung und Vererbung des Verhaltens bei Insekten (Ewing und Manning); Akustische Kontakte bei Arthropoden (Alexander). — Die Arbeiten sind als Einführung in die betreffende Sparte und, nicht zuletzt dank der vielen Literaturzitate, als Basis für weitere Untersuchungen bestens geeignet.

O. Schreier

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHEUTZ
DIREKTOR PROF. DR. F. BERAN
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 5

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHEUTZDIENSTES

XXXVI. Band

DEZEMBER 1967

Heft 8/9/10

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Statistische Untersuchungen über die Genauigkeit gaschromatographischer Spurenanalysen (Fehlerquellen der GC-Standards*)

Von Walter Zislavsky

1. Einleitung

Seitdem vor rund 2 Jahrzehnten sich erstmals Cremer u. Prior (1951), Cremer u. Müller (1951 a, b), sowie James u. Martin (1952) mit der gaschromatographischen Trennung und Analyse von Stoffgemischen befaßten, hat dieses Verfahren ungeheuren Aufschwung erfahren. Durch die Entwicklung extrem empfindlicher und zudem mehr oder minder stoffspezifischer Detektoren, wie unter anderem Electron-capture-Detektor (Lovelock u. Lipsky 1960), mikroculometrischer Detektor (Coulson et al. 1960 a, b), und Alkali-Thermoionendetektor (Giuffrida 1964), ist die Gaschromatographie für den Nachweis von Pflanzenschutzmittelspuren bereits zu einem unentbehrlichen Werkzeug geworden. Qualitative und quantitative Analysen von Pflanzenschutzmitteln und deren Rückständen lassen sich mit Hilfe dieses Verfahrens in vielen Fällen rasch und bequem durchführen.

Die Gaschromatographie in ihren zahlreichen Varianten ist, wie Kaiser (1965) schreibt, „in erster Linie eine Trennmethode“. Wenn sie dabei mitunter auch ausgezeichnete quantitative Ergebnisse liefert, ist doch nicht zu übersehen, daß die Genauigkeit dieses Verfahrens im allgemeinen nicht an jene klassisch-chemischer Bestimmungsmethoden heranreicht. Allerdings mit der Einschränkung, daß viele Auftrennungen oder Stoffidentifizierungen — nicht nur auf dem Pestizidsektor — überhaupt erst durch die Gaschromatographie ermöglicht worden sind.

*) Vortrag gehalten anlässlich des VI. Internationalen Pflanzenschutzkongresses, Wien 1967.

Inbesondere gilt dies für jene Spurenanalysen für die die üblichen Techniken der Chemie versagen, wodurch die Aussagekraft der Gaschromatographie auf diesem Gebiete eine dominierende Rolle einnimmt. Um zu einer richtigen Einschätzung des Aussagewertes, nicht allein des gaschromatographischen, sondern jedweden Meßverfahrens zu gelangen, bedarf es freilich einer erschöpfenden Fehleranalyse des betreffenden Meßverfahrens.

Den einfachsten und wohl umfassendsten Überblick über die Genauigkeit eines Analysenergebnisses erhalte man bei Untersuchung der in Frage stehenden Probe durch verschiedene, möglichst zahlreiche Untersuchungsstationen. Aus den dann mehr oder weniger voneinander abweichenden Ergebnissen jeder einzelnen Station ließe sich dann die Standardabweichung (mittlerer Fehler) eines Einzelergebnisses, sowie auch des Mittelwertes, in kürzester Zeit errechnen. Bei dieser Art der Berechnung wären sämtliche systematischen und zufälligen Fehler gemeinsam erfaßt, wodurch man sich über eine Analyse der Fehler keine Gedanken zu machen brauchte. Diese Methode der Fehlerbestimmung ist, obgleich sie letztlich ein einigermaßen objektives Werturteil über den Aussagewert der gaschromatographischen Ergebnisse liefert, bei Routineuntersuchungen undurchführbar. Nur in Einzelfällen, etwa im Rahmen von Enqueteuntersuchungen kann dieses summarische Verfahren der Genauigkeitsprüfung anwendbar sein.

So bleibt für die gaschromatographische Praxis durchwegs nur der andere kompliziertere Weg gangbar, aus der Analyse der möglichen Fehler eine Aussage über die Genauigkeit bzw. Ungenauigkeit der gewonnenen Untersuchungsergebnisse herzuleiten. Dabei mag es zunächst scheinen, als wäre auch hier die Möglichkeit geboten, ohne tiefergehende fehlertheoretische Erörterungen, allein durch mehrfache Wiederholungen wirksame Aussagen über die Untersuchungsgenauigkeit zu erhalten. Dies ist aber nur in sehr beschränktem Maße der Fall, bleiben doch systematische Fehler dabei vollkommen unberücksichtigt und zum anderen besteht dabei auch keine Möglichkeit etwa einzelne bekannte Fehlereffekte zum Abzug zu bringen oder varianzanalytisch zu eliminieren, um so den Unsicherheitsbereich möglichst eng erstellen zu können.

Es erschien aus diesem Grunde lohnenswert, die statistische Problematik der gaschromatographischen Untersuchungstechnik sozusagen von Grund her aufzurollen und schrittweise die Bedeutung der einzelnen Fehlerkomponenten zu erfassen. Dabei war bald zu erkennen, daß eine statistisch erschöpfende Behandlung selbst nur des Teilgebietes der gaschromatographischen Spurenanalysen mit stoffspezifischen Eichfaktoren außerordentlich umfangreich ist, so daß eine Teilung des Stoffes zweckmäßig erscheint. Da diese Art der gaschromatographischen quantitativen Analyse stets auf einen Vergleich der a priori unbe-

kannten Konzentration einer Lösung der zu untersuchenden Substanz mit einer als Maßeinheit dienenden Lösung bekannter Konzentration (Standardlösung, Testlösung, Eichlösung) hinausläuft, ergibt sich zwanglos folgende Gliederung der gaschromatographischen Fehlerquellen:

1. Fehlerquellen der GC-Standards
2. Fehlerquellen des GC-Meßverfahrens
3. Fehlerquellen der Probenaufbereitung.

Die nachfolgenden Abschnitte werden ausschließlich mit den Fehlerquellen der GC-Standards befaßt sein. Es sei vorangestellt, daß diese Fehler wohl in den meisten Fällen klein sind gegenüber den eigentlichen gaschromatographischen Fehlern und den Fehlern bei der Probenaufbereitung (Stichprobenfehler, Extraktionswirksamkeit, Recovery etc.). Doch ist es zweifellos von Nutzen, über die Art und Größenordnung der möglichen, im Einzelfall stets systematischen Fehler der gaschromatographischen Standards, die gleichsam den Fehler des Maßstabes repräsentieren, informiert zu sein, zumal über diese Fehlergruppe in der Literatur kaum konkrete Angaben zu finden sind.

Zu einem späteren Zeitpunkt ist als ergänzender Teil eine Studie über die Fehler des GC-Meßverfahrens, vor allem im Hinblick auf Spurenanalysen geplant, wogegen die Fehlerquellen der Probenaufbereitung je nach der verwendeten Arbeitsmethodik zu unterschiedlich sein werden, so daß eine einheitliche Bearbeitung zunächst nicht vorgesehen ist.

Die Fehler der GC-Standards hängen von der Art der Herstellung und der Art der Aufbewahrung ab.

2. Fehler der GC-Standards

2, 1) Fehler bei der Herstellung gaschromatographischer Eichlösungen

Bei Spurenanalysen, nicht nur von Pflanzenschutzmitteln, werden meist extrem verdünnte Vergleichslösungen (GC-Standards) etwa bis 0,01 ppm benötigt. Da jeder Verdünnungsvorgang mit Ungenauigkeiten seitens der verwendeten Glasgeräte und seitens der individuellen Arbeitstechnik verbunden ist, erhebt sich die Frage: Welche Ungenauigkeiten entstehen durch die Verdünnung, bzw. wie genau lassen sich Eichlösungen verschiedener Konzentration herstellen ?

Der oft sehr große Umrechnungsfaktor bei gaschromatographischen Spurenanalysen *) gibt mitunter Anlaß zu recht vagen Vermutungen

*) Wenn von 100 ml eines Extraktes oder einer Lösung 2 Mikroliter eingespritzt, d. h. zur gaschromatographischen Bestimmung verwendet werden, beträgt der Umrechnungsfaktor $\frac{100\,000}{2} = 50\,000$ in bezug auf die Gesamtprobe.

über die Größenordnung seines Fehlers. Genaue Kenntnisse dieses Fehlers sind jedoch nur auf experimentelle Weise zu erhalten. Dabei ist es durchaus nicht notwendig, sämtliche möglichen Verdünnungen bzw. verschieden konzentrierte Eichlösungen auch tatsächlich zu bereiten, denn die dabei resultierenden Gesamtfehler lassen sich rechnerisch aus den experimentell bestimmten Elementarfehlern ermitteln.

Bei der Herstellung von Standardlösungen benötigt man an Gerätschaften eine Waage, Pipetten und Meßkolben. Somit sind Wägefehler, Pipettenfehler und Meßkolbenfehler in Rechnung zu stellen. Von Meßzylindern sei hier wegen deren größeren Ungenauigkeit abgesehen, ebenso wie auch von der experimentellen und mathematischen Behandlung von Wägefehlern. Diese findet man ausführlich beispielsweise bei Benedetti-Pichler (1959) behandelt. Aus den elementaren Pipetten- und Meßkolbenfehlern können die Verdünnungsfehler abgeleitet und in weiterer Folge die Fehler der mehr oder weniger verdünnt bereiteten Eichlösungen angegeben werden.

Fehler, die allfälligen Unreinheiten des verwendeten Wirkstoffes (Mindergehalt) zuzuschreiben sind (bei technischen Produkten durchaus in der Größenordnung von einigen Prozenten) werden dadurch natürlich nicht erfaßt und müßten a priori überhaupt vermieden oder in Rechnung gestellt werden!

2,11 Pipettenfehler

Beim Pipettieren wird bekanntlich Flüssigkeit in einem engen Glasrohr auf eine vorgegebene Marke eingestellt und der Inhalt dann in ein Gefäß nach Wahl entleert. Ungenauigkeiten können dabei entstehen wenn das Pipettenvolumen nicht genau dem angegebenen Wert entspricht (= Glasgerätefehler), sowie auch durch unterschiedlich genaue Arbeitstechnik (= Pipettierungsfehler). Beide Komponenten zusammen bestimmen den Pipettenfehler.

Zur Bestimmung der Volumsfehler und Pipettierungsfehler der von uns im Labor zu Verdünnungen verwendeten Pipetten haben wir jeweils die Volumina von 20 stichprobenweise herausgegriffenen Pipetten der Größen 1 ml, 5 ml und 10 ml durch Wasserpipettierungen und Auswägen der pipettierten Mengen ermittelt. Dabei wurden die üblichen Korrekturen, wie Dichtekorrektur (Temperaturablesung bei jeder Einzelwägung) und Auftriebskorrektur angebracht. Eine Volumskorrektur für die temperaturabhängige Ausdehnung des Glasgefäßes wurde jedoch nicht vorgenommen, da dies auch in der Praxis für gegenständliche Zwecke durchwegs unterlassen wird. Pro Pipette wurden 5 Pipettierungen, d. h. 5 Wiederholungen vorgenommen, um auch den Pipettierungsfehler neben dem Glasgerätefehler erfassen, bzw. in seiner Größenordnung abschätzen zu können.

Als Pipetten verwenden und empfehlen wir ausschließlich „geeichte“ Pipetten, durchwegs Normalglas mit kapillar ausgezogener Spitze*) (Abb. 1). Alle anderen insbesondere ungeeichte Typen ohne ausgezogene Spitze waren, vor allem im 1 ml-Bereich, wie informative Messungen ergaben, durchwegs abzulehnen. Besonders ungünstig erwiesen sich dabei graduierte Typen, sogenannte Meßpipetten.

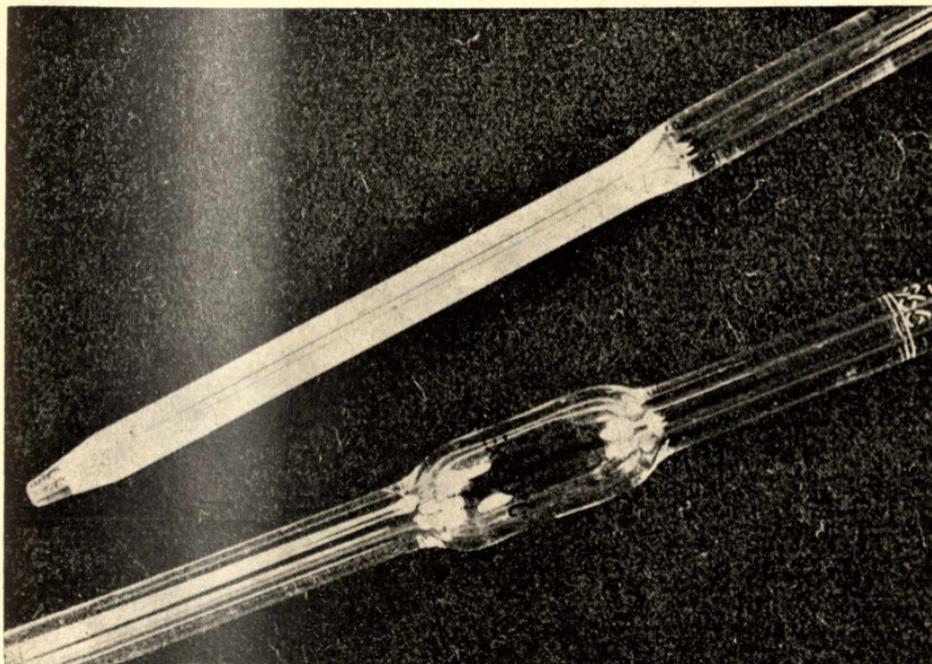


Abb. 1: Pipette mit ausgezogener Spitze.

Nachfolgende Originaltabelle enthält die (korrigierten) Ergebnisse für die 1 ml Pipetten (20 Pipetten à 5 Wiederholungen). Angegeben sind die Abweichungen der Volumina von Sollwert 1 ml (+ = Volumen zu groß, - = Volumen zu klein, Einheit: 0,0001 ml). Die Auswertung der erhaltenen Daten erfolgte varianzanalytisch. Man erhält als

$$\text{Subtraktionsglied: } k = \frac{1}{N} S^2 x_i = \frac{346^2}{100} = 1197,16, \text{ sowie für}$$

$$\text{SQ-Gesamt: } S x_i^2 - k = (-18)^2 + (-7)^2 + 32^2 + \dots + (-20)^2 - 1197,16 = 35\,846,84$$

$$\text{SQ-Pipetten: } \frac{S}{5} S_P^2 - k = 26^2 + (-62)^2 + (-5)^2 + \dots + (-91)^2 - 1197,16 = 23\,296,44$$

*) In den meisten Fällen Fabrikat der Fa. Haack, Wien.

**Tabelle 1: Abweichungen der Volumina von 1 ml-Eichpipetten
(Einheit 0,0001 ml)**

Pipette	Wiederholungen					S _p	\bar{x}_p
	1	2	3	4	5		
No. 1	- 18	- 7	+ 32	+ 8	+ 11	+ 26	+ 5,2
No. 2	+ 10	- 23	+ 17	- 8	- 58	- 62	- 12,4
No. 3	+ 11	- 17	+ 7	- 13	+ 7	- 5	- 1,0
No. 4	- 1	+ 13	- 1	+ 26	- 4	+ 33	+ 6,6
No. 5	0	- 6	+ 4	+ 25	+ 3	+ 26	+ 5,2
No. 6	+ 19	- 9	- 6	+ 15	- 2	+ 17	+ 3,4
No. 7	- 14	0	- 2	+ 10	- 14	- 20	- 4,0
No. 8	- 4	+ 7	+ 9	- 3	- 7	+ 2	+ 0,4
No. 9	- 17	- 7	- 5	- 11	+ 3	- 37	- 7,4
No. 10	- 14	- 15	9	- 9	- 13	- 60	- 12,0
No. 11	- 19	+ 35	- 26	- 24	- 14	- 48	- 9,6
No. 12	+ 6	+ 33	+ 13	+ 9	+ 12	+ 73	+ 14,6
No. 13	- 56	- 55	- 48	- 61	- 40	- 260	- 52,0
No. 14	- 23	- 10	- 25	- 16	- 8	- 82	- 16,4
No. 15	+ 28	+ 23	+ 15	+ 19	+ 32	+ 117	+ 23,4
No. 16	- 8	- 2	- 5	+ 8	+ 1	- 6	- 1,2
No. 17	- 19	- 6	- 15	- 9	- 5	- 54	- 10,8
No. 18	+ 6	+ 14	+ 4	+ 6	+ 11	+ 41	+ 8,2
No. 19	+ 11	+ 8	+ 12	+ 4	+ 9	+ 44	+ 8,8
No. 20	- 20	- 14	- 20	- 17	- 20	- 91	- 18,2
S _w	- 122	- 38	- 49	- 41	- 96	- 346	- 69,2
\bar{x}_w	- 6,10	- 1,90	- 2,45	- 2,05	- 4,80	- 17,30	- 3,46

Daraus ergibt sich die in Tab. 2 zusammengefaßte Varianztabelle, wobei SQ die Summen der Abweichungsquadrate, FG die Freiheitsgrade, MQ das mittlere Quadrat ($MQ = SQ/FG$) und F den errechneten Wert der F-Prüfverteilung bedeuten. MQ \rightarrow bedeutet: Mittleres Quadrat ist Schätzung von

Tabelle 2: Varianztabelle zur 1 ml-Pipettenprüfung

Streuung zwischen den	SQ	FG	MQ	F	MQ \rightarrow
Pipetten	23 296,44	19	1226, 1284	7,82	$\sigma_0^2 + N_0 \sigma_1^2$
Wiederholungen	12 550,40	80	156, 8800	—	σ_0^2
Insgesamt	35 846,84	99	—	—	—

MQ = 156,8800 als Schätzwert s_0^2 von σ_0^2 repräsentiert den messungsmäßigen, d. h. pipettierungsmäßigen Anteil der Volumsstreuung der Pipetten. Die pipettenmäßige, d. h. glasgerätetmäßige

Streuung (Varianz) beträgt σ_1^2 . Ihr Schätzwert s_1^2 errechnet sich aus der Beziehung MQ $1226,1284 = s_0^2 + N_0 s_1^2$ gemäß Linder (1960), Snedecor (1948) mit $N_0 = 5$, da ja jeder Pipettenmittelwert (\bar{x}_p in Tab. 1) aus 5 Einzelwerten resultiert. Für s_1^2 erhält man aus obiger Gleichung dann 213,8497 und für

$s_0 = 12,53 = 0,1253\%$ als Standardabweichung der Pipettierung

$s_1 = 14,62 = 0,1462\%$ als Standardabweichung der Pipetten an sich.

Natürlich sind bei der Pipettierung in der Praxis Pipettenfehler und Pipettierungsfehler untrennbar vereinigt, so daß bei einer Pipettierung mit Pipette insgesamt eine Streuung (Varianz von)

$s_{0+1}^2 = s_0^2 + s_1^2$ gemäß dem Fehlerfortpflanzungsgesetz in Rechnung zu stellen ist. Man erhält für

$s_{0+1}^2 = 370,7297$ und daraus $s_{0+1} = 19,25 = 0,1925\%$.

In gleichartiger Berechnungsweise — auf die Wiedergabe der Originaltabellen, analog zu Tab. 1, sei verzichtet — wurden auch für 5 ml- und 10 ml-Pipetten durch Bestimmung der Streuungskomponenten die mittleren Fehler (Standardabweichung) einer praktischen Pipettierung s_{0+1} und die Komponenten Pipettenfehler s_1 und Pipettierungsfehler s_0 bestimmt. Tabelle 3 zeigt eine Zusammenstellung dieser Größen in Form der prozentuellen Standardabweichung $s\%$, als 100-faches

des Variationskoeffizienten $\frac{s_i}{\bar{x}}$ (= Standardabweichung dividiert

durch Mittelwert). Die korrespondierenden Variationskoeffizienten sind sinngemäß als v_1 und v_0 bezeichnet, während der letztlich bei der praktischen Arbeit pro Pipettierung in Erscheinung tretende Gesamtvariationskoeffizient v_{0+1} einfachheitshalber in der Folge mit v_p benannt werden soll.

Tabelle 3: Variationskoeffizienten (prozentuelle Standardabweichung) verschiedener Pipettenvolumina

Komponente		1 ml	5 ml	10 ml
Pipette	v_1	$\pm 0,1462\%$	$\pm 0,0640\%$	$\pm 0,0993\%$
Pipettierung	v_0	$\pm 0,1253$	$\pm 0,0325$	$\pm 0,0171$
Insgesamt effektiver Pipettenfehler	v_p	$\pm 0,1925$	$\pm 0,0718$	$\pm 0,1008$

Es ist Tab. 3 zu entnehmen, daß der glasgerätemäßige (Fertigung, Alterung etc.) Fehleranteil den von der individuellen Arbeitstechnik abhängigen Pipettierungsfehler in allen drei Fällen, vornehmlich aber bei den größeren Pipettenvolumina übertrifft. Natürlich wird dies nur

dann der Fall sein, wenn die Pipettierung nach den geltenden Richtlinien so sorgfältig als möglich durchgeführt wird, doch ist dies hier vorausgesetzt. Der Gesamtfehler, also der Fehler mit dem tatsächlich bei einer Pipettenbenützung zu rechnen ist, ist erwartungsgemäß bei den 1 ml-Pipetten am größten, wozu auch der pipettierungsmäßige Anteil nahezu zu 50% beiträgt. Im Hinblick auf bessere Genauigkeit wären demnach 5 ml- und 10 ml-Pipetten zu bevorzugen. Ob der Unterschied der Variationskoeffizienten von 0,07% und 0,10% tatsächlich gesichert ist, die getesteten 5- bzw. 10 ml-Pipetten also tatsächlich unterschiedlich sind, wurde nicht getestet, da dies für die weiteren Betrachtungen bedeutungslos ist, zudem in diesem Falle ohnedies nur eine empirisch konkrete Behandlung der Fehler zweckmäßig und möglich erscheint.

Im großen und ganzen gesehen sind die mittleren Pipettenfehler v_p in der Größenordnung von rund 0,1–0,2% als überaus gering im Vergleich zu den sonstigen gaschromatographischen Fehlern anzusehen. Es ist jedoch dabei zu beachten, daß es sich bei den genannten Werten um statistische Durchschnittsfehler handelt, die dem Parameter σ der Gauss'schen Normalverteilung entsprechen und nicht um die möglichen Maximalfehler, wie sie oft in der chemischen Fehlerrechnung in differentieller Ausdrucksweise verwendet werden (Doerfel 1962). Als statistischen Maximalfehler kann man jenen Fehler bezeichnen, der etwa nur in 1% aller Fälle überschritten wird. Er beträgt das 2,576-fache von σ . Der 99%-Streubereich beträgt dann für die 1 ml-Pipetten $\pm 0,50\%$, für die 5 ml-Pipetten $\pm 0,19\%$ und für die 10 ml-Pipetten $\pm 0,26\%$. Auf eine nähere Diskussion der in den Tabellen 1–3 zusammengestellten Ergebnisse muß im Rahmen des gestellten Themas verzichtet werden.

Die getesteten Pipetten selbst wurden und werden laufend für Routineanalysen verwendet und sind in den meisten Fällen praktisch rauen Bedingungen unterworfen gewesen (ständige Chromschwefelsäurewäsche und Trocknen im Trockenschrank).

2,12 Meßkolbenfehler

In völlig analoger Weise wie bei den Pipetten wurden Volumsüberprüfungen von Meßkolben üblicher Fertigung durch Wasserwägungen mit entsprechenden Korrekturen vorgenommen. Wie bei den Pipetten wurden jeweils 20 Meßkolben in 5 Wiederholungen der Größen 10 ml, 50 ml und 100 ml getestet. Wir verwendeten dabei nicht unbedingt einheitliche Typen, sondern eine Stichprobe aus unserem Meßkolbenreservoir, doch überwiegend aus Jenaer Glas von Schott & Gen. Mainz (Abb. 2). Auf die Wiedergabe einer Auswahl von Einzelwerten (wie in Tab. 1 bei den Pipetten) sei hier verzichtet. Tabelle 4 enthält analog zu Tabelle 3 zusammenfassend die glasgerätemäßigen

Meßkolbenfehler (bedingt durch Ungenauigkeiten der Fertigung, bzw. Eichung und durch Alterung), sowie die arbeitsmäßigen Füllfehler in Form ihrer prozentuellen Variationskoeffizienten (Standardabweichung dividiert durch Mittelwert), sowie den daraus zusammengesetzten effektiven Meßkolbenfehler v_k (%).

Tabelle 4: Variationskoeffizienten (prozentuelle Standardabweichung) verschiedener Meßkolbenvolumina

Komponente		10 ml	50 ml	100 ml
Meßkolben	v_1	$\pm 0,1284\%$	$\pm 0,0533\%$	$\pm 0,0451\%$
Füllung	v_0	$\pm 0,0322$	$\pm 0,0100$	$\pm 0,0169$
Insgesamt effektiver Meßkolbenfehler	v_k	$\pm 0,1324$	$\pm 0,0543$	$\pm 0,0481$

Wie in dieser Tabelle ersichtlich und zu erwarten, übertreffen die mittleren Fehler der Meßkolben (glasgerätemäßige Fehleranteile) die beim Füllen verursachten Fehler. Erwartungsgemäß ist der Gesamtfehler bei den 10 ml-Kolben am größten. Demnach wäre den 50- und 100 ml-Meßkolben für genauere Verdünnungen der Vorzug einzuräumen. Ob der Unterschied der Variationskoeffizienten von 0,054 und 0,048% der 50 ml- und der 100 ml-Kolben tatsächlich gesichert, die Kolben hinsichtlich ihrer Genauigkeit tatsächlich unterschiedlich sind, wurde wegen Belanglosigkeit nicht geprüft.

In Gesamtbetrachtung liegen die mittleren Meßkolbenfehler v_k unter den Pipettenfehlern v_p und sind in ihrer Größenordnung von rund 0,05% bis 0,15% gegenüber den gaschromatographischen Fehlern geradezu verschwindend. Selbst die 2,576-fachen von v_k , welche den 99%-Streubereich charakterisieren, sind demgemäß klein und betragen für 10 ml-Kolben $\pm 0,34\%$, für 50 ml-Kolben $\pm 0,14\%$ und für die 100 ml-Kolben $\pm 0,13\%$.

Ebenso wie die Pipetten waren auch die Meßkolben keiner besonders sorgsamten Behandlung unterworfen, womit insbesondere die Heißlufttrocknung nach der Wäsche gemeint ist.

Sowohl bei den Pipetten als auch bei den Meßkolben wurden systematische Volumsabweichungen der Mittelwerte aus den jeweils 100 Einzelwerten vom Sollwert 0 wohl beobachtet, waren aber im Hinblick auf die Gesamtstreuung nicht gesichert und blieben daher unberücksichtigt. Abgesehen von der Oberflächenspannung des verwendeten Lösungsmittels ist dieser Effekt möglicherweise auch etwas von der Arbeitstechnik der eingesetzten Arbeitskraft abhängig.

2,13 Der Verdünnungsfehler

Wie bereits erwähnt, sind bei Kenntnis der Pipettenfehler v_p und der Meßkolbenfehler v_k die in verschiedenen Verdünnungsstufen auftretenden Fehler elementar errechenbar, wodurch auf zeitraubende Experimente verzichtet werden kann.

Wenn die Konzentration der zunächst angesetzten Stammlösung (Urlösung) durch die Einwaage E und Auflösung in einem Lösungsmittelvolumen K_0 als E/K_0 (etwa mg/ml oder ppm = $\mu\text{g}/\text{ml}$) gegeben ist, lassen sich die Konzentrationen verschiedener Verdünnungsstufen dieser Stammlösung durch

$$C_n = \frac{E}{K_0} \frac{P_1}{K_1} \frac{P_2}{K_2} \frac{P_3}{K_3} \dots \frac{P_n}{K_n} \quad (1)$$

ausdrücken, wobei die P_i die Pipettenvolumina und die K_i die Meßkolbenvolumina der i -ten Verdünnungsstufe bedeuten. C_n ist dann die Konzentration der n -ten Stufe.

Beispiel: $E = 10 \text{ mg}$, $K_0 = 100 \text{ ml}$.

Konzentration der Stammlösung $C_0 = 10 \text{ mg}/100 \text{ ml} = 0,1 \text{ mg/ml} = 100 \text{ ppm}$.

Gewünschte Verdünnung auf 0,1 ppm also 1:1000 in 3 Stufen 1:10.

Praktische Durchführung: 1. Stufe 5 ml Pipette/50 ml Kolben, die beiden weiteren Stufen mit 1 ml Pipetten und 10 ml Kolben. Für die Konzentration der gewünschten 3. Verdünnungsstufe erhält man dann

$$C_3 = C_0 D = 100 \frac{5}{50} \frac{1}{10} \frac{1}{10} = 100 \frac{1}{1000} = 0,1 \text{ ppm}$$

Die Größe D ist der Verdünnungsfaktor, im genannten Beispiel 1/1000 und C_0 die Konzentration der Stammlösung.

Natürlich sind diese Ableitungen trivial, doch notwendig um den mittleren Fehler s_0 des Verdünnungsfaktors $D = \frac{P_1}{K_1} \frac{P_2}{K_2} \frac{P_3}{K_3} \dots \frac{P_n}{K_n}$ aus den einzelnen mittleren Pipettenvolumenfehlern (s_p) und Meßkolbenvolumenfehlern (s_k) gemäß

$$D \pm s_D = \frac{(P_1 \pm s_{p1})}{(K_1 \pm s_{k1})} \frac{(P_2 \pm s_{p2})}{(K_2 \pm s_{k2})} \frac{(P_3 \pm s_{p3})}{(K_3 \pm s_{k3})} \dots \frac{(P_n \pm s_{pn})}{(K_n \pm s_{kn})} \quad (2)$$

abzuleiten. Dies läuft mathematisch darauf hinaus, den mittleren Fehler von Produkten und Quotienten zu errechnen.

Der mittlere Fehler, bzw. dessen Quadrat, die Varianz (Streuung) eines Produktes $(A \pm a)(B \pm b)$, dessen Komponenten voneinander stochastisch unabhängig sind, ist wenn a/A und b/B hinreichend klein sind, durch Rückführung des Produktes auf entsprechende Summen zu errechnen und beträgt

$$s^2_{AB} = (AB)^2 \left[\left(\frac{a}{A} \right)^2 + \left(\frac{b}{B} \right)^2 \right]$$

(Behrens 1933, Graf, Henning u. Stange 1966).

Mit den Variationskoeffizienten $a/A = v_A$, $b/B = v_B$ und $s_{AB}/AB = v_{AB}$ erhält man daraus

$$v_{AB}^2 = v_A^2 + v_B^2.$$

Die Varianz eines Quotienten $(A \pm a)/(B \pm b)$ mit voneinander unabhängigen Komponenten beträgt für hinreichend kleine Variationskoeffizienten a/A bzw. B/b (Rückführung der Quotienten auf Differenzen)

$$s_{A/B}^2 = \left(\frac{A}{B}\right)^2 \left[\left(\frac{a}{A}\right)^2 + \left(\frac{b}{B}\right)^2 \right]$$

und bei Substitution der Variationskoeffizienten

$$v_{AB}^2 = v_A^2 + v_B^2.$$

Somit sind die Quadrate der Variationskoeffizienten beliebiger Produkte und Quotienten durch die Summen der Quadrate der Variationskoeffizienten der Einzelfaktoren herzuleiten. Für die Varianz s_D^2 des Verdünnungsfaktors D , bzw. dem Quadrat ihres Variationskoeffizienten ($v_D = s_D/D$) ergibt sich aus (1)

$$v_D^2 = v_{P_1}^2 + v_{P_2}^2 + v_{P_3}^2 + \dots + v_{P_n}^2 + v_{K_1}^2 + v_{K_2}^2 + v_{K_3}^2 + \dots + v_{K_n}^2, \quad (3)$$

wobei als $v_{P_i} = s_{P_i}/P_i$ die Variationskoeffizienten der einzelnen Pipettenfehler und als v_{K_i}/K_i die Variationskoeffizienten der einzelnen Meßkolbenfehler, wie sie experimentell bestimmt wurden, bezeichnet sind. Das 100-fache von v_D ist der mittlere prozentuelle Fehler des Verdünnungsfaktors D .

Die für die weiteren Berechnungen verwendeten experimentellen Werte der v_P und v_K (Gesamtfehler, wie sie auch in Tab. 3 u. 4 enthalten sind, sind nebst ihren Quadraten in nachstehender Tabelle 5 zusammengefaßt.

Tabelle 5: Übersicht der Variationskoeffizienten (%)

		v_P	v_P^2
Pipetten	1 ml	0,1925%	0,037 056 25
	5 ml	0,0718	0,005 155 24
	10 ml	0,1008	0,010 160 64
		v_K	v_K^2
Kolben	10 ml	0,1324%	0,017 529 76
	50 ml	0,0543	0,002 948 49
	100 ml	0,0481	0,002 313 61

Für einen Verdünnungsfaktor von $D = 1/10$ mit 1 ml Pipette und 10 ml Kolben erhält man beispielsweise

$$v_{1/10}^2 = 0,1925^2 + 0,1324^2 = 0,037 056 25 + 0,017 529 76 = 0,054 586 01$$

und

$$v_{1/10} = 0,2336 = 0,23\%.$$

Die analog errechneten mittleren Verdünnungsfehler der elementaren Pipetten-Kolbenkombinationsmöglichkeiten sind in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6: Elementare mittlere Verdünnungsfehler
(Variationskoeffizienten %)

Kolben	Pipetten		
	1 ml	5 ml	10 ml
10 ml	0,23% D = 1/10	0,15% D = 1/2	—
50 ml	0,20% D = 1/50	0,09% D = 1/10	0,11% D = 1/5
100 ml	0,20% D = 1/100	0,09% D = 1/20	0,11% D = 1/10

Fehler, welche seltener als in 1% aller Fälle auftreten, werden durch das 2,576-fache dieser Werte repräsentiert. Tabelle 7 enthält diese 99%-Streubereiche für Verdünnungsstufen von 1/10 bis 1/1.000.000 in Abhängigkeit von den verwendeten Pipetten- und Meßkolbengrößen. Die Extremwerte sind jeweils fett gedruckt. Bis 1:1000 sind sämtliche, darüber hinaus nur die wichtigsten Möglichkeiten angeführt. Hinsichtlich der Fehler ist nur maßgeblich, welche Pipetten und welche Kolben benutzt wurden, unbeschadet ihrer Reihenfolge.

Tabelle 7 enthält außer den in der Kolonne $\pm 0^\circ \text{C}$ angeführten Fehlern auch jene Fehler, welche entstehen, wenn während der Pipettierung und während der Auffüllung der Meßkolben die Temperatur nicht konstant ist. In Rechnung gestellt wurden dabei mittlere Temperaturschwankungen von $\pm 1^\circ \text{C}$ und $\pm 2^\circ \text{C}$. Wie durch hier nicht näher angeführte informative thermoelektrische Messungen nachgewiesen werden konnte, können sich die Temperaturschwankungen schon während des Verdünnungsvorganges, selbst nach Korrektur auf die Temperatur eines auf der Arbeitsfläche befindlichen Thermometers, bis zu diesen Größenordnungen bewegen. Das Angreifen des Kolbens oder des Pipettenbauches mit der Hand kann bei kleinen Volumina sogar noch erheblich größere Temperatursteigerungen zur Folge haben, während wiederum bei langsamem Eingießen des Lösungsmittels eine Abkühlung durch die entstehende Verdunstungskälte zu beobachten ist. Selbst am gleichen Tisch stehende Meßkolben haben keineswegs die gleiche Temperatur (verschiedene Strahlungseinflüsse, unterschiedliche Tischplattentemperatur etc.). Bei hinlänglich sorgfältiger Arbeit wird man den Fehler für $\pm 1^\circ \text{C}$ veranschlagen können. Eine absolute Ausschaltung dieser unkontrollierbaren Temperaturfehler wäre, soweit er die Meßkolben betrifft, nur durch Thermostatisierung im Flüssigkeitsbad zu bewerkstelligen.

Die Größenordnung der statistischen Temperaturfehler ist aus den kubischen Ausdehnungskoeffizienten α der als Lösungsmittel verwendeten Flüssigkeiten zu errechnen. Hier sei ein mittlerer von Wert $\alpha = 0,0014 \text{ grad}^{-1}$ ($= 0,14\%/grad$) angenommen (Pentan: $\alpha = 0,00160$, Hexan: $0,00135$, Heptan: $0,00124$, Azeton: $0,00143$ etc., siehe D'Ans u. Lax 1943 u. a. Tabellenwerke).

Der Verdünnungsfaktor (2) selbst ist unabhängig von systematischen Temperatureinflüssen, d. h. es ist, soweit es den Faktor betrifft, letztlich gleichgültig bei welchen Raumtemperaturen verdünnt wird, vorausgesetzt nur, daß Pipetten und Meßkolbentemperatur derselben Verdünnungsstufe gleich groß sind. Denn für 1 Verdünnungsstufe folgt

$$D_1 = \frac{P_1(1 + \alpha \Delta t)}{K_1(1 + \alpha \Delta t)} = \frac{P_1}{K_1}$$

wobei Δt die Abweichung $t_r - t_0 = \text{Raumtemperatur} - \text{Temperatur bei der Herstellung der Stammlösung (Ausgangslösung)}$ bedeutet.

Bei Existenz voneinander unabhängiger Temperaturfehler s_i während der Verdünnung ist der temperaturbedingte Verdünnungsfehler v_{Dt} aus

$$D \pm v_{Dt} = \frac{P_1[1 + \alpha(\Delta t_1 \pm s_1)]}{K_1[1 + \alpha(\Delta t_1 \pm s_1)]} \frac{P_2[1 + \alpha(\Delta t_2 \pm s_2)]}{K_2[1 + \alpha(\Delta t_2 \pm s_2)]} \text{ usw.} \quad (4)$$

zu errechnen, wobei die Fehlerglieder αs_i jedoch nicht algebraisch gekürzt werden dürfen (unabhängige Fehler!), sondern, wie bereits ausgeführt, in Form der Quadrate ihrer Varianzkoeffizienten v_i addiert und zu einem gemeinschaftlichen mittleren Fehler zusammengesetzt werden.

Mit $v_t = \alpha s_i$ folgt für eine Verdünnungsstufe $v_{Dt}^2 = 2v_t^2 = 2(\alpha s_i)^2$. Bei beliebig vielen Verdünnungsstufen ist demgemäß pro Glasgefäß der Term v_t^2 in Rechnung zu setzen, so daß in diesem Falle $v_{Dt}^2 = n v_t^2$ ist, wobei n die Gesamtzahl der Pipetten und Meßkolben bedeutet.

Unter Annahme einer mittleren Temperaturstandardabweichung (s_i) von $\pm 1^\circ \text{ C}$, bzw. $\pm 2^\circ \text{ C}$ gegenüber der Bezugstemperatur am Arbeitstisch (oder gegenüber einer beliebigen Bezugstemperatur) wird $v_i = \alpha s_i$ mit $\alpha = 0,14\%/Grad$ zu

$$v_{\pm 1^\circ} = \pm 0,14\% \text{ und } v_{\pm 2^\circ} = \pm 0,28\%$$

Bei Annahme einer Temperaturstandardabweichung von $\pm 2^\circ \text{ C}$ beträgt die temperaturbedingte Streuung des Verdünnungsfehlers beispielsweise für eine 3-malige Verdünnung 1:10 (3 Pipetten + 3 Kolben): $v_{D(\pm 2^\circ)}^2 = 6 \cdot 0,0784 = 0,4704$. Zuzüglich der Pipetten- und Meßkolbenfehler $v_{\pm 0^\circ}$ beträgt der Gesamtverdünnungsfehler dann $v_{D}^2 = 6v_{D(\pm 2^\circ)}^2 + v_{D(\pm 0^\circ)}^2 = 0,4704 + 0,4047^2$, woraus für $v_D = 0,796\%$ folgt. In Tabelle 7 ist nur das 2,576-fache dieses Wertes (99%-Streubereich) $= 2,05\%$ angeführt.

Tabelle 7: Verdünnungsfehler (99%-Streubreiche; 2,576 v_D) für verschiedene Temperaturstreuungen und Verdünnungskombinationen

	Pipetten (ml)	Meßkolben (ml)	D-Typ	99%-Streubreiche		
				$\pm 0^\circ \text{C}$	$\pm 1^\circ \text{C}$	$\pm 2^\circ \text{C}$
		1 : 10				
10	100		0,1	0,29%	0,59%	1,06%
5	50		0,1	0,23	0,56	1,05
1	10		0,1	0,60	0,79	1,18
		1 : 100				
1	100		0,01	0,51	0,72	1,14
10	100	100	0,12	0,41	0,83	1,50
10	100	50	0,12	0,37	0,81	1,49
10	100	10	0,12	0,67	0,98	1,59
5	50	50	0,12	0,33	0,79	1,48
5	50	10	0,12	0,65	0,97	1,58
1	10	10	0,12	0,85	1,12	1,67
		1 : 1.000				
10	100	100	0,01-0,1	0,59	0,93	1,56
5	100	50	0,01-0,1	0,56	0,91	1,55
1	100	10	0,01-0,1	0,79	1,07	1,64
10	100	100	0,13	0,50	1,01	1,84
10	100	50	0,13	0,47	1,00	1,83
10	100	10	0,13	0,73	1,14	1,91
10	100	50	0,13	0,44	0,99	1,82
10	100	50	0,13	0,71	1,13	1,90
10	100	10	0,13	0,90	1,26	1,98
5	50	50	0,13	0,40	0,97	1,81
5	50	10	0,13	0,69	1,12	1,90
5	50	10	0,13	0,88	1,25	1,97
1	10	10	0,13	1,04	1,37	2,05

1	1	100	100	100	100	0,01 ²	0,72	1,02	1,61
10	10	100	100	100	100	0,01.0,1 ²	0,65	1,10	1,88
5	5	100	50	50	50	0,01.0,1 ²	0,61	1,07	1,87
1	1	100	10	10	10	0,01.0,1 ²	0,99	1,33	2,03
10	10	100	100	100	100	0,1 ⁴	0,58	1,17	2,12
5	5	50	50	50	50	0,1 ⁴	0,46	1,12	2,09
1	1	10	10	10	10	0,1 ⁴	1,20	1,58	2,37
						1 : 100.000			
10	1	100	100	100	100	0,01 ² .0,1	0,78	1,18	1,93
5	1	100	100	50	50	0,01 ² .0,1	0,76	1,16	1,92
1	1	100	100	10	10	0,01 ² .0,1	0,94	1,29	2,00
10	10	100	100	100	100	0,01.0,1 ³	0,71	1,24	2,16
5	5	100	50	50	50	0,01.0,1 ³	0,65	1,21	2,14
1	1	100	10	10	10	0,01.0,1 ³	1,16	1,55	2,35
10	10	100	100	100	100	0,1 ⁵	0,64	1,31	2,37
5	5	50	50	50	50	0,1 ⁵	0,52	1,25	2,34
1	1	10	10	10	10	0,1 ⁵	1,35	1,76	2,65
						1 : 1.000.000			
1	1	100	100	100	100	0,01 ³	0,89	1,25	1,98
10	10	100	100	100	100	0,01 ² .0,1 ²	0,83	1,31	2,20
5	5	100	100	50	50	0,01 ² .0,1 ²	0,79	1,29	2,19
1	1	100	100	10	10	0,01 ² .0,1 ²	1,12	1,51	2,33
10	10	100	100	100	100	0,01.0,1 ⁴	0,77	1,38	2,41
5	5	100	50	50	50	0,01.0,1 ⁴	0,69	1,33	2,38
1	1	100	10	10	10	0,01.0,1 ⁴	1,31	1,74	2,63
10	10	100	100	100	100	0,1 ⁶	0,70	1,43	2,60
5	5	50	50	50	50	0,1 ⁶	0,57	1,37	2,56
1	1	10	10	10	10	0,1 ⁶	1,47	1,93	2,90

In Tabelle 7 sind ferner die optimal zu wählenden Verdünnungswege ersichtlich. Zuzufolge der doch unvermeidlichen Temperaturfehler während der Verdünnung sind durchwegs die Wege geringster Verdünnungsstufenanzahl zu bevorzugen (geringster Geschirraufwand). Die Beträge der Ungenauigkeiten erreichen, wie ersichtlich, selbst im ungünstigsten Fall knapp 3%.

Der mittlere prozentuelle Gesamtfehler für eine in einer bestimmten Verdünnungsstufe hergestellte Standardlösung errechnet sich gemäß den obigen Ausführungen unter Berücksichtigung von (1) allgemein zu

$$v = \sqrt{v_E^2 + Sv_K^2 + Sv_P^2 + nv_t^2} \quad (5)$$

mit den Variationskoeffizienten für v_E : Einwaage, v_K : Meßkolben, v_P : Pipetten, v_t : Temperatur (siehe S. 125), sowie n als Gesamtzahl aller verwendeten Pipetten und Kolben. Tabelle 8 enthält eine Übersicht dieser Gesamtfehler ($2,576v$) für verschiedene Verdünnungen, errechnet für die günstigsten und ungünstigsten Fälle unter Zugrundelegung eines Wägefahlers von $v_E = 0,1\%$ *). Wie ersichtlich, spielen die unkontrollierten Temperaturschwankungen eine bedeutende Rolle, wengleich auch mit Abweichungen bis zu 3% nur im ungünstigsten Falle zu rechnen ist. Die in Tab. 8 angegebenen Werte können wohl als Richtwerte dienen. Exakte Verallgemeinerungen sind jedoch nur unter Verweisung auf die Formel (5) möglich.

Tabelle 8: Gesamtfehler von Standardlösungen
(99% Streubereiche; 2,576 v)

Mittl. Temperatur- abweichung		$\pm 0^\circ \text{ C}$		$\pm 1^\circ \text{ C}$		$\pm 2^\circ \text{ C}$	
		Günstigst	Ungün- stigt	Günstigst	Ungün- stigt	Günstigst	Ungün- stigt
ppm	Lösung ppm						
10000*	1000*	0,29%	0,43%	0,46%	0,56%	0,78%	0,84%
1000	100	0,37	0,74	0,73	0,97	1,30	1,45
100	10	0,44	0,95	0,86	1,25	1,38	1,87
10	1	0,49	1,13	1,02	1,48	1,73	2,22
1	0,1	0,55	1,28	1,12	1,67	1,79	2,51
0,1	0,01	0,59	1,41	1,25	1,85	2,07	2,78
0,01	0,001	0,64	1,54	1,33	2,01	2,12	3,02

*) Stammlösung (Ausgangskonzentration).

2.14 Systematischer Temperaturfehler

Wie bereits ausgeführt, bleibt der Verdünnungsfaktor von systematischen Temperaturfehlern unbeeinflusst. Wohl aber besteht ein systemati-

*) Vielleicht etwas hoch angesetzt, doch liegt zumindest der Auftrieb in dieser Größenordnung.

scher Temperaturfehler wenn eine beliebige Verdünnungsstufe der Urlösung zum Zeitpunkt des Einspritzens in den Gaschromatographen eine andere Temperatur (t_R) aufweist als beim Ansetzen der Urlösung (t_0) gegeben war.

Aus (1) erhält man unter Berücksichtigung des Temperaturunterschiedes $\Delta t = t_R - t_0$ für die Konzentration der bei der Temperatur t_R zur Einspritzung herangezogenen n -ten (an sich beliebigen) Verdünnungsstufe (C_{nR}):

$$C_{nR} = \frac{E P_1 P_2 P_3}{\bar{K}_0 \bar{K}_1 \bar{K}_2 \bar{K}_3} \cdot \frac{P_n}{K_n [1 + \alpha(t_R - t_0)]} = \frac{C_{no}^*)}{1 + \alpha(t_R - t_0)} \approx \approx C_{no} [1 - \alpha(t_R - t_0)],$$

bzw. einen relativen Fehler von $-\alpha(t_R - t_0)$. Mit $\alpha = 0,14\%$ erhält man $C = -0,14 (t_R - t_0)$, d. s. $0,14\%$ pro Grad. Bei einem Temperaturunterschied von $10^\circ C$ ergibt dies rund $1,40\%$, bei $15^\circ C$ rund $2,10\%$. Durch Kenntnis bzw. Messung der entsprechenden Arbeitstemperatur t_R und der Temperatur t_0 beim Ansetzen der Stammlösung wäre dieser Fehler immerhin rechnerisch eliminierbar.

Wird beispielsweise die Stammlösung bei $17^\circ C$ (etwas kühlere Raumtemperatur) angesetzt und eine Verdünnung davon in den Sommermonaten, wo die Temperatur im Gaschromatographenraum, wie beobachtet, $32^\circ C$ erreichen kann, in dem betreffenden Raum als Eichlösung verwendet, resultiert für $\Delta t = 15^\circ C$ ein Fehler von rund -2% (Konzentrationserniedrigung durch Ausdehnung).

Genau betrachtet ist für t_R an Stelle der Raumtemperatur (bzw. Meßkolbentemperatur) richtiger die Temperatur der Testlösung in der Injektionsspritze im Moment der Volumsablesung zu setzen. Die Handwärme bedingt, daß t_R in der Spitze durchschnittlich höher sein wird als die Temperatur der umgebenden Luft. So wurden durch Einführung eines Thermoelementes in eine $100 \mu l$ **) Hamilton-Spritze und Simulation der üblichen Arbeitstechnik folgende Werte der Temperaturüberhöhung gegenüber Raumtemperatur erhalten (Tab. 9).

Tabelle 9: Temperaturüberhöhung in Hamilton-Spritze (Mittelwerte aus je 5 Versuchen)

A) 10maliges Vorspülen (imitiert), dann übliche Handhabung (Luftentfernung, Aufziehen, Ablesen)	
a) Spritze in der Mitte des Glases gehalten	+ 4,3° C
b) Spritze am oberen Ende gehalten	+ 0,6° C

*) C_{no} = Sollkonzentration bei der Temperatur t_0 .

**) Wegen des größeren Lumens zwecks Einführung des Thermoelementes verwendet; Glaswandung jedoch von etwa der gleichen Stärke wie bei $10 \mu l$ -Spritzen.

B) Ohne Vorspülimitation, nur übliche Handhabung

- a) Spritze in der Mitte des Glases gehalten. +1,7° C
 b) Spritze am oberen Ende gehalten +0,3° C

Wie ersichtlich, ist es also günstig, zur optimalen Eliminierung des systematischen Temperaturfehlers t_{it} um rund 0,5 bis 5° C, je nach Arbeitstechnik, höher anzusetzen oder andernfalls mit den dieser Temperaturüberhöhung korrespondierenden zusätzlichen Fehlern (bis 0,7) zu rechnen. Grobe Temperaturabweichungen, etwa durch Liegenlassen der Spritze auf einem sonnenbeschienenen Platz, sind natürlich zu vermeiden.

Im Zusammenhang mit der Einspritztechnik sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß systematische Fehler (ein- u. derselben Spritze zumindest für eine bestimmte Auswertrichtung ohne Einfluß bleiben, nämlich wenn sich durch Vergleich zweier Volumina der betreffende Fehler heraushebt. Ergibt beispielsweise die zu untersuchende Probe einen Peak der Fläche F_2 bei einem eingespritzten Volumen von v_2 Mikrolitern, dann beträgt die diesem Peak zugehörige Gewichtsmenge

$$m = \frac{F_2}{F_1} c v_1,$$

wobei c die Konzentration der Eichlösung und v_1 das eingespritzte Volumen der Eichlösung bedeutet (bzw. ist $c v_1$ die dem Peak F_1 der Eichlösung zugehörige Menge der Testsubstanz). Jede systematische Ungenauigkeit des Spritzenvolumens geht hier mit vollem Betrag in die Rechnung ein. Errechnet man aber den Gesamtgehalt M der Probe an der gaschromatographisch untersuchten Substanz, dann ist, wenn V das Gesamtvolumen der Probe bedeutet, mit V/v_2 zu multiplizieren (Umrechnungsfaktor), also

$$M = m \frac{V}{v_2} = \frac{F_2}{F_1} \frac{v_1}{v_2} c V.$$

Ein den Volumina v_1 und v_2 d. h. der gleichen Injektionspritze gemeinsamer systematischer Fehler (z. B. Spritze zeigt immer 10% zuviel an u. dgl.) hebt sich dabei heraus. Beim Temperatureffekt durch die Handwärme wird dies nur mehr oder minder der Fall sein. — Nichtsystematische Spritzen- oder Einspritzungsungenauigkeiten äußern sich dagegen in einer Streuung der Meßpunkte von der zugehörigen Eichlinie. Die Analyse dieser Fehler ist einer späteren Arbeit vorbehalten.

Zum Abschluß der bisherigen Erörterungen muß bemerkt werden, daß die Glasgerätefehler, Temperaturfehler und arbeitsmäßigen Fehler, wie sie bisher behandelt wurden, in gleicher Weise auch bei der Probenaufbereitung wirksam sind und demgemäß in Rechnung gestellt werden müßten.

2,2) Fehler bei der Aufbewahrung gaschromatographischer Testlösungen

2,21) Verdampfungsfehler

Umfangreiche Untersuchungen wurden dem Studium der Haltbarkeit der Testlösungen im Hinblick auf die Verdampfungsverluste des meist leichtflüchtigen Lösungsmittels gewidmet. Dieser Frage ist insofern besondere Bedeutung beizumessen, als es aus arbeitstechnischen Gründen wünschenswert ist, die Testlösungen so lange als möglich verwenden zu können. So wären bei einem Repertoire von rund 33 Wirkstoffen mit 3 Verdünnungsstufen bereits jedesmal an die 100 Testlösungen mehr oder minder oft frisch zu bereiten. Den Bestrebungen nach möglichst langer Lagerung der Testlösungen steht nun freilich deren allmähliche durch die Lösungsmittelverdampfung bedingte Konzentrationserhöhung gegenüber.

Durch den Einsatz spezifischer und vor allem extrem empfindlicher Detektoren, wie sie beispielsweise im Pflanzenschutz für Rückstandsuntersuchungen eingesetzt werden, sind an die Aufbewahrungsbehälter der Testlösungen geradezu extreme Forderungen an Reinheit und Inertheit zu stellen. Weder Behälter noch Verschlüsse dürfen störende, interferierende Substanzen abgeben. Falls man keine Spezialbehälter verwendet, wie z. B. kleine 10 ml-Glasfläschchen mit aufschraubbarer Kunststoffmembran, die im Bedarfsfall durchstochen wird (z. B. „Nanogen“-Standards), sondern mit den üblichen chemischen Gerätschaften auszukommen trachtet, dann bleibt nur die Möglichkeit Glasflaschen mit Glasschliffstopfen*) zu verwenden, die absolute Sauberkeit gewährleisten. Es sei an dieser Stelle vorweggenommen, daß die günstigsten Ergebnisse mit den an sich enghalsigen Meßkolben erhalten wurden, in denen die Lösungen gleich nach dem Ansetzen verbleiben konnten. Weithalsige gewöhnliche Aufbewahrungsflaschen (Steilbrustflaschen) erwiesen sich wesentlich ungünstiger.

Zunächst wurden die Verdampfungsverluste bzw. die daraus resultierende Konzentrationserhöhung ΔC von offen in den Meßkolben stehenden Petroläther- (Siedebereich: 40–50° C) und Benzollösungen bestimmt (Tabelle 10). In dieser Tabelle und allen folgenden weiteren Ausführungen bedeuten:

$$\begin{array}{ll}
 P = \text{Unverdampft gebliebene Restmenge} & \text{z. B. } P = 80\% \\
 (\times 100 = \%) & \\
 1 - P = \Delta P = \text{Verdampfte Lösungsmittelmenge} & \Delta P = 20\% \\
 1/P = C = \text{Konzentration} & C = 125\%
 \end{array}$$

(Ausgangskonzentration = 1, bzw. 100%)

$$1/P - 1 = \Delta P/P = \Delta C = \text{Konzentrationserhöhung} \quad \Delta C = + 25\%$$

Für kleines ΔP bzw. $P \approx 1$ wird, wie ersichtlich $\Delta P \approx \Delta C$.

*) Auch Teflonstopfen oder Stopfen mit Metallfolie.

Wie in Tab. 10 ersichtlich, erhöht sich in offenen 10 ml Meßkolben während 4 Stunden infolge der Verdampfungsverluste einer Petrolätherlösung deren Konzentration um 2,86%. Pro Minute ergibt dies 0,012%. Bei Benzol verlief die Verdampfung in diesem Versuch etwa 6—9 mal so langsam.

Tabelle 10: Konzentrationserhöhung (ΔC ; %) durch Verdampfung offen in Meßkolben stehender Petroläther- und Benzollösungen während 4 Stunden

Meßkolben	2 ml	5 ml	10 ml	25 ml	50 ml	100 ml
	Petroläther					
Versuch a	14,70%	4,08%	3,19%	1,98%	0,83%	0,62%
Versuch b	10,43	3,72	2,52	1,62	0,67	0,51
Mittelwert	12,57	3,90	2,86	1,80	0,75	0,57
	Benzol					
Versuch a	2,52	0,71	0,37	0,28	0,12	0,08
Versuch b	2,10	0,51	0,29	0,33	0,09	0,07
Mittelwert	2,31	0,61	0,33	0,31	0,11	0,08

Die Fehler, welche durch das Offenhalten von Lösungen entstehen — dies ist ja nur bei der Entnahme der Fall — sind praktisch als gering anzusehen. Die Tabelle zeigt aber recht deutlich, daß größeren Meßkolben wegen der darin geringeren prozentuellen Verdampfung der Vorzug einzuräumen ist.

Erheblich ins Gewicht fallen hingegen die Fehler, die durch die bei längerer Aufbewahrung der Testlösungen langsame Verdampfung des Lösungsmittels durch den Glasschliff hindurch gegeben ist. Sie hängen entscheidend von der Art der Aufbewahrung der Lösungen ab. Bequem ist das Aufbewahren bei Raumtemperatur, da unter diesen Verhältnissen dann alle Standards sofort und unmittelbar zur Einspritzung zur Verfügung stehen, wodurch wiederum die systematischen Temperaturfehler gering gehalten werden können. Unsere Untersuchungen haben jedoch zu dem Schluß geführt, daß eine Aufbewahrung der Standardlösungen (in Glasschliffgefäßen) bei Zimmertemperatur durchwegs abzulehnen ist. Dies zeigen die folgenden Tabellen 11 und 12, sowie illustrativ auch Abb. 2.

Den Tabellen 11 und 12 ist klar zu entnehmen, daß die durch längere Aufbewahrung der Testlösungen infolge der Lösungsmittelverdunstung entstehenden Fehler (Konzentrationserhöhung) die Ungenauigkeiten bei der Bereitung der Lösungen, wie sie in den vorangegangenen Kapiteln behandelt wurden, bei weitem in den Schatten stellen. Ohne weitere Worte darüber verlieren zu müssen, steht eindeutig fest, daß die Aufbewahrung flüchtiger Lösungen in Steilbrustflaschen (Abb. 3)

Tabelle II: Relative Konzentrationserhöhung (um ΔC %) durch Verdampfungsverluste von Testlösungen welche in geschlossenen Meßkolben bei Raumtemperatur ($t_R = 18$ bis $22^\circ C$) frei in Labor stehend aufbewahrt wurden (PÄ = Petroläther, B = Benzol)

Meßkolben nach	2 ml		5 ml		10 ml	
	PÄ	B	PÄ	B	PÄ	B
0 Tagen	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7 Tagen	24,74	4,25	7,32	0,74	2,21	0,32
14 Tagen	61,89	7,02	17,40	1,42	4,19	0,62
21 Tagen	111,72	9,99	25,34	2,06	6,82	0,97
28 Tagen	200,51	13,03	34,53	2,70	9,28	1,25
35 Tagen	538,31	16,74	46,01	3,44	12,07	1,64
42 Tagen	1141,15	21,19	60,71	4,27	14,99	2,00

Meßkolben nach	25 ml		50 ml		100 ml	
	PÄ	B	PÄ	B	PÄ	B
0 Tagen	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7 Tagen	0,77	0,11	0,51	0,05	0,18	0,03
14 Tagen	1,59	0,20	1,03	0,09	0,21	0,08
21 Tagen	2,29	0,28	1,49	0,13	0,24	0,10
28 Tagen	3,02	0,37	1,97	0,16	0,29	0,13
35 Tagen	3,84	0,45	2,50	0,20	0,34	0,15
42 Tagen	4,79	0,55	3,12	0,25	0,41	0,19

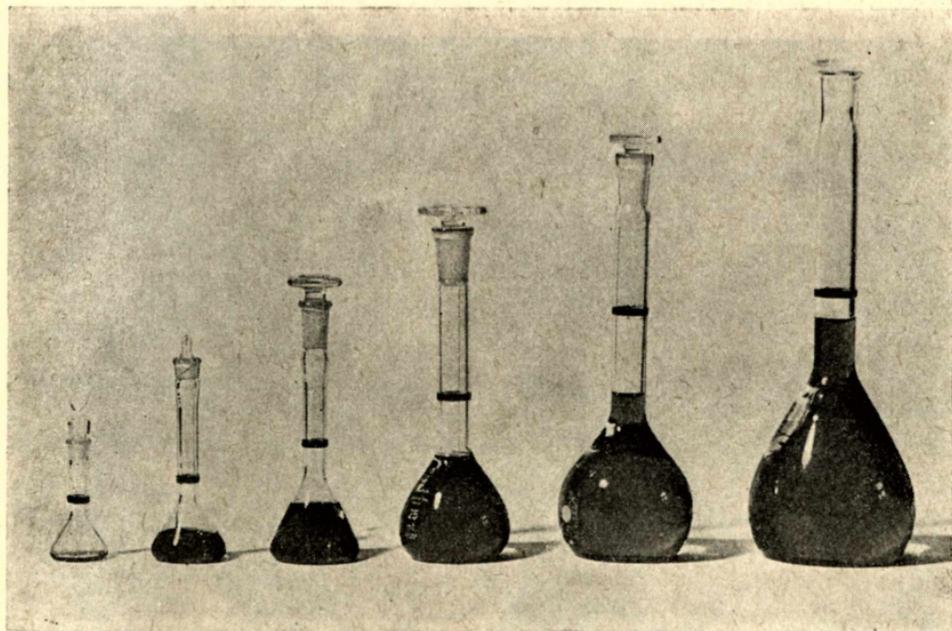


Abb. 2: Petrolätherlösungen in Meßkolben (nachträglich angefärbt) bei Raumtemperatur nach rd. 45 Tagen.

Tabelle 12: Relative Konzentrationserhöhung (um ΔC %) durch Verdampfungsverluste von Testlösungen welche in geschlossenen Steilbrustflaschen bei Raumtemperatur ($t_R = 18$ bis 21°C) frei im Labor stehend aufbewahrt wurden (PÄ = Petroläther, B = Benzol)

Flaschen nach	10 ml		50 ml		100 ml	
	PÄ	B	PÄ	B	PÄ	B
0 Tagen	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7 Tagen	4,05	1,74	1,38	0,44	0,87	0,11
15 Tagen	8,40	3,94	2,92	1,16	2,07	0,31
22 Tagen	12,97	6,11	4,43	1,79	3,31	0,47
29 Tagen	18,21	8,59	5,94	2,51	4,25	0,60

wegen der in diesen Flaschen erhöhten Lösungsmittelabdampfung abzulehnen ist. Meßkolben sind wegen ihres engen Halses und der dadurch gegebenen geringeren Oberfläche des Flüssigkeitsspiegels sowie des Glasschliffes zu bevorzugen. Unbefriedigend ist freilich die Beständigkeit der Lösungen bei Raumtemperatur. Außer Diskussion stehen die 2 ml und 5 ml Meßkolben. Sie sind auf keinen Fall akzeptabel, obwohl das Aufziehen der Flüssigkeit bei kleinen Kolben bequemer durchführbar ist. Demgegenüber steht die bei kleinem Kolbenvolumen verminderte Haltbarkeit. Dies ist leicht verständlich. Da die Verdampfung von der Flüssigkeitsoberfläche und der Oberfläche bzw. Dichtigkeit des Glasschliffstopfens abhängig ist, macht die ver-

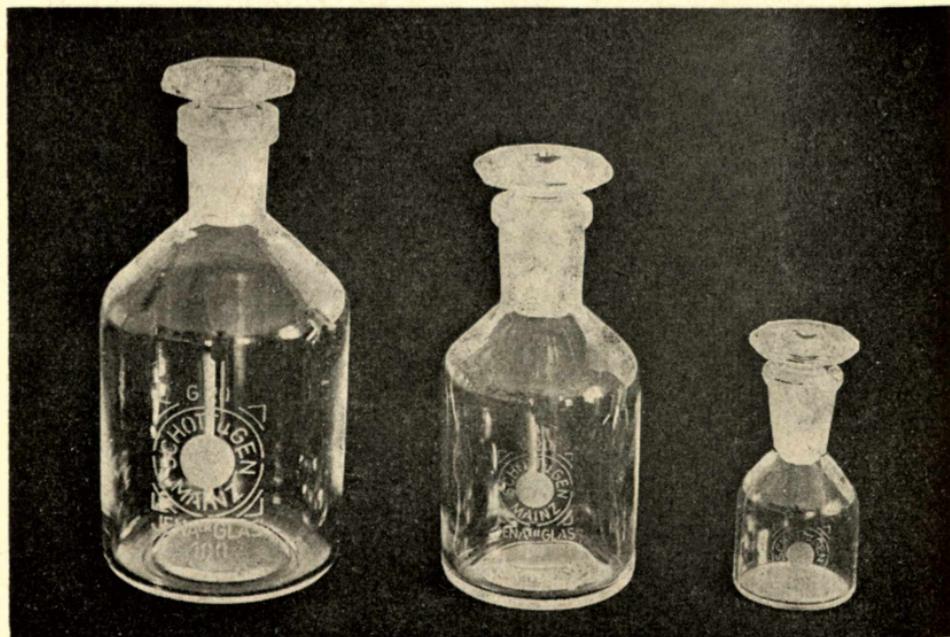


Abb. 3: Steilbrustflaschen.

dampfte Lösungsmittelmenge bei kleinem Kolbenvolumen prozentuell wesentlich mehr aus als bei großen. Von näheren Diskussionen bzw. physikalischen Ableitungen und theoretischen Erklärungen der beobachteten Verdampfungswerte muß hier abgesehen werden. Von Interesse sind hier nur die gaschromatographisch wirksamen Fehler.

Wesentlich günstiger ist es, die Testlösungen anstatt bei Raumtemperatur im Kühlschrank aufzubewahren. Tab. 13 zeigt, daß die Verdampfung des Lösungsmittels bei Aufbewahrung der Kolben in einem handelsüblichen, im täglichen Gebrauch stehenden Haushaltskühlschrank bei Temperaturen zwischen ca. $+3^{\circ}$ bis -3° , C wie zu erwarten, wesentlich herabgesetzt war. Die Konzentrationsüberhöhungen liegen im allgemeinen in erträglichen Grenzen. Sogar bei den 2- und 5 ml Kolben zeigt sich der günstige Einfluß der Aufbewahrung der Testlösungen bei kühlen Temperaturen recht deutlich, wenngleich diese Volumina nach wie vor völlig unbefriedigende Ergebnisse lieferten, es sei denn, man verwendete sie nur sehr kurzfristig. Gute

Tabelle 13: Relative Konzentrationserhöhung (um ΔC %) durch Verdampfungsverluste von Testlösungen, welche in geschlossenen Meßkolben in einem üblich benützten Haushaltskühlschrank bei einer Temperatur um 0° C aufbewahrt wurden (PÄ = Petroläther, B = Benzol).

Meßkolben nach	2 ml		5 ml		10 ml	
	PÄ	B	PÄ	B	PÄ	B
0 Tagen	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7 Tagen	2,11	0,37	1,42	0,28	0,73	0,09
14 Tagen	4,03	0,68	2,86	0,53	1,44	0,33
21 Tagen	6,58	1,03	4,57	0,84	2,45	0,41
28 Tagen	8,80	1,37	6,23	1,17	3,15	0,49
35 Tagen	11,32	1,74	8,13	1,49	3,93	0,57
42 Tagen	13,72	2,08	10,03	1,80	4,66	0,65
49 Tagen	16,17	2,42	11,99	2,06	5,40	0,73

Meßkolben nach	25 ml		50 ml		100 ml	
	PÄ	B	PÄ	B	PÄ	B
0 Tagen	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7 Tagen	0,20	0,05	0,10	0,05	0,07	0,01
14 Tagen	0,42	0,15	0,21	0,08	0,13	0,05
21 Tagen	0,91	0,27	0,35	0,13	0,21	0,08
28 Tagen	1,20	0,30	0,47	0,15	0,27	0,13
35 Tagen	1,52	0,33	0,60	0,16	0,35	0,18*)
42 Tagen	1,82	0,36	0,71	0,18	0,43	0,24*)
49 Tagen	2,12	0,39	0,85	0,20	0,51	0,25*)

*) Die hier bei den 100 ml Kolben gegenüber 50 ml beobachtete höhere Abdampfung ist möglicherweise durch Schlibbenetzungen infolge unvermeidbaren Umstellens der Lösungen im Kühlschrank verursacht.

Haltbarkeit der Lösungen ist insbesondere in den 50 ml- und 100 ml-Meßkolben gegeben. Bei Verwendung von Benzol oder Lösungsmitteln ähnlichen Dampfdruckes, sind selbst für höhere Ansprüche 10 ml Kolben durchwegs diskutabel. Wie lange man die Lösungen aufbewahren will, ergibt sich aus den gestellten Anforderungen an die Genauigkeit. Für Stammlösungen wäre überhaupt die Aufbewahrung im Tiefgefrierschrank vorzuziehen.

So günstig die Aufbewahrung der Testlösungen im Kühlschrank auch sein mag, erweist es sich allerdings als wenig praktisch, täglich die benötigten Vergleichsstandards aus dem Kühlschrank herauszuholen und auf die Wiedererwärmung bzw. Auftauen bei Benzol zu warten. Die gaschromatographische Arbeitstechnik erfordert, daß die Standards meist über den ganzen Tag verfügbar sein müssen.

Eine Lösung dieses Problems ist nun möglich, wenn man die GC-Standards (zumindest jene mit denen täglich gearbeitet wird) in einer Dampfatmosfera des jeweiligen Lösungsmittels (Lösungsmittelatmosfera) bei Raumtemperatur aufbewahrt und sie nur jeweils für den unmittelbaren Bedarf den betreffenden Aufbewahrungsgefäßen entnimmt. Hierzu eignen sich größere Exsiccatoren, in die das jeweilige Lösungsmittel eingefüllt wird und auf dessen Einlageplatte die Meßkolben zu stehen kommen. Der Entlüftungshahn bleibt zwecks Druckausgleich offen. Tabelle 14 zeigt die Ergebnisse der in diesem Falle nur mit Petroläther (40–50° C) durchgeführten Verdampfungsversuche in Lösungsmittelatmosfera.

Vergleicht man diese Werte der Aufbewahrung in einer Lösungsmittelatmosfera mit jenen der Kühlschrankaufbewahrung, ersieht man, daß hier trotz Raumtemperatur die Verdampfungswerte sogar etwas günstiger liegen als bei Kühlschrankaufbewahrung. Dabei ist zu bemerken, daß der betreffende Exsiccator, in dem sich auch ein Teil

Tabelle 14: Relative Konzentrationserhöhung (um ΔC %) durch Verdampfungsverluste von Testlösungen, welche in geschlossenen Meßkolben in einer Lösungsmittelatmosfera bei Raumtemperatur ($t_R = 20$ bis $22^\circ C$) unter praktischen Arbeitsbedingungen aufbewahrt wurden (PÄ = Petroläther).

Meßkolben nach	2 ml PÄ	5 ml PÄ	10 ml PÄ	25 ml PÄ	50 ml PÄ	100 ml PÄ
0 Tagen	0%	0%	0%	0%	0%	0%
14 Tagen	2,12	1,17	0,81	0,27	0,12	0,10
21 Tagen	3,21	1,84	1,32	0,46	0,18	0,12
28 Tagen	5,98	3,34	2,87	0,96	0,35	0,21
35 Tagen	7,40	4,26	3,45	1,23	0,45	0,25
42 Tagen	8,69	4,96	4,31	1,40	0,52	0,29
49 Tagen	9,91	5,61	4,89	1,56	0,60	0,31

unserer für die täglichen Analysen verwendeten Standards befand, dementsprechend oft geöffnet wurde. Trotzdem ist diese Methode der Standardaufbewahrung zu bevorzugen zumal auch die Lösungen dann gleich bei Raumtemperatur zur Verfügung stehen.

Versucht man aus den Tabellen 11–14 durch lineare Interpolation bzw. Extrapolation jene Zeiten zu ermitteln, nach denen die Konzentrationsfehler zufolge der Verdampfungsverluste 1% bzw. 5% erreicht haben, dann lassen sich für die Haltbarkeit der Lösungen folgende ungefähre Richtwerte angeben (Tab. 15). In dieser Tabelle ist besonders klar ersichtlich, daß die Aufbewahrung der Standards in Lösungsmittelatmosphäre die längste Haltbarkeit gewährleistet.

Tabelle 15: Ungefähre Haltbarkeitsdauer *) (in Tagen) der in geschlossenen Gefäßen befindlichen Testlösungen unter Zugrundelegung einer tolerierbaren 1%igen bzw. (5%igen) Konzentrationsüberhöhung (\approx Verdampfungsverlust); SF = Steilbrustflaschen, MK = Meßkolben

	Petroläther					
	2 ml	5 ml	10 ml	25 ml	50 ml	100 ml
SF-Raumtemp. (Tage)			2 (9)		5 (25)	8 (34)
MK-Raumtemp.	0 (1)	1 (5)	3 (16)	9 (44)	14 (67)	102 (512)
MK-Kühlschr.	3 (17)	5 (23)	10 (45)	23 (116)	58 (288)	96 (480)
MK-Exsiccator	7 (26)	12 (42)	17 (50)	29 (157)	82 (408)	158 (790)
Benzol						
SF-Raumtemp. (Tage)			4 (18)		13 (58)	48 (242)
MK-Raumtemp.	2 (9)	10 (49)	22 (105)	76 (382)	168 (840)	221 (1105)
MK-Kühlschr.	20 (101)	24 (119)	67 (336)	126 (628)	245 (1225)	196 (980)**

*) Ohne Berücksichtigung von Schliffbenetzungsverlusten.

***) Siehe Fußnote v. Tab. 13.

Verwendet man — und dies ist nach den Tab. 10–15 zu empfehlen — zur Aufbewahrung der GC-Standards bevorzugt größere Kolbenvolumina (10–100 ml), muß man die Kolben in arbeitstechnischer Hinsicht meistens schrägstellen, bzw. durch teilweise Verlagerung des verbleibenden Luftvolumens vom Kolbenhals in den Kolbenbauch den Flüssigkeitsspiegel in jene Höhe bringen, daß man ihn mit der Injektionsnadel erreicht. Dabei, wie zuweilen auch während des Transportes kommt es durchwegs zu unvermeidlichen kapillaren Flüssigkeitskontaminationen der Glasschliffverbindung. Beim Öffnen des Kolbens verdampft dann meist die ganze im Glasschliff befindliche Flüssigkeitsmenge. Folgende Tab. 16 beinhaltet die Konzentrationserhöhungswerte zufolge der kapillaren Glasschliffbenetzung pro Benetzung (Mittelwerte aus 10 Versuchen).

Werte der Lösungsmittelverdampfung zufolge kapillarer Glasschliffbenetzung (Mittelwerte aus 10 Versuchen).

Tabelle 16: Relative Konzentrationserhöhung (um ΔC %) durch kapillare Schlißbenetzung, nach Abdampfen der im Schliß befindlichen Lösungsmittelmenge (PÄ = Petroläther, B = Benzol)

Volumen	Meßkolben				Steilbrustflaschen		
	2 ml	10 ml	60 ml	100 ml	10 ml	50 ml	100 ml
PÄ	0,26%	0,11%	0,03%	0,02%	0,42%	0,08%	0,06%
B	0,33	0,17	0,02	0,02	0,28	0,07	0,06

Auch hier tritt der ungünstige Einfluß kleiner Gefäßvolumina klar zutage. Benzol und Petroläther verhalten sich erwartungsgemäß einigermaßen gleich. Trotzdem sind auch hinsichtlich dieser Verdampfungsverluste die höhersiedenden Lösungsmittel zu bevorzugen, da bei rascher Arbeitstechnik dann nicht unbedingt das ganze im Schliß befindliche Lösungsmittel zu verdampfen braucht, (oft nur 50%). Obige Tab. 16 enthält sozusagen den ungünstigsten Fall, der allerdings für niedrig siedende Lösungsmittel, wie Petroläther (40–50° C) durchwegs gegeben ist. Steilbrustflaschen zeigen wegen deren größerer Schlißfläche höhere kapillare Verluste. Man muß sie zwar nicht schrägstellen um mit der Injektionsspritze in den Innenraum zu gelangen, doch treten beim Hin- und Herräumen, bzw. der täglichen Handhabung nahezu unvermeidlich Schlißbenetzungen auf.

2,3) Gesamtfehler

Zieht man sämtliche bisher angeführten Fehlerquellen, denen die GC-Standards unterworfen sind, unter Betrachtung der angegebenen Tabellen ins Kalkül, kann man den möglichen Gesamtfehler abschätzen, wie nachfolgende Zusammenstellung zeigt:

Statistische Fehler bei der Herstellung der Standards (Verdünnungsfehler) .	$\pm 0,3/0,6\%$ *) bis	$\pm 3\%$
Systematischer Temperaturfehler (vermeidbar)	0	bis ca. 2,5%
Verdampfungsfehler	+0,01%	bis beliebig
(z. B. PÄ in 10 ml Kolben, Kühlschrank $\frac{1}{4}$ Jahr)		ca. (+10%)
Schlißbenetzungsfehler	+0,01%	bis beliebig
(z. B. PÄ in 10 ml Kolben, 60 Arbeitstage/ $\frac{1}{4}$ Jahr \rightarrow 60 Schlißbenetzungen)		(+6,6%)
Öffnungsfehler	0	bis beliebig
(z. B. PÄ in 10 ml Kolben während $\frac{1}{4}$ Jahr insg. 1 h offen = 120 mal $\frac{1}{2}$ Min. lang)		(+0,7%)

*) Bei Verdünnung 1:1,000.000; siehe Tab. 8; 99% Streuwerte.

Günstigstenfalls wird man mit einem Maximalfehler von 0,3 bis 0,6%, je nach Verdünnungsstufe, rechnen können. Allerdings erfordert dies bereits einige Anstrengungen (Thermostatisierung bei d. Verdünnung, praktisch nur 1-tägige Haltbarkeit etc.). Ungünstigstenfalls kann der Fehler natürlich jeden beliebigen Betrag aufweisen, insbesondere wenn die Testlösungen schon lange Zeit in Gebrauch stehen. In dem in obiger Zusammenstellung angeführten, keineswegs extremen Beispiel kann der Gesamtfehler bereits an die 23% betragen. In dieser Größenordnung ist die Ungenauigkeit der GC-Standards durchaus den gaschromatographischen Fehlern und den Fehlern bei der Probenaufbereitung gleichwertig. Um derart hohe Fehlerbeträge jedoch wirksam vermeiden zu können, ist eine genaue Kenntnis der verschiedenen Fehlerquellen erforderlich. Als überaus dringlich erscheint uns die Entwicklung geeigneter Aufbewahrungs- u. Entnahmegefäße.

3. Zusammenfassung

Bei der gaschromatographischen Spurenuntersuchungstechnik mit Hilfe extrem empfindlicher Detektoren ist durchwegs eine vergleichende stoffspezifische Auswertung unter Verwendung entsprechender Standardlösungen (Eichlösungen) nicht zu umgehen. Die Genauigkeit der Eichlösungen beeinflusst daher ebenso wie die Genauigkeit des gaschromatographischen Verfahrens und jene der vorausgegangenen Analyse letztlich die Genauigkeit des Endergebnisses. Gegenständliche Arbeit befaßt sich ausschließlich mit den Ungenauigkeiten bei der Bereitung und Aufbewahrung der GC-Standards, die letztlich als systematische Fehler fundamental zum Ausdruck kommen. Auf experimentelle Weise wurden Pipetten- und Meßkolbenfehler ermittelt und daraus nach varianzanalytischer Betrachtung der arbeitsmäßigen und glasgerätemäßigen Fehlerkomponenten die Fehler verschiedener Verdünnungsstufen unter Einbeziehung möglicher unkontrollierbarer Temperaturabweichungen errechnet. Wenn, und dies ist meist der Fall, die Testlösungen bei einer von der Temperatur der Herstellung der Stammlösung verschiedenen Temperatur in den Gaschromatographen eingespritzt werden, ist auch der durch den betreffenden Temperaturunterschied verursachte systematische Temperaturfehler von Bedeutung. Wesentlich größer als jene Fehler, welche 3% praktisch nicht überschreiten, sind die Beträge der Konzentrationserhöhung der GC-Standards, die der Verdampfung des Lösungsmittels zuzuschreiben und an die Art und Dauer ihrer Aufbewahrung gebunden sind. Diese Verdampfungsfehler wurden für Petroläther- und Benzollösungen in Abhängigkeit von der Aufbewahrung unter verschiedenen Bedingungen (Raumtemperatur, Kühlschrank, Lösungsmittelatmosphäre) in verschiedenen Gefäßen bestimmt. Erwartungsgemäß sind für die Aufbewahrung von Testlösungen größere Gefäßvolumina (am besten 50 und 100 ml) wegen geringerer Verdampfungsverluste zu bevorzugen,

ebenso wie auch die Aufbewahrung in enghalsigen Meßkolben gegenüber gewöhnlichen Steilbrustflaschen. Als günstigste Art der Aufbewahrung von Standardlösungen mit denen gleichsam ständig gearbeitet werden muß, hat sich die Aufbewahrung der Meßkolben in einer Lösungsmittelatmosphäre (in einem mit Lösungsmittel gefüllten Exsiccator) erwiesen.

4. Summary

For the gas chromatographic technique of residue analysis by use of extremely susceptible detectors a comparing evaluation which is specific for each substance using certain standard solutions cannot be avoided. The accuracy of the standard solutions influences therefore the accuracy of the final result like that of the gas chromatographic method and of the preceding analysis. This publication is exclusively dealing with the errors happening during preparation and preservation of GC-standards which become fundamentally evident as systematic errors. Errors arising by the use of pipettes and measuring flasks were evaluated in experimental way and then the errors of various grades of dilution were calculated after a variance analytical study of the error components which have their origin in manipulation or in the used glass utensils considering also possible uncontrollable temperature deviations. If the test solutions are injected as generally into the gas chromatograph at a temperature which is different from that which was stated during the preparation of the standard solution also the systematic temperature error, which is caused by this temperature difference, is of importance. The amounts of concentration increase of the GC-standards which are caused by evaporation of the solvent and by the kind and duration of their preservation are essentially greater than those errors which are practically not exceeding 3%. These errors of evaporation were determined for petroleum ether and benzene solutions in various vessels under various storage conditions (temperature of room, refrigerator, atmosphere of solvent). As it has been expected, greater volumes of vessels (optimal volumes: 50 and 100 ml) are to be preferred for preservation of the test solutions because of smaller evaporation losses, like preservation in narrow-necked measuring flasks is to be preferred to wide-necked reagent bottles with conical shoulder. The preservation of standard solutions which have to be used repeatedly has proved to be most favourable in a solvent atmosphere (in an exsiccator filled with solvent).

5. Literatur

- D'Ans, J. u. E. Lax (1943): Taschenbuch für Chemiker und Physiker. Springer Verlag, Berlin 1943.
- Behrens, W. U. (1933): Mathematische Methoden für Versuchsansteller auf den Gebieten der Naturwissenschaften, Landwirtschaft und Medizin. E. Ulmer, Stuttgart 1933.

- Benedetti-Pichler, A. A. (1959): Waagen und Wägung. Handb. der mikrochem. Methoden. Springer Vlg. Wien 1959, 1–171.
- Cremer, E. u. F. Prior (1951): Anwendung der chromatographischen Methode zur Trennung von Gasen und zur Bestimmung von Adsorptionsenergien. — Z. f. Elektrochemie **55**, 66–70.
- Cremer, E. u. R. Müller (1951 a): Trennung und quantitative Bestimmung kleiner Gasmengen durch Chromatographie. — Mikrochem./Mikrochim. Acta **36/37**, 553–560.
- Cremer, E. u. R. Müller (1951 b): Trennung und Bestimmung von Substanzen durch Chromatographie in der Gasphase. — Z. f. Elektrochem. **55**, 217–220.
- Coulson, D. M., J. E. De Vries and B. Walther (1960a): "Pesticide residues on fresh vegetables." 30 pp. Technical Report No. IV to the J. A. Hartford Foundation from Stanford Research Inst., Menlo Park, California, January 6, 1960.
- Coulson, D. M., L. A. Cavanagh, J. E. De Vries and B. Walther (1960b): Microcoulometric gas chromatography of pesticides. J. Agr. Food Chem. **8**, 399–402.
- Doerfel, K. (1962): Beurteilung von Analysenverfahren und -Ergebnissen. Springer Vlg. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962, 1–98.
- Giuffrida, L. (1964): A flame ionization detector highly selective and sensitive to phosphorus — a sodium thermoionic detector. — J. of the A. O. A. C. **47**, 293–300.
- Graf, U., H. J. Henning u. K. Stange (1966): Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik. Springer Vlg. Berlin/Heidelberg/New York 1966, 1–362.
- James, A. T. and A. J. P. Martin (1952): Gas-liquid partition chromatography. The separation and microestimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. Biochem. J. **50**, 679–690.
- Kaiser, R. (1965): Chromatographie in der Gasphase, 4. Teil: Quantitative Auswertung. Bibl. Inst. Mannheim 1965, **92/92a**, 1–278.
- Linder, A. (1960): Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. — Birkhäuser Vlg. Basel/Stuttgart 1960, 1–484.
- Lovelock, J. E. and S. R. Lipsky (1960): Elektron affinity spectroscopy — a new method for identification of functional groups in chemical compounds separated by Gas Chromatography. J. Amer. Chem. Soc. **82**, 431.
- Snedecor, G. W. (1949): Statistical methods. Iowa State College Press, 1948 (4h ed.), 1–485.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Untersuchungen über die Verwendbarkeit von Aluminiumoxid zur einfachen Reinigung von Fettextrakten für die gaschromatographische Analyse von Rückständen chlorierter Insektizide *)

Von Edith Glofke

1. Einleitung

Durch die Entwicklung des Elektroneneinfangdetektors von Lovelock und Lipsky (1960) wurde den Rückstandschemikern ein hochempfindliches Nachweisinstrument zur Erfassung chlorierter Insektizide in die Hand gegeben, sodaß hinsichtlich dieser Substanzen von den bisher verwendeten, komplizierteren und sehr arbeitsaufwendigen kolorimetrischen Methoden abgegangen werden konnte. Nach wie vor ist das größte Problem die Reinigung der Probenextrakte, besonders von fetthältigen Substanzen, das sogenannte „Cleanup“. In den früheren Arbeiten von Glofke (1962, 1966) wurde Aluminiumoxid standard. nach Brockmann von der Firma Merck, welches drei Stunden lang bei 500° C reaktiviert und mit 5% Wasser versetzt wurde, zum Cleanup der Mehl- und Milchextrakte für die kolorimetrische Untersuchung der Rückstände von DDT mit bestem Erfolg angewandt.

De Faubert Maunder, Egan, Godly, Hammond, Roburn und Thomson (1964) beschrieben eine Reinigung der Proben von tierischen Fetten, Geweben und verschiedenen Milchprodukten mit Dimethylformamid-Hexan Verteilung und anschließender Säulenchromatographie über Aluminiumoxid, welches vier Stunden lang bei 800° C gegläht und dem 5% Wasser beigefügt wurde, mit Hexan als Lösungsmittel.

Hamence, Hall und Caverly (1965) verwenden nach der Extraktion von Fleisch oder Eingeweiden mit Aceton die Acetonitril-Petroläther Verteilung und anschließend eine sehr kurze Aluminiumoxidsäule mit dem Aktivitätsgrad V nach Brockmann und Schodder (1941) mit Petroläther als Elutionsmittel.

Boyle, Burttschell und Rosen (1965) reinigten die Extrakte von Fischproben nach einer Acetonitril-Hexan Behandlung über einer aktiven Aluminiumoxidsäule mit 1:9 (v/v) Äthyläther-Hexanmischung als Lösungsmittel.

Krieger (1941) und Stewart (1949) fanden, daß die Aktivität des Aluminiumoxides nicht nur vom Wassergehalt, sondern auch von der

*) Vortrag gehalten anlässlich des VI. Internationalen Pflanzenschutzkongresses, Wien 1967.

Temperatur und Dauer der Vorbehandlung durch Veränderung der Oberflächenstruktur stark abhängig.

Es wurde deshalb für die Untersuchungen Aluminiumoxid, welches bei 500° und 700° C je drei Stunden lang reaktiviert wurde, verwendet.

2. Eigene Untersuchungen

Reagenzien:

Fett: Eine argentinische Schweineschmalzkonserve, welche seit dem Jahre 1945 in ungeöffnetem Zustande erhalten geblieben war, erwies sich als frei von Rückständen chlorierter Pflanzenschutzmittel und diente als Testsubstanz für die folgend beschriebenen Versuche.

Petroläther: Besondere Aufmerksamkeit muß man der Reinigung des verwendeten Petroläthers widmen, da dieser oft sehr störende Interferenzen bei der gaschromatographischen Analyse zeigt.

Wir lassen den technischen Petroläther (40–60°) zuerst über eine Säule von hochaktivem Aluminiumoxid laufen und destillieren anschließend fraktioniert mit Hilfe einer thermostatisch beheizten 80 cm langen Kolonne von 40–50° C.

Aluminiumoxid: Aluminium oxydatum standard., nach Brockmann, von der Firma Merck, wird drei Stunden lang bei 500° (700°) C reaktiviert und in einem leeren Exsikkator auskühlen gelassen. Für die Analyse wird mit der erwünschten Menge Wasser versetzt und nach gutem Vermischen mindestens zwei Stunden verschlossen stehen gelassen.

Wirkstoffe: Lindan, Pentachlornitrobenzol, Heptachlor, Aldrin, DDE, Dieldrin, Thiodan, Endrin, DDD, DDT, Methoxychlor, Chlordan und Toxaphen.

Geräte:

Chromatographierohre: 25 mm \varnothing

Gaschromatograph: Wilkens Aerograph Moduline Model 204 mit Elektroneneinfangdetektoren (EC-Detektor)

1. Trennsäule: Pyrex, $\frac{1}{8}$ " , 5', 5% Dow 11 auf Chromosorb W, 60/80

2. Trennsäule: Pyrex, $\frac{1}{8}$ " , 5', 2% QF-1 auf Chromosorb W, 60/80.

fallweise auch noch:

3. Trennsäule: Pyrex, $\frac{1}{8}$ " , 5', 5% Dow 200 auf Aeropak 30, 100/120.

4. Trennsäule: Pyrex, $\frac{1}{8}$ " , 5', 5% QF-1 auf Aeropak 30, 100/120.

Injektortemperatur: 195°C, Glaseinsatz

Säulentemperatur: 180° C

Detektortemperatur: 185° C

Trärgas: Reinstickstoff

Gasstrom: So eingestellt, daß sich auf den Dow 11 und Dow 200

Säulen für Aldrin eine Retentionszeit von 4 Minuten, auf der 2% QF-1 Säule für Dieldrin von 4 Minuten und auf der 5% QF-1 Säule für Dieldrin von 7 Minuten ergab.

Injektion:

Meist 5 Mikroliter, mittels 10 Mikroliter-Hamiltonspritze.

Versuche mit reinem Fett

Beim ersten Schritt unserer Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß 1 Gramm Fett sowohl von 50 Gramm Aluminiumoxid, welches bei 700° C geglüht und mit 4 und 4,5 Prozent Wasser behandelt wurde, als auch von 50 Gramm Aluminiumoxid, das bei 500° C reaktiviert und mit 5 und 6 Prozent Wasser versetzt wurde, beim Eluieren mit 700 ml Petroläther praktisch vollständig adsorbiert bleibt.

Versuche mit reinen Wirkstofflösungen

Je 1 ml reine Wirkstofflösung *) wurde über je 50 Gramm deaktiviertes Aluminiumoxid mit Petroläther als Elutionsmittel laufen gelassen. Das Eluat wurde in Fraktionen von 50 ml aufgefangen, jede Fraktion auf 10 ml eingedampft und gaschromatographisch die wiedergefundenen Wirkstoffmengen bestimmt (siehe Tabelle 1 und 2).

Tabelle 1: Aluminiumoxid bei 700° C reaktiviert mit 4 und 4,5% Wasser versetzt (ohne Fettzusatz) **)

Wirkstoff	Wasserzusatz	Wirkstoffe in 50 ml Fraktionen (wiedergefundene Menge in %)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Heptachlor	4 %	93							
	4,5%	93							
Aldrin	4 %	92							
	4,5%	85							
DDE	4 %	93							
	4,5%	99							
DDT	4 %	95							
	4,5%	100							
Lindan	4 %			100					
	4,5%		71	21					
Dieldrin	4 %						48	52	
	4,5%					50	47		

*) Lindan 0,1, Pentachlornitrobenzol 0,2, Heptachlor 0,1, Aldrin 0,1, Thiodan 1, DDE 0,5, Dieldrin 0,5, Endrin 5, DDD 5, DDT 1, Methoxychlor 10, Chlordan 10 und Toxaphen 100 ppm.

**) Elutionsverhalten mit Fettzusatz siehe Tabelle 3 und 4.

Versuche mit Fett und Wirkstofflösung

Je 1 Gramm Fett, in Petroläther gelöst und mit 1 ml Wirkstofflösung *) versetzt, wurde über je 50 Gramm Aluminiumoxid mit Petroläther als Elutionsflüssigkeit laufen gelassen. Das Eluat wurde in Fraktionen von 50 ml aufgefangen, jede Fraktion auf 10 ml eingedampft und gaschromatographisch die zurückgewonnene Wirkstoffmenge bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 und 4 aufgezeichnet.

Tabelle 3: Aluminiumoxid bei 700 °C reaktiviert mit 4 und 4,5% Wasser versetzt (mit Fettzusatz)

Wirkstoff	Wasser- zusatz	Wirkstoffe in 50 ml Fraktionen (wiedergefundene Menge in %)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Heptachlor	4	100							
	4,5%	100							
Aldrin	4	100							
	4,5%	100							
DDE	4 %	100							
	4,5%	100							
DDT	4 %	100							
	4,5%	100							
Lindan	4 %		67	33					
	4,5%		65	27					
Dieldrin	4 %				80	20			
	4,5%			40	60				

Die Verwendung von Aluminiumoxid, welches bei 500° C reaktiviert und mit 6% Wasser versetzt wurde, erschien uns am günstigsten. Die gewünschte Aktivität ist bei diesem Aluminiumoxid leicht reproduzierbar einzustellen und bleibt praktisch konstant. So behandeltes Aluminiumoxid zeigte auch nach vierzehntägiger Lagerung in einem Schliffenmeyerkolben keine Veränderung des Aktivitätsgrades; dieser kann nach Brockmann und Schodder

*) Lindan 0,1, Pentachlornitrobenzol 0,2, Heptachlor 0,1, Aldrin 0,1, Thiodan 1, DDE 0,5, Dieldrin 0,5, Endrin 5, DDD 5, DDT 1, Methoxychlor 10, Chlordan 10 und Toxaphen 100 ppm.

Tabelle 4: Aluminiumoxid bei 500° C reaktiviert mit 5 und 6% Wasser versetzt (mit Fettzusatz)

Wirkstoff	Wasser- zusatz	Wirkstoffe in 50 ml Fraktionen (wiedergefundene Menge in %)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PCNB	6%	100								
Heptachlor	5%	100								
	6%	100								
Aldrin	5%	100								
	6%	92								
DDE	5%	100								
	6%	91								
DDT	5%	60	40							
	6%	100								
DDD	6%		100							
Lindan	5%				30	70				
	6%		25	75						
Thiodan	6%		20	50						
Endrin	6%			61	39					
Dieldrin	5%						46	46	8	
	6%				15	65	20			
Methoxychlor	6%						10	41	33	15
Chlordan	6%	50	40							
Toxaphen	6%	45	45							

(1941) mit Hilfe einer Lösung von Sudanrot und Sudangelb bzw. eines Gemisches der zu untersuchenden Insektizide leicht überprüft werden. Es wurde daher der Großteil der Versuche mit Aluminiumoxid (reaktiviert bei 500° C und mit 6% Wasser versetzt) durchgeführt.

Zur gleichzeitigen Erfassung von 11 chlorierten Insektiziden (Pentachlornitrobenzol, Heptachlor, Aldrin, DDE, DDT, DDD, Lindan, Thiodan, Endrin, Dieldrin und Methoxychlor) in fetthaltigen Extrakten wurde folgend beschriebener Analysengang ausgearbeitet.

Eigene Methode

1 Gramm Fett wird in möglichst wenig Petroläther gelöst.

50 Gramm Aluminiumoxid in einem Chromatographierohr (25 mm \varnothing) werden mit 50 ml Petroläther vorgewaschen und die Fettlösung vor Trockenlaufen der Säule vorsichtig aufgebracht, mit Petroläther mehrmals nachgewaschen und weiterhin mit Petroläther eluiert. Die Durchflußmenge soll nicht mehr als 5 ml in der Minute betragen.

Die ersten 40 ml des Eluates werden verworfen.

Die nächsten 60 ml werden als 1. Fraktion aufgefangen, sie enthalten: Pentachlornitrobenzol, Heptachlor, Aldrin, DDE und DDT. (Siehe Abb. 1 und 2, 1. Fraktion).

Die nächsten 100 ml bilden die 2. Fraktion und enthalten: Lindan, Thiodan, DDD und einen Teil des Endrins. (Siehe Abb. 1 und 2, 2. Fraktion).

Die nächsten 200 ml werden als 3. Fraktion aufgefangen. Sie enthält das restliche Endrin, Dieldrin und einen Teil des Methoxychlors. (Siehe Abb. 1 und 2, 3. Fraktion).

Die letzten 200 ml des Eluates werden als 4. Fraktion aufgefangen, sie enthält nur mehr das restliche Methoxychlor. (Siehe Abb. 1 und 2, 4. Fraktion).

Die Fraktionen werden eingedampft, je nach der erwünschten Erfassungsgrenze auf ein geeichtes Volumen gebracht und der gaschromatographischen Analyse unterzogen.

Tabelle 5 enthält eine Zusammenstellung der von den Abbildungen 1—2 repräsentierten Ergebnisse und zeigt sowohl die unter den gegebenen Bedingungen säulenchromatographische als auch gaschromatographische Auftrennbarkeit der verwendeten Wirkstoffe.

Tabelle 5: Säulenchromatographische und gaschromatographische Trennbarkeit einiger chlorierter Pesticide (nach der Retentionszeit geordnet)

Säule	1. Fraktion	2. Fraktion	3. Fraktion	4. Fraktion
DOW	PCNB	HCH	Dieldrin	Methoxychlor
	Heptachlor	Thiodan	Endrin	
	Aldrin	Endrin	Methoxychlor	
	DDE	DDD		
	DDT			
QF-1	PCNB+Heptachlor	HCH	Dieldrin	Methoxychlor
	Aldrin	Thiodan	Endrin	
	DDE	DDD+Endrin	Methoxychlor	
	DDT			

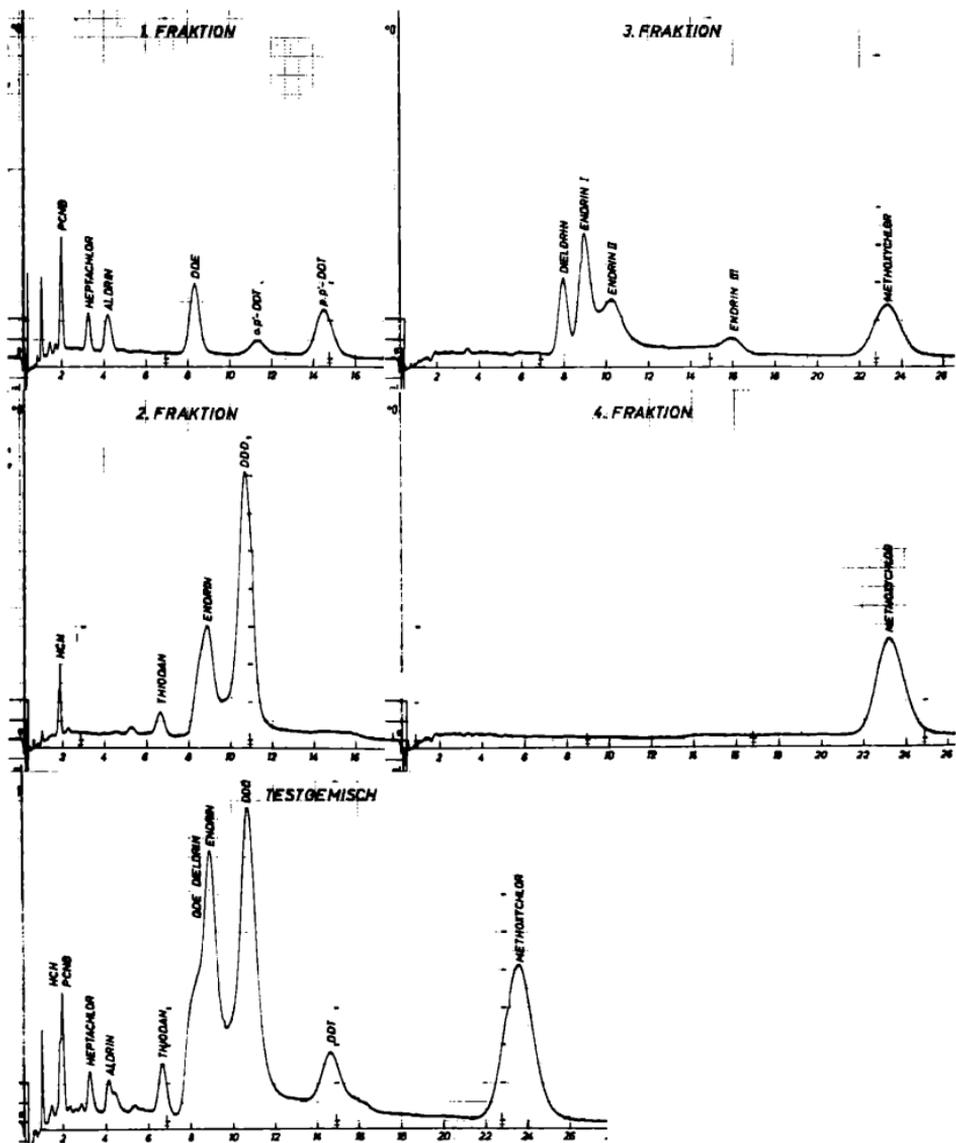


Abb. 1: Säulenchromatographische (4 Eluate von 1 Gramm Fett + Testlösung über Aluminiumoxid + 6% Wasser) und gaschromatographische Trennung verschiedener chlorierter Pesticide (Trennsäule: Pyrex, $\frac{1}{8}$ ", 5', 5% Dow 200 auf Aeropak 30, 100/120).

Einspritzmengen: HCH 50 pg, PCNB 100 pg, Heptachlor 50 pg, Aldrin 50 pg, Thiodan 500 pg, DDE 250 pg, Dieldrin 250 pg, Endrin 2,5 ng, DDD 2,5 ng, DDT 500 pg, Methoxychlor 5 ng.

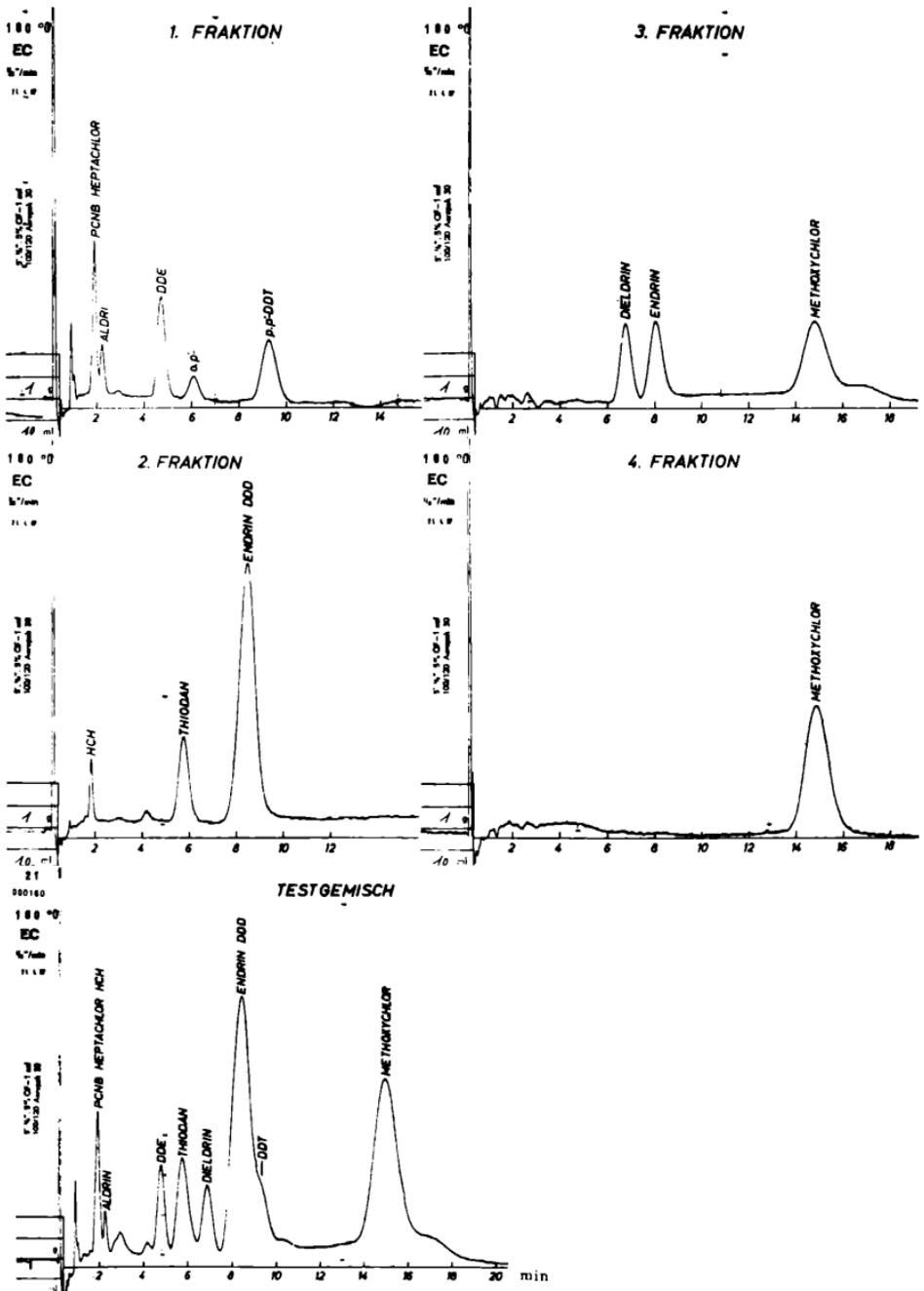


Abb. 2: Säulenchromatographische (4 Eluate von 1 Gramm Fett + Testlösung über Aluminiumoxid + 6% Wasser) und gaschromatographische Trennung verschiedener chlorierter Pesticide (Trennsäule: Pyrex, 1/8", 5', 5% QF-1 auf Aeropak 30, 100/120).

Einspritzmengen: HCH 50 pg, PCNB 100 pg, Heptachlor 50 pg, Aldrin 50 pg, Thiodan 500 pg, DDE 250 pg, Dieldrin 250 pg, Endrin 2,5 ng, DDD 2,5 ng, DDT 500 pg, Methoxychlor 5 ng.

Der Tabelle 5 ist zu entnehmen, daß mit diesen vier Elutionsfraktionen gaschromatographisch lediglich PCNB+Heptachlor, sowie DDD+Endrin bei der QF-1 Säule zusammenfallen. In diesen Fällen ist auf der DOW Säule eine Identifizierungsmöglichkeit und quantitative Auswertung gegeben. Fraktion 4 könnte, falls erwünscht, praktisch mit Fraktion 3 vereinigt werden, da Methoxychlor die in der 3. Fraktion gesammelten Wirkstoffe ja in keiner Weise stört. Falls für differenziertere Analysen eine erhöhte Sicherheit der Identifizierung gefordert wird, bietet die Teilung des Eluates in 50 ml Fraktionen eine diesbezügliche Möglichkeit (siehe Tabelle 3 und 4).

Wenn die Fraktionen auf 1 ml eingedampft und 5 µl in den Gaschromatographen eingespritzt werden, erreichen wir bei bestem Zustand des Gaschromatographen für Fettproben folgende Erfassungsgrenzen:

Lindan	0,001 ppm
Pentachlornitrobenzol	0,002 ppm
Heptachlor	0,001 ppm
Aldrin	0,001 ppm
Thiodan	0,02 ppm
DDE	0,005 ppm
DDD	0,01 ppm
DDT	0,01 ppm
Dieldrin	0,005 ppm
Endrin	0,02 ppm
Methoxychlor	0,05 ppm
Chlordan	0,05 ppm
Toxaphen	0,5 ppm

Für fetthältige Proben liegen die Erfassungsgrenzen je nach dem Fettgehalt noch wesentlich günstiger. Für Milchmuster (ungefähr 4% Fett) bei einem fünfundzwanzigstel, das heißt für DDT bei 0,0004 ppm.

3. Diskussion der Ergebnisse

Wir bemühten uns ein einfaches, rasches (One Step-) Cleanup für Fett- und fetthältige Proben zur Routineanalyse auszuarbeiten. Durch die ausschließliche Verwendung von Petroläther ohne jegliche Zusätze als Lösungsmittel werden viele Interferenzen, die bei Cleanup-Methoden mit Lösungsmittelgemischen [z. B. bei Eidelman (1962 und 1963), Klein, Watts und Damico (1963), Moats (1963), Onley (1964)] unter Umständen gegeben sind, weitgehend vermieden bzw. braucht sich die mehr oder weniger aufwendige Lösungsmittelreinigung nur auf eine einzige Komponente beschränken, was zweifellos gewisse Vorteile bietet.

Mit Hilfe vorstehenden Arbeitsganges wurden bereits Butter-, Fett-, Futtermittel- und Milchproben untersucht, über die Ergebnisse soll in einer späteren Arbeit berichtet werden. Bei den Butterproben ist die Teilung des Eluates in 1. und 2. Fraktion deshalb besonders wichtig, da unbekannte Peaks gefunden wurden, die einen ziemlich hohen HCH-Gehalt vortäuschen könnten. Durch die Reinigung der Extrakte über Aluminiumoxid werden diese Peaks aufgetrennt. Der Störpeak wird in der ersten Fraktion und das reine Lindan in der zweiten Fraktion gefunden. Durch eine Reinigung der Extrakte über Florisil, wie sie Langlois, Stemp und Liska (1964) vorschlagen, wird das Lindan nicht von Störpeaks getrennt.

Durch Variation der Aktivität des Aluminiumoxides und eine weitere Fraktionierung des Eluates kann die Methode noch weiter ausgebaut und verfeinert werden.

Wie Gunther (1966) in einer Zusammenstellung verschiedener Rückstandsuntersuchungsmethoden andeutet, kann die Gaschromatographie zwar als empfindliches und gutes Trennverfahren betrachtet werden, liefert aber hinsichtlich der Identifizierung nicht immer befriedigende Ergebnisse.

Es erscheint uns daher zur sicheren Identifizierung unbekannter Rückstände in biologischem Material in kritischen Fällen als unerlässlich, zwei Trennsäulen verschiedener Polarität zu verwenden, noch besser in Kombination mit einer differenzierten Vortrennung über Aluminiumoxid oder ähnlicher Adsorbentien (Florisil).

4. Zusammenfassung

Es wurde das Elutionsverhalten von 13 Wirkstoffen (Lindan, Pentachlornitrobenzol, Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, Endrin, DDE, DDD, DDT, Thiodan, Methoxychlor, Toxaphen und Chlordan) allein und in Mischung mit Fettextrakten eines rückstandsfreien Schweineschmalzes bei der Säulenchromatographie über Aluminiumoxid standard. nach Brockmann von der Firma Merck mit verschiedenen Aktivitätsgraden und Petroläther (40–50°) ohne Zusätze als Laufmittel studiert. Außer Thiodan, welches nur zu 55–70% reproduzierbar war, konnten alle anderen Insektizide zu 90–100% wiedergefunden werden. Durch Aufteilen des Eluates in verschiedene Fraktionen konnte eine Mischung von 11 der 13 Wirkstoffe, die Fettextrakten beigefügt wurden, so getrennt werden, daß sie gaschromatographisch zu bestimmen waren.

In der ersten Fraktion befinden sich Pentachlornitrobenzol, Aldrin, Heptachlor, DDE und DDT, in der zweiten Fraktion Lindan, Thiodan, DDD und 60% des Endrin, der Rest von Endrin, Dieldrin und 50% des Methoxychlor wurden in der dritten Fraktion und der Rest von Methoxychlor in der vierten Fraktion gefunden.

Die Laufzeit der Wirkstoffe über Aluminiumoxid kann als weiteres Kriterium der qualitativen Identifizierung der gaschromatographisch erfaßbaren Insektizide gewertet werden.

Summary

Studies were carried out on the elution behaviour of 13 active substances (lindane, pentachloronitrobenzene, heptachlor, aldrin, dieldrin, endrin, DDE, DDD, DDT, thiodan, methoxychlor, toxaphene and chlordane) either pure or in combination with fat extracts of a lard free from residues at column chromatography by use of aluminiumoxide standard, according to Brockmann of Merck, of various activity degree, and petroleum ether (40–50°) without admixtures as eluting solvent. With the exception of thiodan which could be recovered only up to 55–70% all other insecticides could be recovered up to 99–100%. By distribution of the extract in various fractions a mixture of 11 of the 13 active substances which had been added to fat extracts could be separated in such a way that they could be recovered gas chromatographically.

The first fraction contains pentachloronitrobenzene, aldrin, heptachlor, DDE and DDT, the second one lindane, thiodan, DDD and 60% of endrin, the rest of endrin, dieldrin and 50% of methoxychlor were recovered in the third fraction and the rest of methoxychlor in the fourth one.

The elution-time of active substances over aluminiumoxide can be valued as a further criterion of qualitative identification of gas chromatographically detectable insecticides.

5. Literatur

- Boyle, H. W., R. H. Burttschell, and A. A. Rosen (1965): Infrared identification of chlorinated insecticides in the tissues of poisoned fish. Presented before the Division of Water, Air, and Waste Chemistry. Amer. Chem. Soc., Sept. 13–17, Atlantic City, New Jersey.
- Brockmann, H. und H. Schodder (1941): Aluminiumoxyd mit abgestuftem Adsorptionsvermögen zur chromatographischen Adsorption. Ber. dtsch. chem. Ges. 74, 73–78.
- De Faubert Maunder, M. J., H. Egan, E. W. Godly, E. W. Hammond, J. Roburn, and J. Thomson (1964): Clean-up of Animal Fats and Dairy Products for the Analysis of Chlorinated Pesticide Residues. Analyst 89, 168–174.
- Eidelman, M. (1962): Determination of Micro-Quantities of Chlorinated Organic Pesticide Residues in Butter. J. Assoc. Official Agr. Chemists 45, 673–679.
- Eidelman, M. (1963): Determination of Micro Quantities of Some Chlorinated Organic Pesticide Residues in Edible Fats and Oils. J. Assoc. Official Agr. Chemists 46, 182–186.

- Glofke, E. (1962): Beitrag zur Bestimmung von DDT-Rückständen in Mehl. Pflanzenschutzberichte, 29, 1—9.
- Glofke, E. (1966): Untersuchungen von Milchproben auf DDT-Rückstände. Pflanzenschutzberichte, 33, 163—170.
- Gunther, F. A. (1966): Advances in Analytical Detection of Pesticides. Scientific Aspects of Pest Control. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, C. D., 276.
- Hamence, J. H., P. S. Hall, and D. J. Caverly (1965): The Identification and Determination of Chlorinated Pesticides Residues. Analyst 90, 649—656.
- Klein, A. K., J. O. Watts, and J. N. Damico (1963): Electron Capture Gas Chromatography for Determination of DDT in Butter and Some Vegetable Oils. J. Assoc. Official Agr. Chemists 46, 165—171.
- Krieger, K. A. (1941): Adsorption I. The Effect of heat treatment on the low temperature adsorption of nitrogen by aluminium oxide. J. Amer. Chem. Soc. 63, 2712.
- Langlois, B. E., A. R. Stemp, and B. J. Liska (1964): Rapid Cleanup of Dairy Products for Analysis of Chlorinated Insecticide Residue by Electron Capture Gas Chromatography. J. Agr. Food Chem. 12, 243—245.
- Lovelock, J. E., and S. R. Lipsky (1960): Electron affinity spectroscopy — a new method for identification of functional groups in chemical compounds separated by Gas Chromatography. J. Amer. Chem. Soc. 82, 431.
- Moats, W. A. (1963): One-Step Chromatographic Cleanup of Chlorinated Hydrocarbon Pesticide Residues in Butterfat. II. Chromatography on Florisil. J. Assoc. Official Agr. Chemists 46, 172—176.
- Onley, J. H. (1964): Rapid Method for Chlorinated Pesticide Residues in Fluid Milk. J. Assoc. Official Agr. Chemists 47, 317—321.
- Stewart, A. (1949): The function of adsorbent activity in the chromatographic separation of certain anthroquinone compounds. Discussions Faraday Soc. 7, 65.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien und dem Organisch-Chemischen Institut der Universität Göttingen)

Über die Anwendbarkeit massenspektrometrischer Untersuchungen bei der Rückstands-Analyse*)

Von J. Jörg**), M. Spitteller-Friedmann und G. Spitteller

(Eingegangen am 3. V. 1967)

1. Einleitung

Eine große Anzahl organischer Verbindungen findet infolge ihrer ausgeprägten biologischen Wirkung im chemischen Pflanzenschutz allgemeine Anwendung. Trotz der hohen Wirkungsspezifität dieser Stoffe, die ihre Eignung als Insektizide, Akarizide, Nematizide, Fungizide, Herbizide usw. bedingt, bildet eine allgemeine, über ihren Anwendungsbereich hinausgehende Toxizität eine latente Gefahr für die unmittelbar oder mittelbar benachbarte Biosphäre.

Eine nicht unerhebliche Menge dieser Stoffe steht im praktischen Einsatz. Es gilt daher seit einiger Zeit die allgemeine Aufmerksamkeit dem Verhalten dieser Substanzen vom Zeitpunkt ihrer Ausbringung an, ihrer Beständigkeit gegen Witterungs- und andere Einflüsse, den chemischen Umwandlungen, denen sie dabei unterliegen, sowie der Art und den chemisch und biologisch wichtigen Eigenschaften ihrer Umwandlungs- und Abbauprodukte. Die für das Studium aller damit zusammenhängenden Fragen erforderlichen analytischen Methoden müssen sich durch hohe Spezifität und Empfindlichkeit, aber auch durch einfache Handhabung und Schnelligkeit auszeichnen. Denn einerseits müssen kleinste Rückstandsmengen von Pflanzenschutzmitteln in einer großen Menge inerten Begleitmaterials erfaßt werden, andererseits sollen — vor allem im Interesse des Verbraucherschutzes — die Ergebnisse so rasch zur Verfügung stehen, daß allenfalls nötige Entscheidungen, welche die Verwendbarkeit der oft nur kurzfristig lagerfähigen Nahrungsmittel betreffen, rechtzeitig getroffen werden können.

Die meisten der bisher in der Rückstandsanalyse empfohlenen oder angewandten Verfahren (F. A. Gunther, 1962—1966; J. W. Cook und

*) Diese Arbeit wurde auf dem 6. Internationalen Pflanzenschutzkongreß, 30. 8.—6. 9. 1967, Wien, vorgetragen.

**) Gegenwärtige Anschrift: 1. Med. Univ.-Klinik (Hormonlabor), A-1190 Wien, Spitalgasse 23.

S. Williams, 1965) erfüllen entweder nur einen dieser Gesichtspunkte oder keinen von beiden. Chromatographische Trennverfahren, und hier vor allem die Gas-Chromatographie, kommen dabei im Verein mit den verschiedensten physikalischen und chemischen Nachweismethoden dem angestrebten Ziel am nächsten.

In jüngster Zeit hat die Massenspektroskopie auf diesem Gebiet zunehmend an Bedeutung gewonnen, da sie auf raschem Wege sichere Angaben über Schlüsselbruchstücke, Heteroatome und Molekulargewicht der untersuchten Verbindungen liefert (J. H. Beynon, 1960; K. Biemann, 1962; C. Brunnée und H. Voshage, 1964; H. Budzikiewicz, C. Djerassi und D. H. Williams, 1964; F. W. McLafferty, 1963; G. Spiteller, 1966; F. W. McLafferty, 1966). G. Zweig (1964) nimmt bereits die sich anbahnende Entwicklung mit dem Hinweis vorweg, daß die Zukunft der Rückstands-Analyse mit ihrem Metaboliten-Problem in einer Kombination von Massenspektroskopie und Gas-Chromatographie liege. Grundlegende Arbeiten, welche die prinzipielle Eignung der Methode prüfen sollten, vor allem die Untersuchung der Reinstoff-Spektren von Pflanzenschutzmitteln, wurden inzwischen durchgeführt. So befaßten sich J. N. Damico und W. R. Benson (1965) mit Wirkstoffen, die sich von der Carbaminsäure herleiten. J. Jörg, R. Houriet und G. Spiteller (1966) untersuchten die Spektren von Wuchsstoffsäuren, DDT und seinen Metaboliten, sowie einiger Triazine und Phosphorsäureester. Letzteren widmete Damico (1966) eine umfangreiche Arbeit, in der er die Notwendigkeit betont, die bisherigen Analysen-Verfahren, wie Papier-, Dünnschicht- und Gas-Chromatographie durch die Massenspektroskopie zu ergänzen, da R_F -Werte und Retentionszeiten allein noch keine sichere Aussage gewährleisten. Dies sei besonders am Beispiel mancher Phosphorsäureester erkennbar, deren gas-chromatographische Analyse durch ihre als Umwandlungsprodukte auftretenden Sauerstoffanaloge mitunter auf große Schwierigkeiten stößt.

Mit der massenspektroskopischen Rückstandsanalyse von chlorierten Kohlenwasserstoffen in Klee und Getreide befaßten sich erstmals R. O. Mumma und T. R. Kantner (1966). Die nach einem gas-chromatographischen *clean-up* gesammelten und eluierten Fraktionen werden konzentriert und in die Ionenquelle des Massenspektrometers gebracht. Bei einer Extraktmenge von 0,1 μg können hierbei noch Rückstände in der Größenordnung von 0,1 ppm erfaßt werden.

2. Möglichkeiten der Massenspektroskopie

Da jedes *clean-up* mit einem gewissen Zeitaufwand verbunden ist und letzterer, wie eingangs erwähnt, den praktischen Nutzen des Ergebnisses gefährden könnte, war das Ziel unserer zunächst auf pflanzliches Material beschränkten Untersuchungen, festzustellen, wie weit massenspektro-

metrische Verfahren bei der Rückstands-Analyse ohne vorhergehende Anreicherung des Pflanzenschutzmittels anwendbar sind.

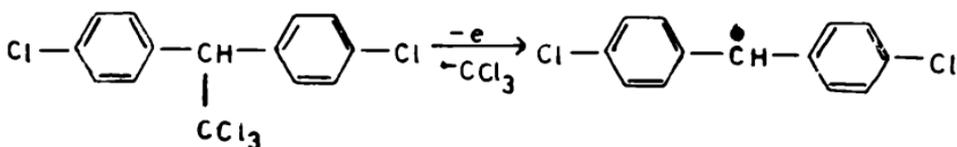
Das bedeutet aber, daß nicht die Spektren der aus dem Rohmaterial isolierten Wirkstoffe zu beurteilen sind, sondern Rohextrakte sehr komplexer Zusammensetzung zur Untersuchung gelangen, in denen Spuren der gesuchten Wirkstoffe nachgewiesen werden sollen. Auf die Möglichkeiten der Massenspektrometrie bei der Analyse solcher Mischungen soll im folgenden kurz eingegangen werden.

Massenspektren von Substanzgemischen setzen sich additiv aus den Spektren der Einzelverbindungen zusammen. Enthält ein Gemisch eine geringe Beimengung einer anderen Verbindung, die sich durch das Auftreten von Schlüsselbruchstücken ungewöhnlicher Masse oder Intensität auszeichnet, so läßt sich die Anwesenheit dieser Beimengung aus dem Massenspektrum des Gemisches an diesen ungewöhnlichen Bruchstücken erkennen, selbst wenn die betreffende Verbindung nur in Spuren vorhanden ist. Besonders typische Schlüsselbruchstücke entstehen vor allem aus aromatischen und heterocyclischen Verbindungen, sowie aus Chlor- und Brom-haltigen Stoffen, deren halogenhaltige Bruchstücke leicht an ihrem typischen Isotopenverhältnis erkannt werden können. Sehr viele Pflanzenschutzmittel enthalten derartige Strukturelemente, und wie aus den eingangs erwähnten Arbeiten hervorgeht, geben die meisten von ihnen tatsächlich sehr charakteristische Spektren. Wir hofften daher, daß ein Nachweis auch neben großen Mengen anderer aus dem Pflanzenmaterial extrahierbarer Stoffe gelingen könnte.

3. Durchführung der Versuche

Als Pflanzenmaterial für die Bestimmung der massenspektroskopischen Nachweisgrenze von Pflanzenschutzmitteln in Pflanzenrohextrakten dienten Karotten, die vorher auf Rückstandsfreiheit geprüft worden waren und denen wir hierauf bekannte, um jeweils eine Zehnerpotenz fallende Mengen der Wirkstoffe 1,1-Bis-(p-chlorphenyl)-2,2,2-trichloräthan (p,p'-DDT) und 2-Chlor-4,6-bis-(isopropylamino)-triazin-(1,3,5) (Propazin) zusetzten.

Je 100 g fein zerkleinerte Karotten wurden mit Petroläther (Sdb. 50—70° C, redest.) eine Stunde geschüttelt und nach Zusatz der in Petroläther gelösten Wirkstoffe die Lösungen im Luftstrom zur Trockene gebracht. Die als Rückstand erhaltenen gelbbraunen Öle wogen zwischen



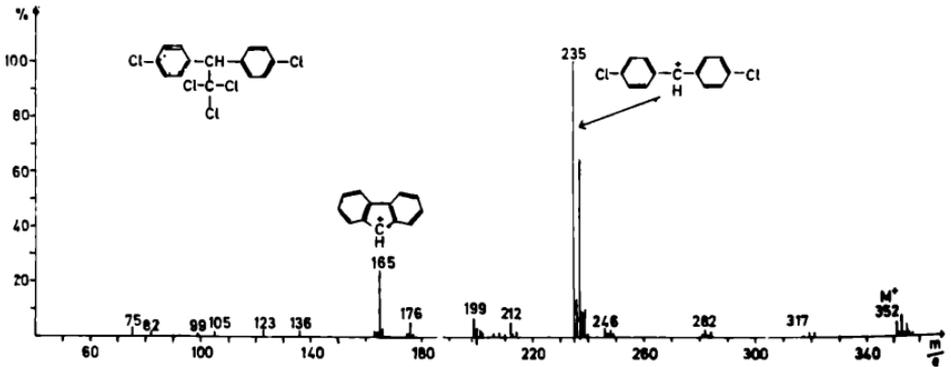


Abb. 1: Massenspektrum von p,p'-DDT. (Elektronen-Energie 70 eV).

30 und 32 mg. Hievon wurden für die massenspektrometrische Messung jeweils etwa 0,3—0,5 mg verwendet.

In Abb. 1 ist das Massenspektrum des reinen p,p'-DDT wiedergegeben. Das Spektrum ist durch die chlorhaltigen Schlüsselbruchstücke der Masse 235, 237 und 239 gekennzeichnet, die durch Verlust der CCl_3 -Gruppe aus den Molekülonen der Masse 252, 254, 256 und 258 entstehen:

Abb. 2 zeigt das Massenspektrum eines nach obigen Angaben hergestellten Eindampfrückstandes mit einem p,p'-DDT-Zusatz von 1 mg (= 10 ppm), aufgenommen bei einer Ionenquellen-Temperatur von 50° C mit einer Elektronenenergie von 70 eV (Massenspektrometer Atlas CH4 mit Vakuum-Direkteinlaßsystem). Im oberen Massenbereich ist deutlich die für p,p'-DDT charakteristische Spitzengruppe bei den MZ 235/237 erkennbar. Die Spitzen der Molekülonen hingegen sind nur von sehr untergeordneter Intensität.

Um auch die Molekülonen besser erkennbar zu machen, wurde die

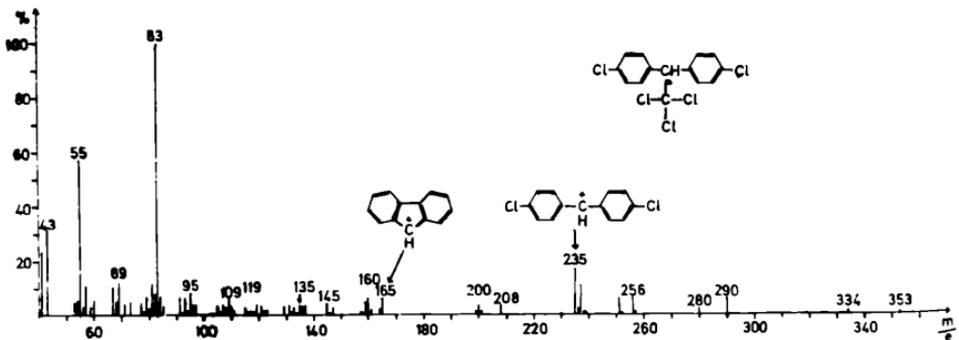


Abb. 2: Massenspektrum eines Petroläther-Extraktes aus 100 g Karotten mit einem Zusatz von 1 mg p,p'-DDT. (Elektronen-Energie 70 eV).

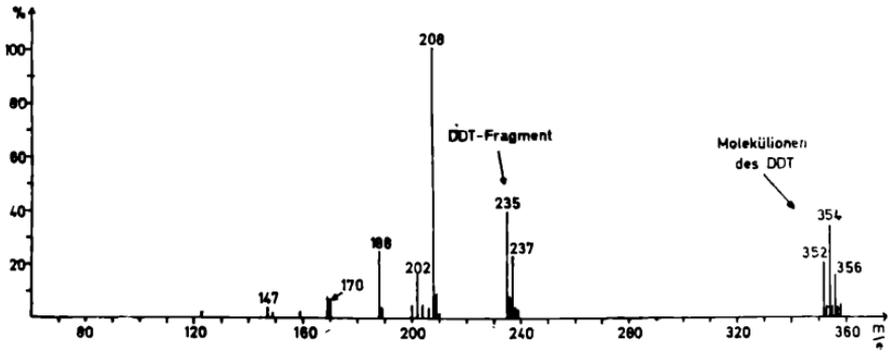


Abb. 3: Massenspektrum eines Petroläther-Extraktes aus 100 g Karotten mit einem Zusatz von 1 mg p,p'-DDT. (Elektronen-Energie 11 eV).

Aufnahme des Spektrums bei einer Elektronenenergie von 11 eV wiederholt. Dadurch wird die Bildung sekundärer massenspektrometrischer Abbauprodukte weitgehend unterdrückt, so daß die Molekülionen stärker aus dem Spektrum hervortreten. Die für das p,p'-DDT charakteristische Gruppe der Molekülionenspitzen ist in dem Spektrum deutlich identifizierbar (Abb. 3).

Bei Verringerung des DDT Zusatzes auf ein Zehntel wird unter den Versuchsbedingungen die massenspektrometrische Nachweisgrenze er-

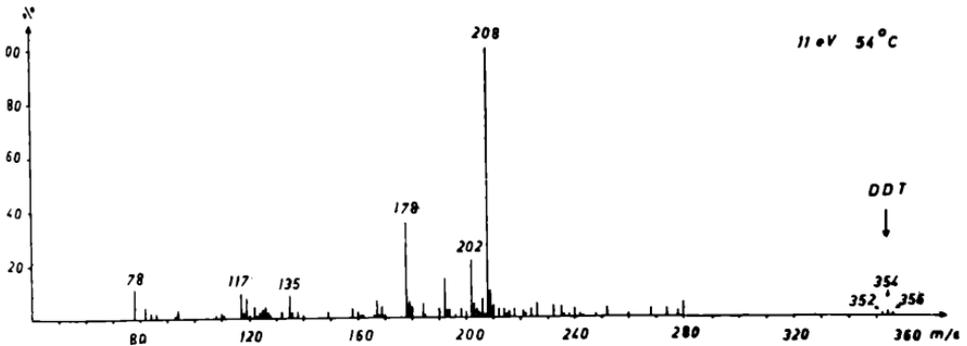
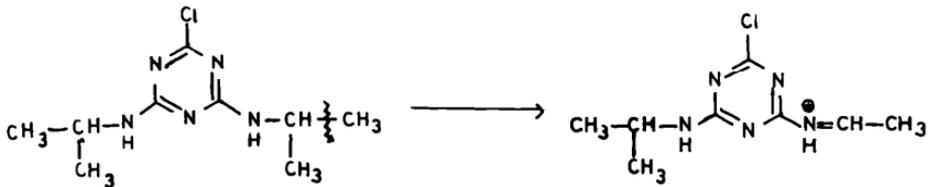


Abb. 4: Massenspektrum eines Petroläther-Extraktes aus 100 g Karotten mit einem Zusatz von 0,1 mg p,p'-DDT. (Elektronen-Energie 11 eV, Ionenquellen-Temp. 54° C).

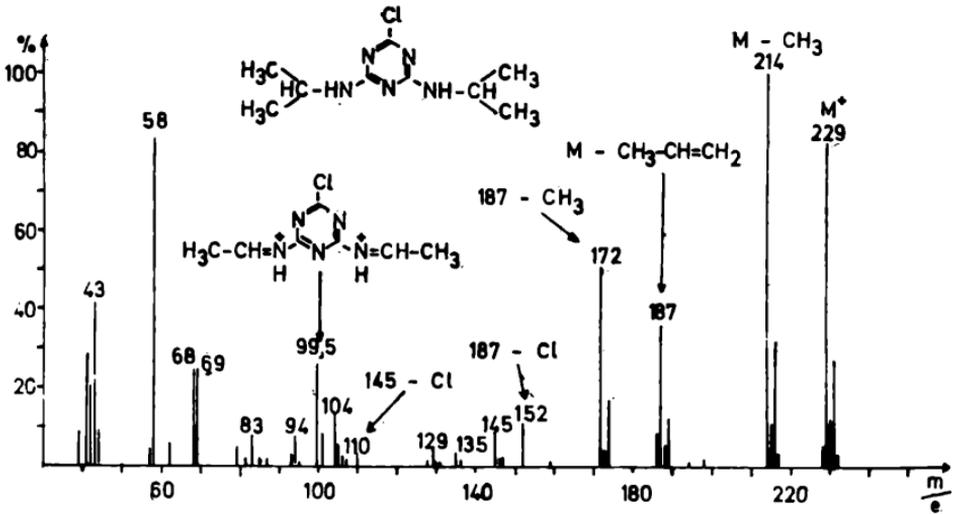


Abb. 5: Massenspektrum von Propazin. (Elektronen-Energie 70 eV).

reicht: Selbst in den bei niedriger Elektronenenergie aufgenommenen Spektren überragen die Ionen anderer Gemischkomponenten die des beigemengten DDT bedeutend, so daß die Molekülionen gerade noch deutlich erkennbar sind (Abb. 4). Eine weitere Senkung der zugesetzten DDT Menge ließ keine eindeutige massenspektrometrische Identifizierung mehr zu.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde in ähnlicher Weise die Nachweisgrenze für das Propazin bestimmt.

Das Massenspektrum des Propazin (Abb. 5) ist durch die hohe Intensität der Molekülionen der Masse 229 und 231, sowie der daraus durch Verlust einer Methylgruppe entstehenden Spaltstücke der Masse 214/16 gekennzeichnet:

Diese Ionen ließen sich auch in dem Spektrum eines Eindampfrückstandes aus 100 g Karottenextrakt bei einem Zusatz von 1 mg Propazin eindeutig identifizieren (Abb. 6). Einen noch besseren Nachweis ermöglichte das bei niedriger Elektronenenergie (11 eV) aufgenommene Spektrum, in dem die Molekülionenspitzen der Masse 229 und 231 an Intensität alle anderen Ionen übertrafen (Abb. 7).

Wurde nun die zugesetzte Propazinnmenge auf ein Zehntel verringert, so war in einem bei 70 eV aufgenommenen Spektrum der Nachweis des Propazins nicht mehr möglich; erst wenn die Elektronenenergie auf 11 eV vermindert wurde, ließen sich die Molekülionen gerade noch identifizieren.

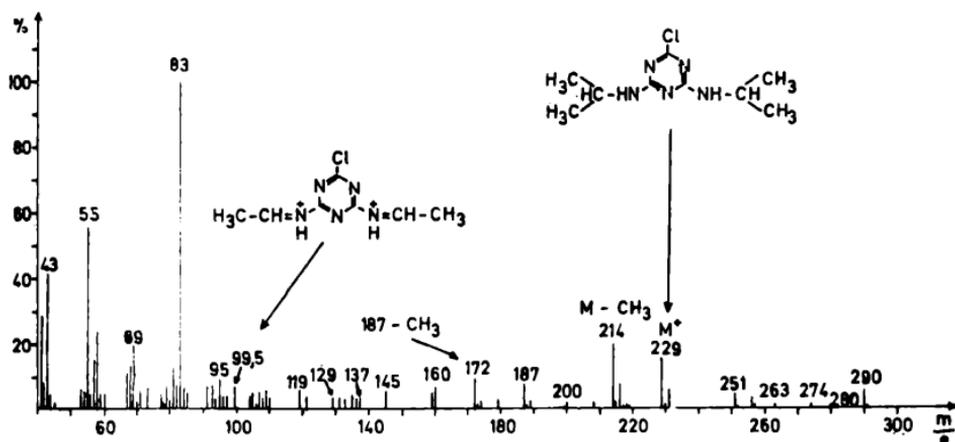


Abb. 6: Massenspektrum eines Petroläther-Extraktes aus 100 g Karotten mit einem Zusatz von 1 mg Propazin. (Elektronen-Energie 70 eV).

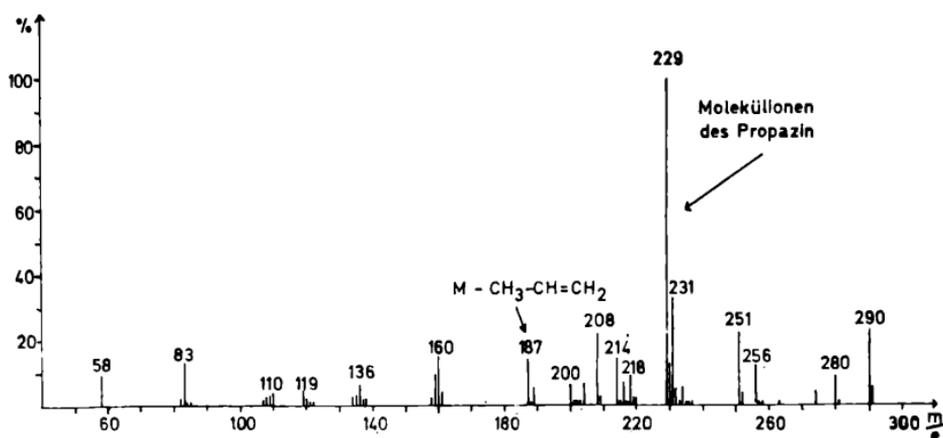


Abb. 7: Massenspektrum eines Petroläther-Extraktes aus 100 g Karotten mit einem Zusatz von 1 mg Propazin. (Elektronen-Energie 11 eV).

4. Ergebnisse und Diskussion

In den von uns untersuchten Fällen liegt demnach die Nachweisgrenze von Pflanzenschutzmitteln in Pflanzenrohextrakten bei etwa 1 ppm. Dieser Grenzwert stellt aber kein absolutes Maß dar, weil er vor allem von der Menge des bei der Pflanzenextraktion entstehenden Gesamtrückstandes abhängig ist: Da für eine massenspektrometrische Messung jeweils nur 0,3–0,5 mg der Probe verwendet werden kann, gelangt umso weniger Pflanzenschutzmittel zur Messung, je größer der Extraktionsrückstand ist.

Wenn in einem Gesamtrückstand von 32 mg aus 100 g Karotten, in

dem 1 mg (10 ppm) des Pflanzenschutzmittels enthalten ist, zur Aufnahme eines Massenspektrums 0,3 mg entnommen werden, so ist in dieser Menge nur 0,01 mg des Pflanzenschutzmittels vorhanden.

Leider kann von dieser kleinen Probemenge bei Registrierung des Spektrums mittels Schreiber nur ein minimaler Bruchteil zum tatsächlichen Nachweis verwendet werden, weil bei der Registrierung das gesamte Spektrum durchfahren wird und nur für Sekundenbruchteile der Ionenstrom der aus dem Pflanzenschutzmittel stammenden Ionen gemessen wird.

Eine wesentliche Absenkung der Empfindlichkeitsgrenze für den Nachweis von Pflanzenschutzmitteln versprechen wir uns erst dann, wenn man die Registrierzeit für die betreffenden Ionen stark erhöhen kann, also das Spektrum auf einer Photoplatte aufnimmt.

Eine weitere Steigerung der Nachweisempfindlichkeit ist sicher bei Aufnahme der Spektren mit Geräten hoher Auflösung möglich: Pflanzenschutzmittel enthalten meist Halogene und Stickstoffatome. Halogene sind in den aus den Pflanzen extrahierbaren Verbindungen fast nie, Stickstoff relativ selten enthalten. Die aus den Pflanzenschutzmitteln gebildeten Bruchstücke unterscheiden sich daher bezüglich ihrer Bruttoformeln selbst bei gleicher Nominalmasse von den aus den Pflanzenextraktstoffen gebildeten Spaltstücken und können so, selbst neben großen Mengen Verunreinigungen, nachgewiesen werden. Wir hoffen deshalb, daß wir die Nachweisgrenze bei Verwendung von Massenspektrometern mit hoher Auflösung und Photoplattenregistrierung noch wesentlich senken können. Diesbezügliche Untersuchungen sollen in nächster Zukunft begonnen werden.

5. Dank

Frau Dr. E. Glofke danken wir für die gas-chromatographische Prüfung der Karottenproben auf Rückstandsfreiheit von Pflanzenschutzmitteln.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Fonds der chemischen Industrie danken M. Spittler-Friedmann und G. Spittler für die Förderung der Arbeit durch eine Sachbeihilfe.

6. Zusammenfassung

Der Nachweis von Pflanzenschutzmitteln, die aromatische oder heterocyclische Ringsysteme enthalten, ist ohne vorhergehende Anreicherung mit einfach fokussierenden Geräten nur dann mit Sicherheit möglich, wenn die Untersuchungsprobe mindestens 1 ppm des Pflanzenschutzmittels enthält. Die massenspektrometrische Erfassung geringerer Mengen setzt eine vorhergehende, wenigstens teilweise Anreicherung der Probe voraus.

Summary

The certain detection of residues of pesticides, containing aromatic and heterocyclic ring systems, without any preliminary clean up is only possible down to 1 ppm, when single focussing spectrometers are used. An enrichment (at least partial) of the unknown in the sample seems inevitable, if concentration falls below this limit.

7. Literatur

- Beynon, J. H. (1960): *Mass Spectrometry and its Applications to Organic Chemistry*. Elsevier, Amsterdam 1960.
- Biemann, K. (1962): *Mass Spectrometry, Organic Chemical Applications*. McGraw Hill, New York 1962.
- Brunné, C. und Voshage, H. (1964): *Massenspektrometrie*. Thiemig, München 1964.
- Budzikiewiczs, H., Djerassi, C. und Williams, D. H. (1964): *Interpretation of Mass Spectra of Organic Compounds*, Holden Day, San Francisco 1964.
- Budzikiewiczs, H., Djerassi, C. und Williams, D. H. (1964): *Structure Elucidation of Natural Products by Mass Spectrometry*. Holden Day, San Francisco 1964, Band 1 und 2.
- Cook, J. W. und Williams, S. (1965): Pesticide Residues. *Analyt. Chem.* 37, 130R—142R.
- Damico, J. N. (1966): 14. Conference on Mass Spectrometry, 22.—27. Mai 1966, Dallas, Texas.
- Damico, J. N. (1966): The Mass Spectra of Some Organophosphorus Pesticide Compounds. *J. Assoc. off. analyt. Chemists*, 49, 1027—1045.
- Damico, J. N. und Benson, W. R. (1965): The Mass Spectra of Some Carbamate Pesticides. *J. Assoc. off. agric. Chemists*, 48, 344—354.
- Gunther, F. A. (1962—1966): *Residues of Pesticides and other Foreign Chemicals in Foods and Feeds*. Bd. 1—16, Springer, Berlin.
- Jörg, J., Houriet, R. und Spitteller, G. (1966): *Massenspektren von Pflanzenschutzmitteln*. *Mh. Chem.* 97, 1064—1087.
- McLafferty, F. W. (1963): *Mass Spectrometry of Organic Ions*. Academic Press, New York 1963.
- McLafferty, F. W. (1966): *Interpretation of Mass Spectra*. Benjamin, New York 1966.
- Mumma, R. O. und Kantner, T. R. (1966): Identification of Halogenated Pesticides by Mass Spectrometry. *J. Econ. Entomol.* 59, 491—492.
- Spitteller, G. (1966): *Massenspektrometrische Strukturanalyse organischer Verbindungen*. Chemie, Weinheim 1966.
- Zweig, G. (1964): Chromatographic Techniques for Pesticide Residue Analysis. *Chromatog. Revs.* 6, 110—128.

Referate

Hawker (L. E.), Linton (A. H.), Folkes (B. F.), und Carlile (M. J.): **Einführung in die Biologie der Mikroorganismen**. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1966. 483 Seiten, 40 Tafeln, 48 Abbildungen, 8 Tabellen, Ganzleinen DM 39,--.

Die vorliegende Übersetzung des englischen Werkes „An Introduction to the Biology of Microorganisms“ wurde von Fachwissenschaftlern durchgeführt und wird auch in seiner deutschen Ausgabe begeisterte Aufnahme finden. Den Verfassern ging es darum, eine allgemeine Einführung in die Morphologie, Physiologie und Ökologie aller Mikroorganismen zu schaffen, ohne dabei eine Gruppe zu bevorzugen. Durch die Verbesserung der Untersuchungsmethoden und der wissenschaftlichen Apparate wurden auf dem chemischen und anatomischen Gebiet der Mikrobiologie in letzter Zeit große Fortschritte erzielt. Viele Einzelheiten der Physiologie konnten damit geklärt werden, und mit Hilfe des Elektronenmikroskopes sowie durch neue Färbemethoden wurden viele bisher unbekannte morphologische Details bekannt. Mit diesem Buch gelang es den Autoren, einen Überblick über den derzeitigen Stand und die Vielfalt der Mikrobiologie zu geben. Dieses Werk wird allen Biologen, und vor allem den Studenten dieses Teilgebietes der Naturwissenschaft, sehr willkommen sein.

W. Wittmann

Sudd (J. H.): **An Introduction to the Behaviour of Ants (Eine Einführung in die Verhaltensweisen der Ameisen)**. 200 Seiten, 49 Abbildungen (Strichzeichnungen) und 4 Fotoreproduktionen auf 2 Tafeln. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London, 1967.

Während Schmetterlinge und Käfer vor allem durch ihre Schönheit und ansehnliche Größe zu ihrer Erforschung einladen, spricht bei den staatenbildenden Insekten das soziale Verhalten den Forscher an. Daher lag bei zusammenfassenden Darstellungen über Ameisen (Huber, Forel, Escherich, um nur einige der bedeutendsten älteren Autoren solcher Werke anzuführen) der Schwerpunkt schon immer in der Betrachtung ihrer sozialen Lebensäußerungen. Das vorliegende Werk zielt nun, wie schon der Titel ankündigt, direkt auf das Studium der Verhaltensweisen der Ameisen und behandelt daher das Thema ausschließlich aus der Sicht des Verhaltensforschers. Die typisch englische, lapidare und zu Definitionen neigende Art der Darstellung bedingt, daß das Werk trotz seines relativ geringen äußeren Umfangs von 200 Seiten einen vollständigen und modernen Überblick über den heutigen Stand der Kenntnisse zu vermitteln vermag. Nach einem einleitenden Überblick über die 9 Subfamilien der Ameisen und über die prinzipielle Beschaffenheit eines Ameisenstaates werden in einzelnen Kapiteln behandelt: Fortbewegungs- und Sinnesorgane; Arten der Raumorientierung; Nestbau und die verschiedenen Nesttypen; Nahrungserwerb; Verwertung der Nahrung; Fortpflanzung und Koloniegründung; Organisation und Arbeitsteilung in der Kolonie; Evolution des Sozialverhaltens. Es fällt auf, daß der Autor neben seinen eigenen Forschungsergebnissen

nicht so sehr die klassische ältere Literatur, sondern in erster Linie die in neueren und neuesten Publikationen enthaltenden Ergebnisse verwertet hat. Besonders dankenswert auch das umfangreiche aber sehr kritisch ausgewählte Literaturverzeichnis. Das Buch wird dem mit Ameisen, bzw. mit sonstigen sozialen Insekten befaßten Leser ebenso willkommen und nützlich sein, wie dem Verhaltensforscher.

W. Faber

Goodey (J. B.), Franklin (M. T.), Hooper (D. J.): **T. Goodey's The Nematode Parasites of Plants catalogued under their Hosts (Die parasitären Nematoden der Pflanzen katalogisiert unter ihren Wirten)**. — 3. Aufl. Farnham Royal, Bucks: Commonwealth Agricultural Bureaux 1965: IV, 214 S. 8°. Price 60/-.

Die große Nachfrage nach dem vorliegenden Werk geht aus der Tatsache hervor, daß die 2., überarbeitete Auflage dieses Buches erst 1956 erschienen ist. Einem Nachdruck dieser Auflage im Jahre 1958 folgte im Jahre 1959 zusätzlich ein Nachtrag für die Jahre 1955—1958.

Den Autoren muß besonders gedankt werden, daß sie sich durch die rasche Entwicklung der pflanzenparasitären Nematologie der vergangenen Jahre entschlossen haben, die wesentlich erweiterte 3. Auflage, dieses für die Praxis wichtigen Nachschlagwerkes, herauszugeben. In dem vorliegenden Werk wurden die Forschungsergebnisse der phytopathogenen Nematoden bis einschließlich 1963 berücksichtigt. Wie in der vorangegangenen 2. Auflage erfolgte auch bei der vorliegenden Ausgabe die botanische Gliederung in Phanerogamen und Cryptogamen; bei letzteren wurden die Pteridophyta, Bryophyta und Thallophyta jeweils getrennt bearbeitet. Den Autoren muß für die mühevollen Zusammenstellung des 177 seitigen Sachkataloges ebenso gedankt werden wie für das im Anschluß gebrachte umfassende Literaturverzeichnis.

H. Schönbeck

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
DIREKTOR PROF. DR. F. BERAN
WIEN II. TRUNNERSTRASSE NR.

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

XXXVI Band

JÄNNER 1968

HEFT 11/12

Beitrag zur praktischen Anwendung der integrierten Schädlingsbekämpfung in Tafelobstanlagen der Schweiz*)

Von G. Mathys & M. Baggiolini

Die praktische Einführung der integrierten Schädlingsbekämpfung in Obstanlagen wird erst möglich, wenn wenigstens folgende wesentliche Voraussetzungen gegeben sind:

1. Bestehen von genügend zuverlässigen Methoden, die eine Erfassung der Obstbaumfauna jederzeit und in angemessener Frist ermöglichen.
2. Möglichkeit der Beurteilung der potentiellen Gefahr, die eine bestimmte Dichte der Schädlingspopulation in einem gegebenen Moment darstellt.
3. Möglichkeit der selektiven Bekämpfung bestimmter Schädlinge im entscheidenden Moment.

Die jahrelangen Arbeiten in Versuchsanlagen haben es ermöglicht, verschiedene Methoden der Bestandesaufnahme zu entwickeln und zu erproben (Steiner 1962, Baggiolini und Wildbolz 1965, Baggiolini et al 1967). Es bestehen bereits vereinfachte Anleitungen, die für den Obstbauern zugänglich sind, vorausgesetzt, daß er die wesentlichen Schädlinge in ihren verschiedenen Erscheinungsformen kennt (Mathys

*) Vortrag gehalten vor dem VI. Internationalen Pflanzenschutzkongreß, Wien, 1967.

BEX

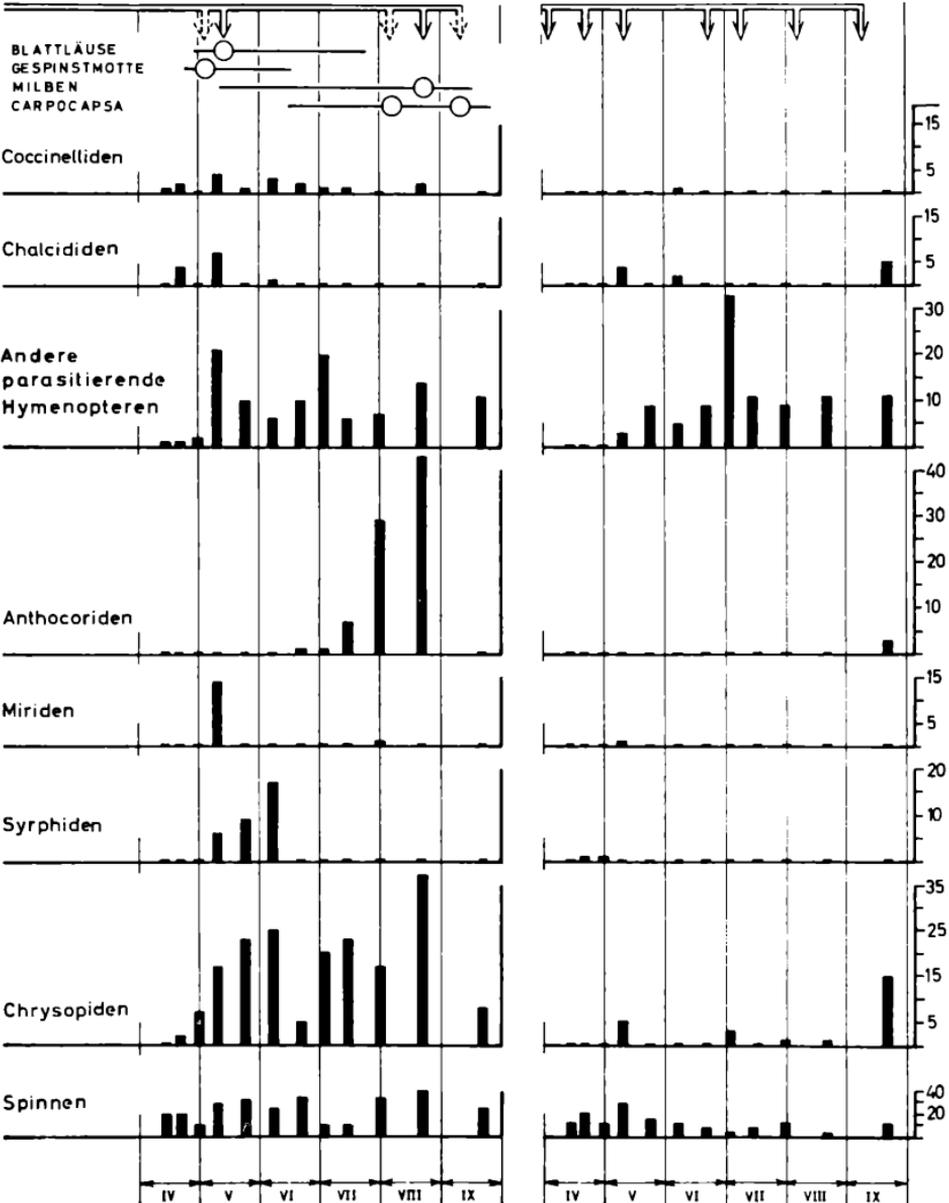
1964

Integrierte Parzelle

Kalenderparzelle

Überschreitung der Toleranzschwellen

Vorbeugende Spritzungen



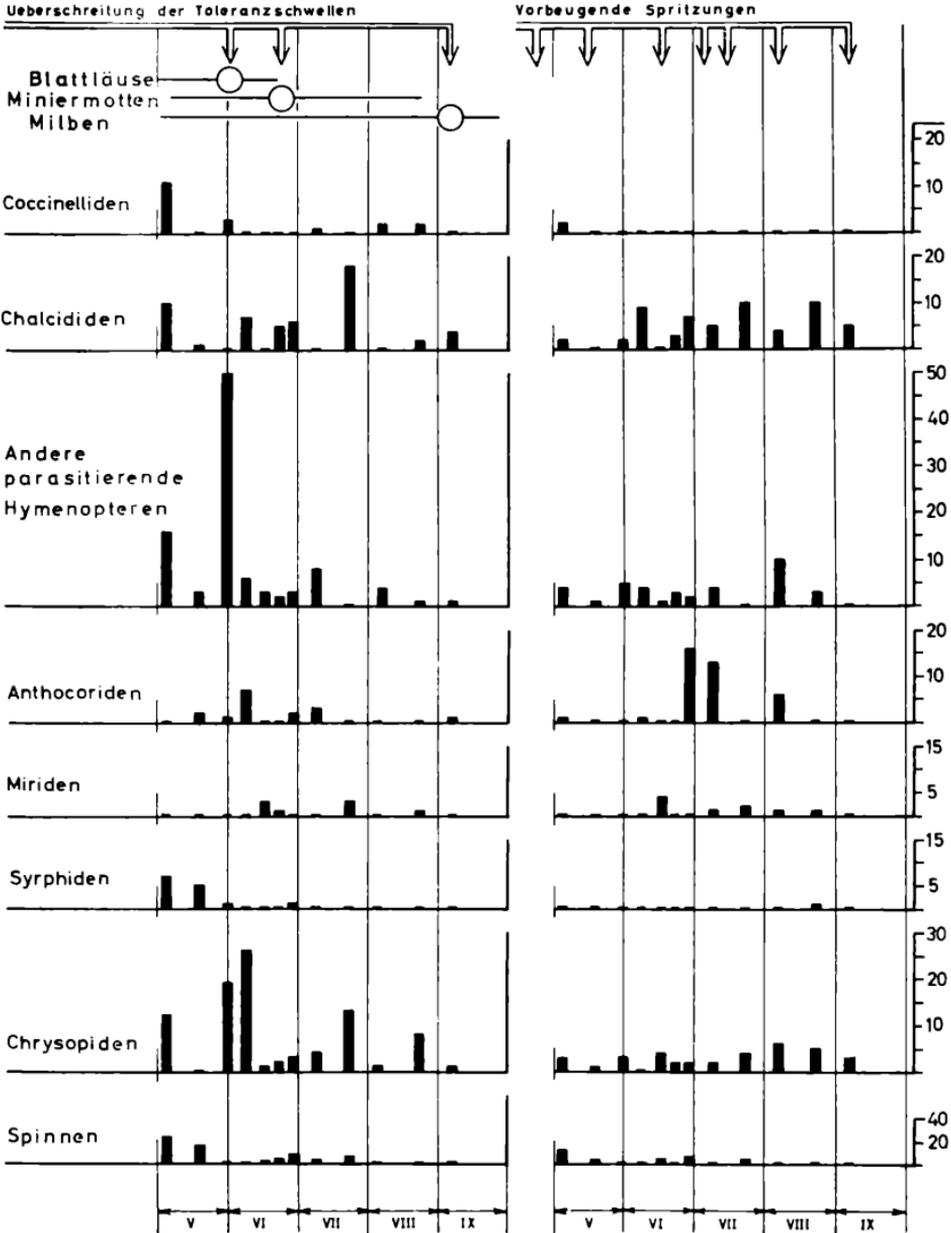
Figur 1: Vergleich der Populationsdichte der Nützlinge in der Kalender- und in der integrierten Parzelle im Verlauf der Vegetationsperiode im Jahre 1964.

BEX

1966

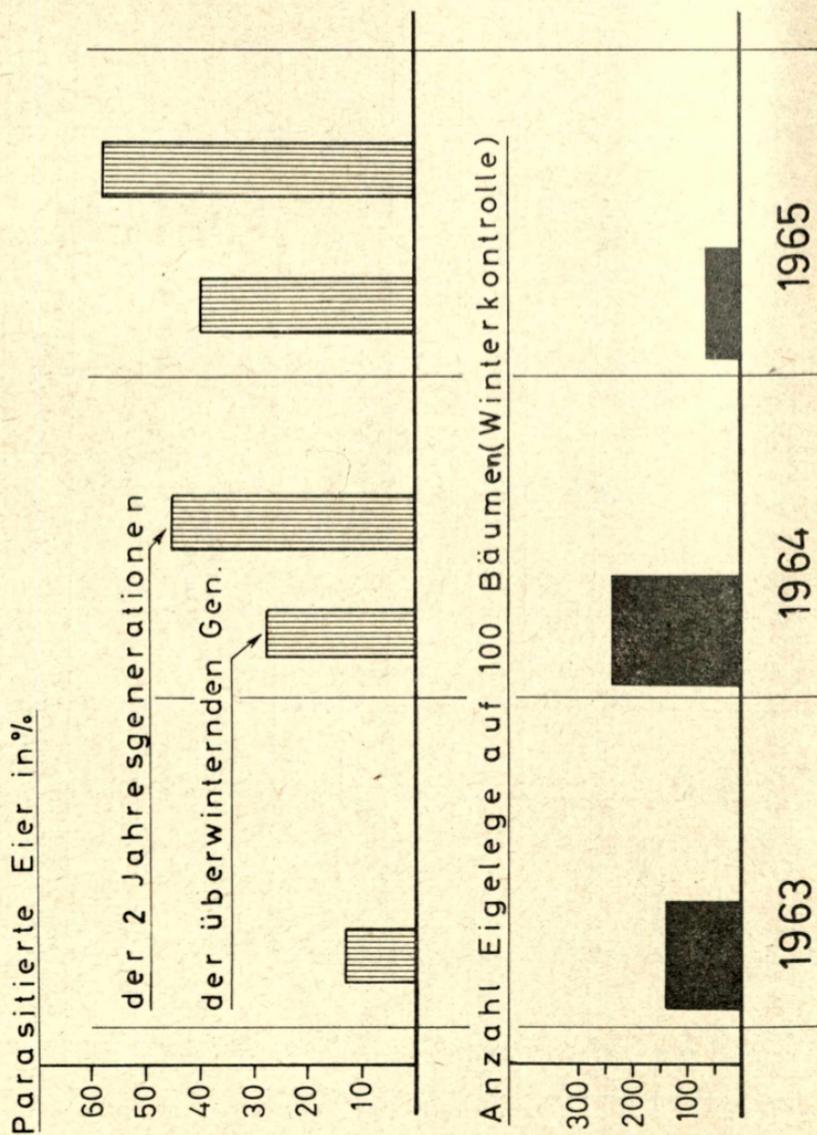
Integrierte Parzelle

Kalenderparzelle



Figur 2: Vergleich der Populationsdichte der Nützlinge in der Kalender- und in der integrierten Parzelle im Verlauf der Vegetationsperiode im Jahre 1966.

Durch *Trichogramma cacaoeciae* parasitierte Eier von *Archips rosanus*



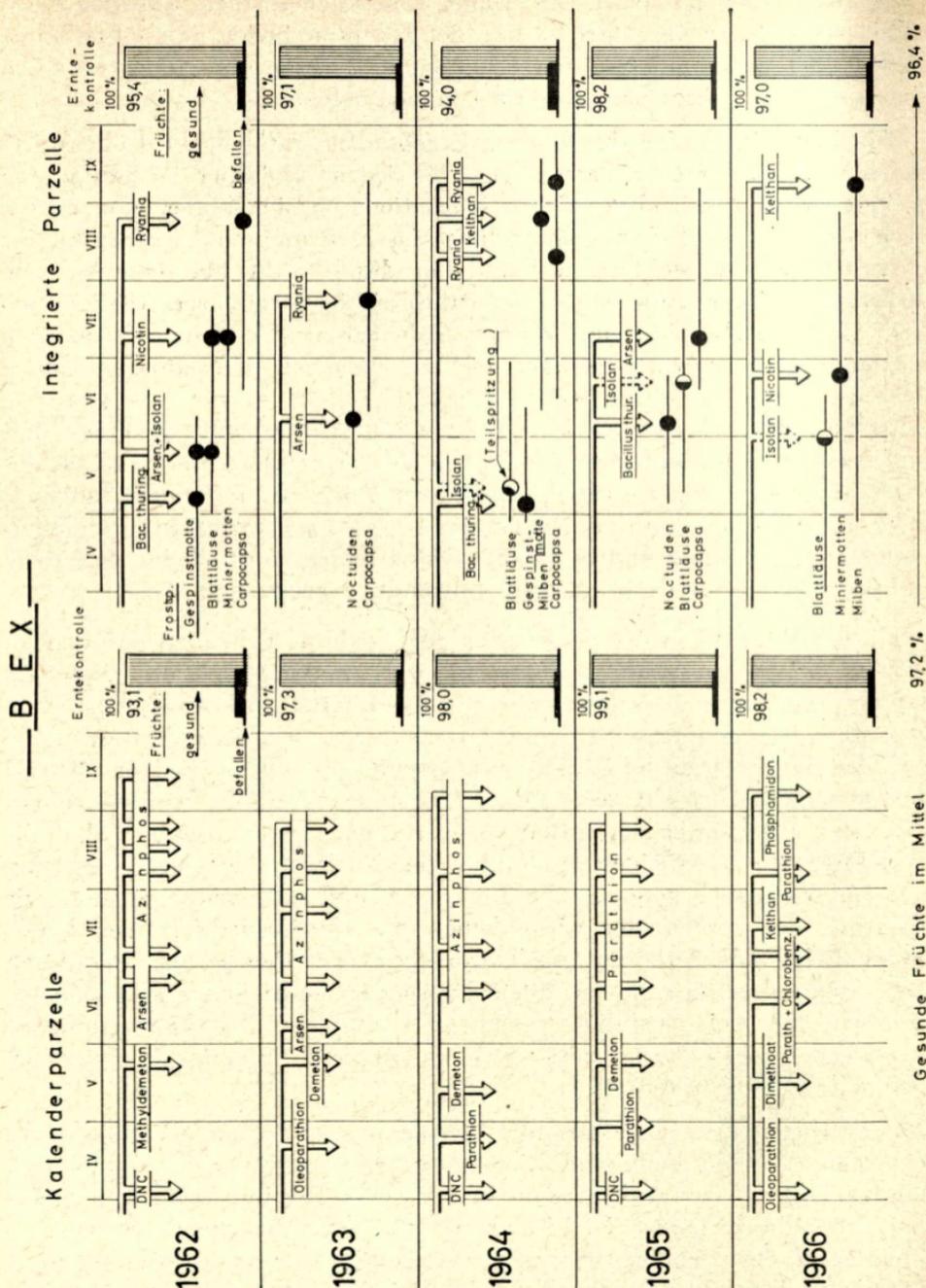
Figur 5: Zunahme der Eiparasitierung von *Archips rosanus* durch *Trichogramma cacaoeciae* in der integrierten Parzelle von Vétroz im Verlaufe von 5 Jahren.

und Baggiolini 1967). An Hand von schematischen Tabellen wird darin schrittweise dargelegt, welche der Hauptmethoden gegen bestimmte Arten oder zusammengehörige Gruppen und deren Entwicklungsstadien im Laufe des Jahres zum Einsatz kommen sollen.

Die Beurteilung der durch diese Erhebungen anfallenden Zahlenwerte kann praktisch nur erfolgen, wenn für jeden Schädling in bestimmten Zeitabständen während der Vegetationsperiode und im Winter ökonomische Toleranzschwellen bekannt sind, die meist in Prozenten ausgedrückt, die Grenze angeben, welche die Populationsdichte nicht überschreiten soll, ansonsten bei der Ernte ein wirtschaftlich nicht tolerierbarer Schaden auftritt. Es versteht sich, daß solchen Tabellen eine eminente Bedeutung zukommt; solche Werte beruhen oft auf mehr als zehnjährigen Untersuchungen und Erfahrungen. Eine solche Tabelle wurde von uns veröffentlicht (Mathys und Baggiolini 1967); sie stellt die Basis dar, auf welcher sich sämtliche Arbeiten in der West- und zum Teil in der Südschweiz stützen. Sie erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit oder definitiven Charakter, denn gewisse Zahlen bedürfen noch einer erneuten Bestätigung und bestimmte Daten fehlen, doch scheint sie bereits in dieser Form für die praktische Anwendung geeignet.

Mit der Möglichkeit der Beurteilung der durch die Erhebung anfallenden Zahlen können nun die Insektizide und Akarizide gezielt eingesetzt werden, und zwar nur dann, wenn eine bestimmte Schädlingspopulation den ökonomischen Schwellenwert erreicht. Dieser gezielte Einsatz sollte bei der integrierten Schädlingsbekämpfung nur mit selektiven Mitteln erfolgen, denn, obwohl gegenteilige Meinungen geäußert wurden (Chaboussou 1966), zeigen unsere Beobachtungen nach wie vor, daß die Nützlinge ein entscheidender Faktor im Niederhalten von Schädlingspopulationen sein können. Die Figuren 1 und 2 zeigen eindeutig, wie drastisch bei großen Versuchspartellen die Unterschiede in der Populationsdichte der Nützlinge im Laufe der Vegetationsperiode zugunsten der integrierten Parzelle ausfallen. Dabei darf nicht außer acht gelassen werden, daß bei Ausfällen geeigneter Wirte die Nützlingspopulation zusammenbrechen kann, was auch in unseren integrierten Parzellen gelegentlich eingetreten ist.

Überzeugend ist ebenfalls die Zunahme der durch *Trichogramma cacoeciae* Marchal bedingten Eiparasitierung von *Archips rosanus* (L.), die im Verlaufe von 3 Jahren in unserem Beispiel im Wallis von 13'6% auf 58'7% angestiegen ist (Figur 3), was ein Zusammenbrechen der Population des ziemlich schwer zu bekämpfenden Schädlings bedingte. Beispiele betreffend Parasitierung der San-José-Schildlaus, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.), durch *Prospaltella perniciosi* Tow., wurden anderswo publiziert (Mathys und Guignard 1965); sie geben ebenfalls ein eindrucksvolles Bild.



Figur 4: Übersicht über die Behandlungsweise in der Kalender- und integrierten Parzelle im Verlauf von 5 Jahren und erzielte Ernteresultate in Bex.

Die Bedeutung der nützlingsschonenden Bekämpfung sollte demnach in den Obstanlagen, die unter unseren Bedingungen geführt werden, nicht mehr in Frage gestellt werden.

Wie viel bei der systematischen Berücksichtigung der beiden Prinzipien des gezielten Einsatzes und der Anwendung selektiv wirkender Insektizide und Akarizide an Spritzungen eingespart werden kann, zeigen die für Bex (Kanton Waadt) gültigen Resultate, die in Versuchspartzellen ermittelt wurden (Figur 4). Bei einem, im Mittel von 5 Jahren erzielten, vergleichbaren Ernteergebnis von 96,4% gesunder Früchte in der integrierten Parzelle und 97,2% in der Kalenderparzelle, konnte in der integrierten Parzelle etwas mehr als die Hälfte der Insektizid- und Akarizidspritzungen eingespart werden (Verhältnis Kalender zu integriert 36 : 15½). Weniger günstig waren die Resultate im Wallis, wo der Populationsdruck der Schädlinge bedeutend höher ist als in Bex (1966: 7 : 5 zugunsten der integrierten Parzelle), und auch infolge der gleichzeitigen Verwendung der Parzelle für kulturtechnische Versuche, was eine Herabsetzung des Schwellenwertes erforderte. Die Schwierigkeiten im Wallis zeigen, daß dort mit relativ schwach wirkenden Mittel die Anzahl der Spritzungen, verglichen mit Bex, bedeutend erhöht werden muß.

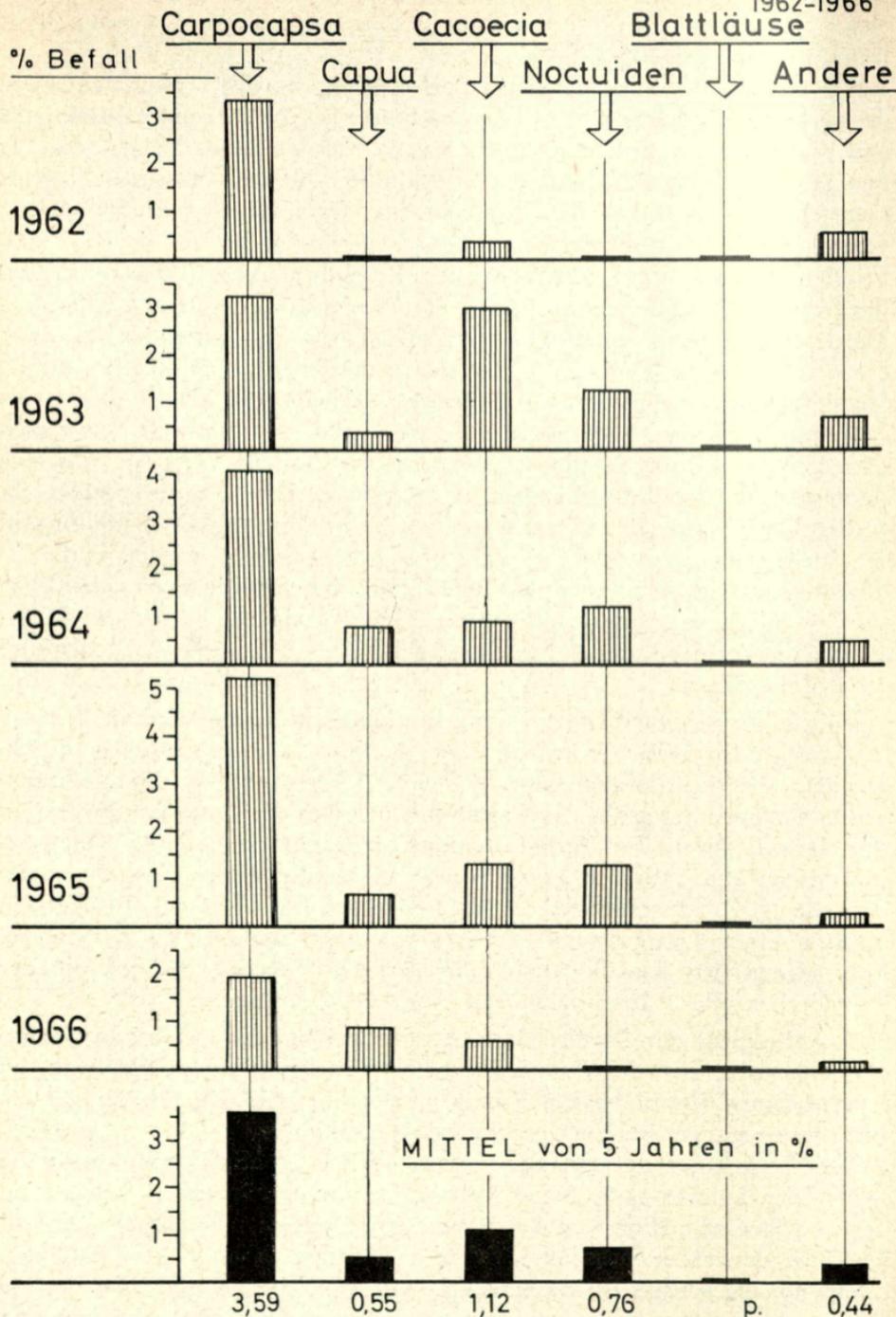
Interessant ist die prozentuale Beteiligung der verschiedenen Schädlinge am Gesamtschaden auf den Früchten. Figur 5 zeigt in Vétroz diese Verteilung im Verlaufe von 5 Jahren und die stets dominierende Bedeutung des Apfelwicklers.

Die praktische Durchführung der Bestandesaufnahme wird in Figur 6 dargestellt. Insgesamt wurden 1966 18 Populationserhebungen durchgeführt, und in 3 Fällen mußte wegen Überschreitung der Toleranzschwelle gespritzt werden, und zwar mit der halben Normalkonzentration von Isolan gegen die Apfelfaltenlaus (*Dysaphis* sp.), deren Toleranzschwelle im Juni zwischen 5 bis 8% liegt; gegen die Miniermotte, *Lyonetia clerkella* (L.), (Schwellenwert: 1 bis 2 Eier pro Blatt auf den 10 obersten Blättern eines Zweiges) und *Panonychus ulmi* Koch (3.000 Milben bei Anwendung der Klopfmethode). Im Vergleich dazu erfolgten in der Kalenderparzelle 7 Insektizid- und Akarizidspritzungen.

In Anbetracht der beschränkten Anzahl verfügbarer selektiver Spritzmittel besteht bei der Empfehlung der integrierten Bekämpfung im engeren Sinne für die breite Praxis die Gefahr, daß ein Schädling trotz der vorangegangenen Nützlingsschonung hochkommt und im kritischen Moment kein oder nur ein zu schwach wirkendes Mittel zur Verfügung steht. Dies könnte z. B. beim Apfelwickler in ungünstigen Jahren, bei *Capua reticulana* Hbn. und bei Blattsaugern auf Birnenbäumen der Fall sein. Die daraus erwachsenden Schäden könnten so hoch sein, daß kein Obstbauer ein solches Risiko eingehen will, und ein nur einmal auf diese Art Geschädigter spontan zur rein präventiven chemischen Bekämpfung zurückkehren würde. Überdies verlangt die praktische Durchführung der

Verteilung des Befalls

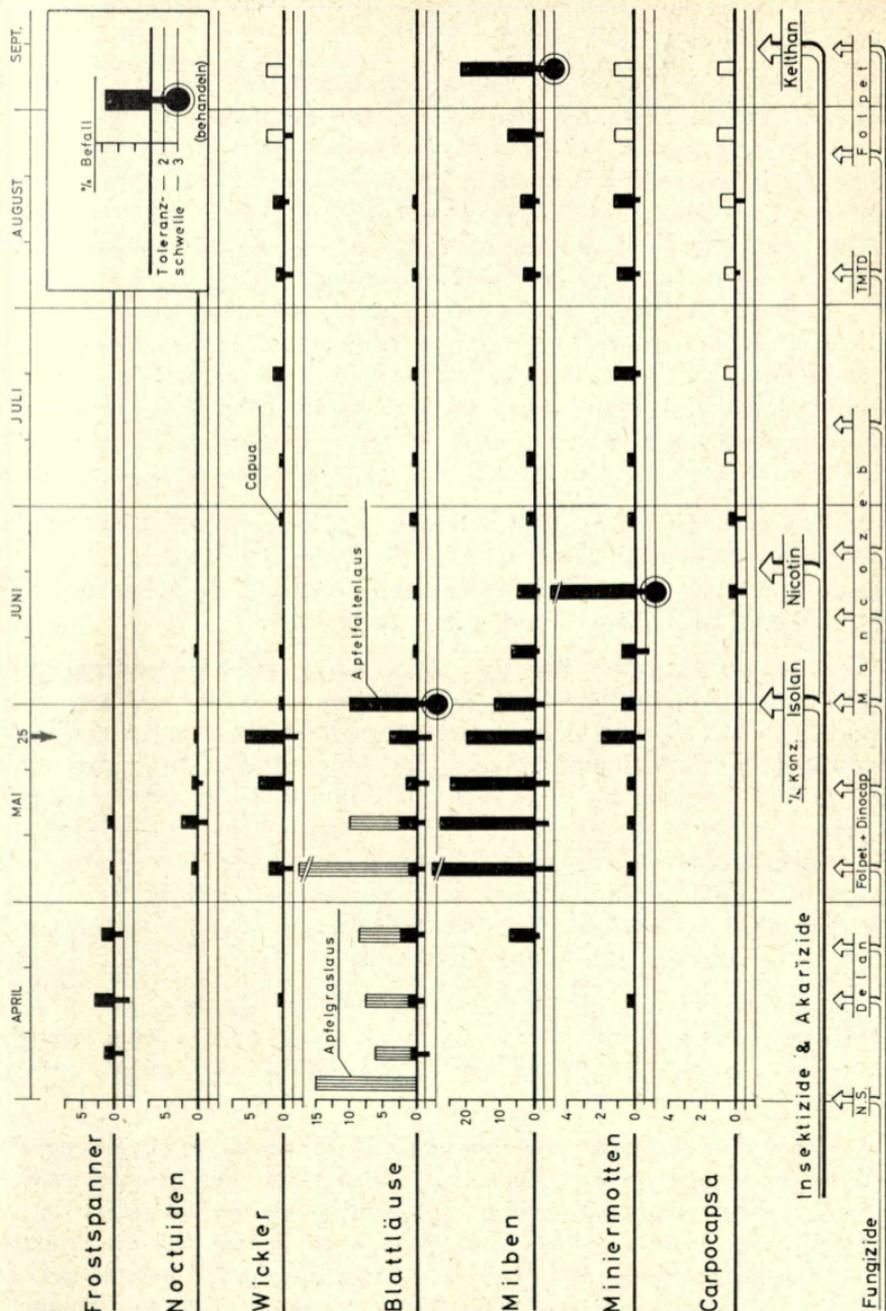
VETROZ integriert
1962-1966



Figur 5: Prozentuale Beteiligung der Schädlinge am Schaden an Früchten bei der Ernte.

BEX 1966

Integrierte Parzelle



Figur 6: Verlauf der Schädlingspopulationen und notwendige Spritzungen in der integrierten Parzelle von Bex im Jahre 1966.

integrierten Bekämpfung eine reiche biologische Erfahrung, da z. B. auch abgeschätzt werden muß, welche Bedeutung der vorhandenen Nützlingsfauna beigemessen werden muß.

Die praktische Konsequenz daraus haben wir schon im Jahre 1964 gezogen und ein Verfahren geprüft, das sich ebenfalls auf die Bestandesaufnahme und Berücksichtigung des Schwellenwertes stützt, bei dem aber nicht nur selektive Mittel, sondern bei Bedarf auch bestimmte Kategorien breiter wirkender Insektizide Verwendung finden, vorausgesetzt, daß diese z. B. rasch abgebaut werden, vor allem systemische Wirkung haben, wenig toxisch sind, und was bei chlorierten Produkten zu beachten ist, nur schwache Nebenwirkungen nach sich ziehen. Wir haben für dieses, sich eng an die integrierte Methode anlehrende System den Ausdruck gezielte Methode gewählt (*lutte dirigée*). Sukzessive wurde dieses Verfahren von 10 Hektar auf zirka 50 Hektar ausgedehnt, was bedeutet, daß die Versuchsphase wohl noch nicht beendet ist, aber daß besonders ausgebildete Obstbauern dieses System schon übernommen haben.

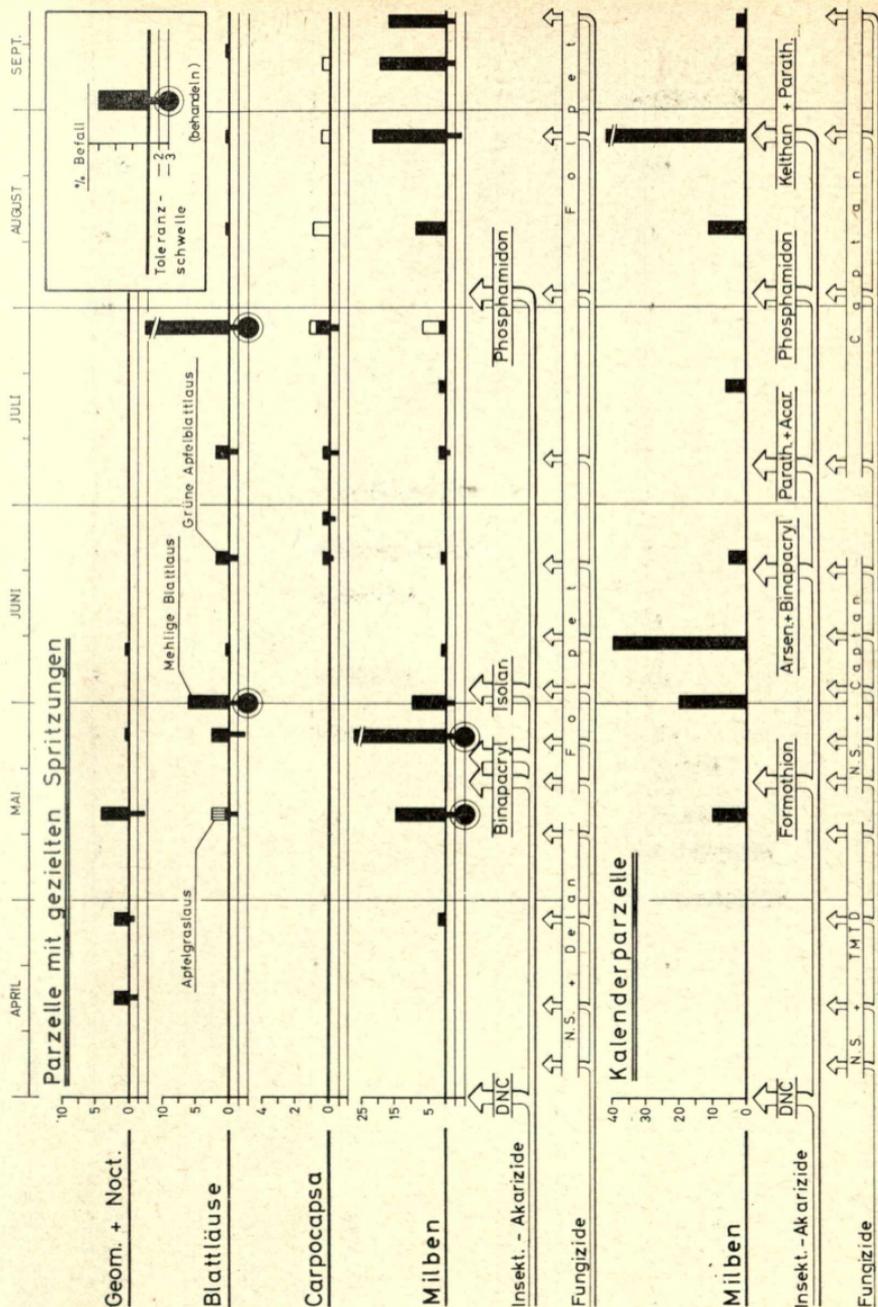
In Tolochenaz, am Genfersee, standen im Jahre 1966 je 2 Parzellen von 25 Hektar erstmals im Versuch. Wie die Figur 7 zeigt, haben in diesem Jahre die Milben gewisse Schwierigkeiten gebracht. Die hohen Schädlingspopulationen haben die Winterspritzung bedingt.

In Bex, wo im Jahre 1966 die integrierte und die Kalenderparzelle je 1 Hektar und die gezielte Parzelle 10 Hektar umfaßte, war letztere, wie Figur 8 zeigt, sehr erfolgreich. Hervorgehoben sei das unterschiedliche Verhalten der Milbenpopulationen, für welches es nicht leicht ist, eine überzeugende Erklärung zu geben. Insbesondere ist es schwer zu sagen, warum ein Populationsanstieg über den Schwellenwert im Herbst bei der integrierten Parzelle eintrat und dieser bei einer vergleichsweise höheren Populationsdichte in den ersten Augusttagen in der gezielten Parzelle nicht zu beklagen war, trotz der Verwendung von Captan, von dem man eine Milbenförderung erwartet.

Als letztes Beispiel der gezielten Methode sei die in Figur 9 wiedergegebene, in Changins (Genfersee) angewandte Spritzfolge angeführt. Man ist dort mit $3\frac{1}{2}$ Spritzungen ausgekommen, mit einem Ernteerfolg von 96,7% gesunder Früchte.

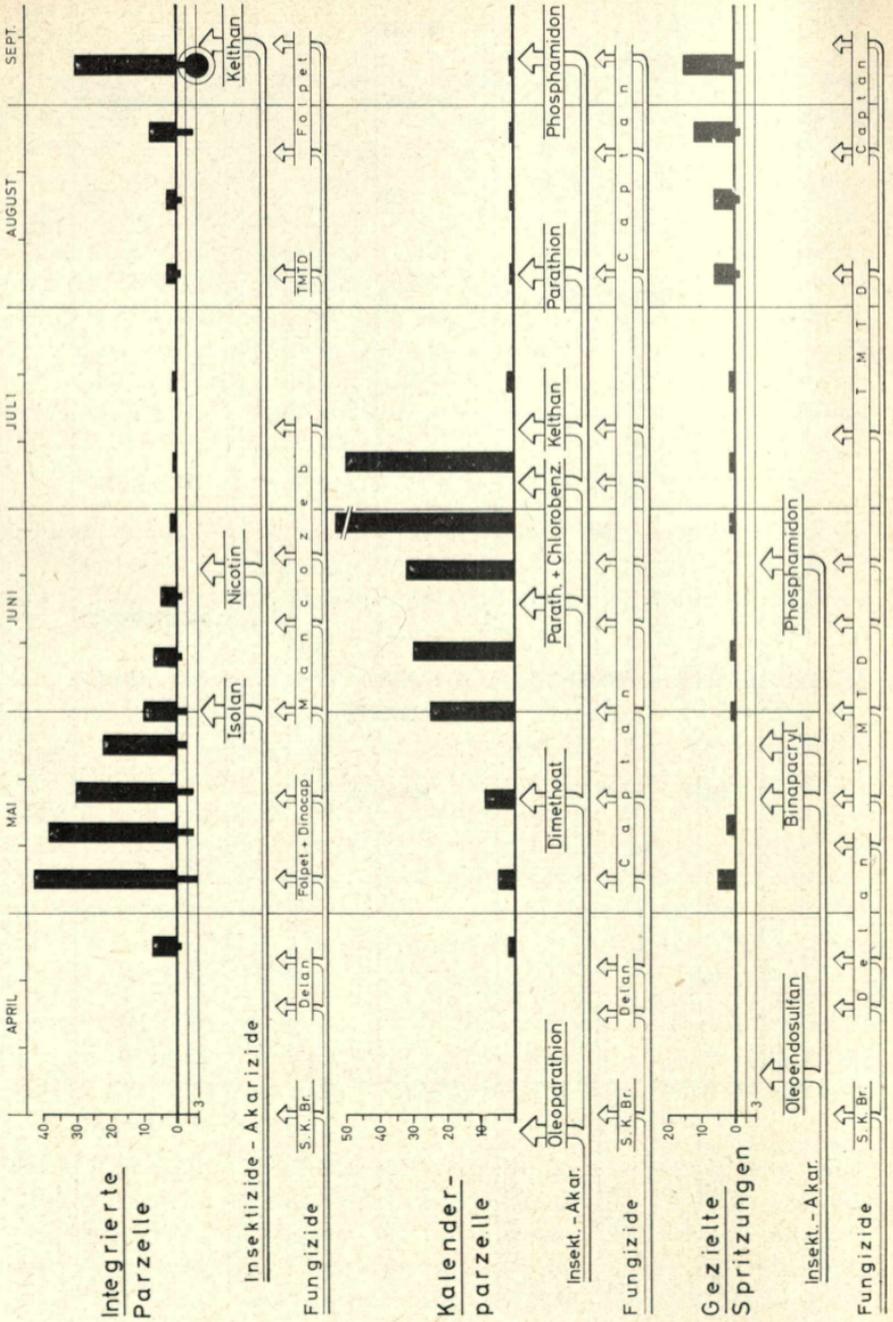
Die Schlußfolgerungen, die sich aus sechsjährigen, regelmäßigen Populationserhebungen in verschiedenen Klimatypen der Westschweiz und teilweise auch der Südschweiz bei simultaner Anwendung der drei beschriebenen Bekämpfungsverfahren ergeben, lassen für die integrierte Schädlingsbekämpfung im engeren Sinn vorderhand noch keine Empfehlung für die Praxis zu. Die Gründe dafür sind der Mangel an selektiven Mitteln gegen gewisse Schädlinge, aber auch das Fehlen biologischer Schulung, die für die Beurteilung des Zusammenwirkens der

TOLOCHENAZ 1966

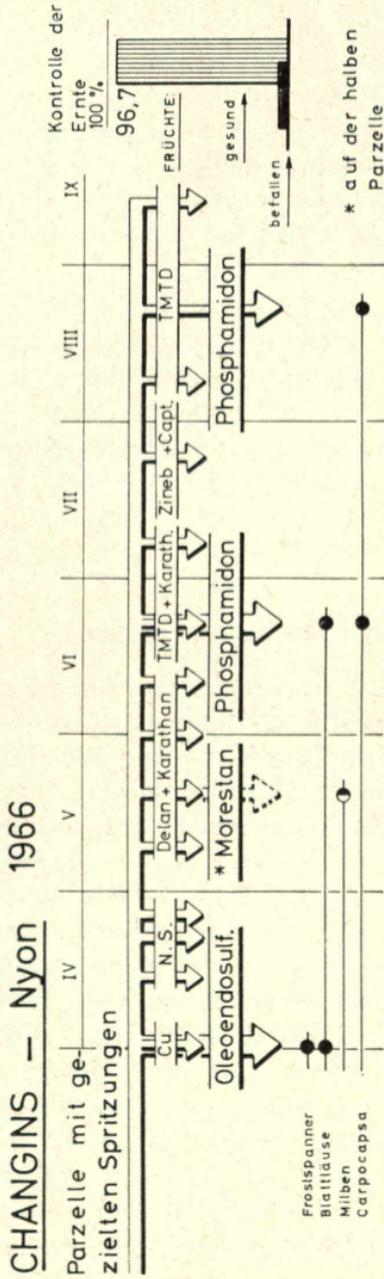


Figur 7: Populationsverlauf der Schädlinge in der Parzelle mit gezielten Spritzungen und in der Kalenderparzelle von Tolochenaz mit Angabe der Spritzfolge.

BEX 1966 ENTWICKLUNG VON P. ULMI



Figur 8: Vergleich des Populationsverlaufes der Roten Spinne und Behandlungsschema in 3 verschiedenen Parzellen.



Figur 9: Spritzfolge in der Parzelle mit gezielten Behandlungen in Changins und Erntekontrolle im Jahre 1966.

Nützlingsfauna und der Schädlingspopulationen sowie anderer Faktoren erforderlich ist. Da jedoch relativ einfache Methoden zur Erfassung der Obstbaumfauna zur Verfügung stehen und bereits, wenn auch provisorische Schwellenwerte für die Schädlinge vorliegen, liegt es nahe, diese Möglichkeit in Form eines gezielten Einsatzes auch mit etwas breiter wirkenden Mitteln praktisch auszunutzen.

Großversuche zeigen, daß nach einer besonderen Schulung ein fähiger Obstbauer dieses Verfahren einführen kann; es wird damit vermieden zu spritzen, wenn es nicht notwendig ist, was sowohl wirtschaftlich wie biologisch betrachtet auf lange Sicht eine befriedigende Lösung der Schädlingsbekämpfung darstellt, wenn auch zwangsläufig gelegentlich ein Teil der Nützlinge vernichtet wird.

Was gegenwärtig den Gewinn, der durch die Einsparung von Insektiziden und Akariziden beim gezielten Verfahren erreicht werden könnte, schmälert, ist die Notwendigkeit der zahlreichen Fungizidspritzungen, die rein präventiven Charakter haben und meist den Arbeitsgang, den man für die Schädlinge einspart, ohnehin beanspruchen. Es wäre deshalb wünschenswert, daß auch die Mykologen die Möglichkeiten der Einsparung von Spritzungen erforschen.

Zusammenfassung

Regelmäßige Populationserhebungen in Versuchsobstanlagen der Westschweiz werden seit 6 Jahren auf immer größeren Flächen durchgeführt. Sie haben den Zweck, abzuklären, ob die Populationsdichte von Schädlingen und Nützlingen mit genügender Sicherheit erfaßt werden und von ihr ausgehend die Notwendigkeit einer Spritzung ermittelt werden kann. Nach der Ausarbeitung einer Liste ökonomischer Toleranzschwellen für Schädlinge ist diese Entscheidung nun möglich, womit eine Voraussetzung der Anwendung der integrierten Methode geschaffen erscheint. Zahlreiche Vergleiche zwischen kalendermäßig und integriert gespritzten Flächen lassen erkennen, daß bei sorgfältiger Überwachung der Populationsbewegungen, je nach dem Populationsdruck der Schädlinge, der im Wallis stärker ist als im Kanton Waadt, bei vergleichbaren Ernteresultaten, mehr oder weniger bedeutende Insektizid- und Akarizidspritzungen eingespart werden können. Was der praktischen Einführung der integrierten Methode entgegensteht ist der Mangel an selektiven Mitteln und das Fehlen der biologischen Erfahrung, die sie erfordert. Dem Obstbauern ist aber eine von der integrierten Methode abgeleitete Vorgangsweise zugänglich, sie wird als gezielte Methode bezeichnet und beschrieben und erlaubt es, trotz des Einsatzes auch breit wirkender Produkte die Schädlingsbekämpfung vom System des kalendermäßigen präventiven Spritzens auf eine neue Basis zu stellen.

Summary

Experiments carried out in orchards during 6 years on large plots showed the possibilities and limits of a first quality fruit production by means of integrated methods. Yields obtained from plots with integrated control and plots with chemical control were compared. It appeared that using selective pesticides only if there is a real need permits a reduction of about half of the insecticide and acaricide treatments normally needed in a chemical spray program. Similar results are obtained with a method called directional control where treatments are also only carried out if the economic injury level of a pest is reached but where the possibility of using polyvalent chemicals exists. Both systems are based on a census of the pest, predator and parasite fauna. This census is generally performed in a satisfactory manner with a combination of Steiners beating method and Baggiolini's visual control method. Data thus obtained are compared with Baggiolini's economic injury level scale. It is thus possible to decide if a treatment is necessary or not. A close collaboration with the specialists from Stuttgart already permitted a simplified practical use of integrated and directional control. Directional control has been successfully introduced into German and Swiss practice and it is certainly the method which can be immediately used by growers.

Bibliographie

- Baggiolini, M. (1965): Méthode de contrôle visuel des infestations d'arthropodes ravageurs du pommier. *Entomophaga* 10 (3): 221—229.
- Baggiolini, M., Mathys, G., Neury, G. et Stahl, J. (1967): Etude comparative de quatre méthodes d'estimation des populations d'arthropodes ravageurs vivant sur le pommier et suggestions pour leur utilisation pratique. *Entomophaga* (im Druck).
- Baggiolini, M. et Wildbolz, Th. (1965): Comparaison de différentes méthodes de recensement des populations d'arthropodes vivant aux dépens du pommier. *Entomophaga* 10 (3): 247—264.
- Chaboussou, F. (1966): Rapports entre les répercussions des pesticides sur la plante et la sensibilité de cette dernière aux attaques des ravageurs animaux et des champignons parasites. Congrès pomologique, 96e session, Paris 14—17 oct. 1965: 190—205.
- Mathys, G. et Guignard, E. (1965): Etude de l'efficacité de *Prospaltella perniciosi* Tow. en Suisse, parasite du pou de San José. *Entomophaga* 10 (3): 193—220.
- Mathys, G. et Baggiolini, M. (1967): Etude de la valeur pratique des méthodes de lutte intégrée dans les cultures fruitières. *Agriculture romande* VI no. 3: 27—50.
- Steiner, H. (1962): Methoden zur Untersuchung der Populationsdynamik in Obstanlagen. *Entomophaga* 7 (3): 207—214.

Referate

Cramer, H. H.: **Pflanzenschutz und Welternte**. Bayer. Pflanzenschutz, Leverkusen, 1967, 523 S.

Ein Wissenschaftszweig, wie der des Pflanzenschutzes, dessen Arbeiten letzten Endes einem wichtigen wirtschaftlichen Zweck dienen, bedarf, um seiner Aufgabe gerecht werden zu können, auch wirksamer Impulse von seiten der Empfänger und Anwender seiner erarbeiteten Erkenntnisse. Für den Pflanzenschutz ist die Frage nach der Höhe und Verteilung der Verluste, die in der Pflanzenproduktion von einer großen Zahl von Schadensfaktoren verursacht werden, von zentraler Bedeutung; dies nicht nur für die Pflanzenproduzenten und Pflanzenschutzausübenden, sondern auch für alle, die sich wissenschaftlich auf diesem Gebiete betätigen, denn die Fülle der offenen phytopathologischen Probleme erfordert in einer Zeit, in der auch in der Wissenschaft Produktivitätsüberlegungen Platz greifen müssen, eine Rangordnung für die Bearbeitung der zu lösenden Fragen; und welcher Maßstab hierfür wäre richtiger und gerechter als der, der sich aus den Schadensziffern ergibt.

Die Forderung nach zutreffenden Schadensstatistiken scheint einfach und selbstverständlich zu sein, tatsächlich aber stehen ihrer Erfüllung enorme Schwierigkeiten entgegen. Die Vorstellung, der Pflanzenproduzent könnte die in den Kulturen eintretenden Verluste selbst eruieren und dann der Wissenschaft zuverlässiges, weiträumig gültiges Informationsmaterial liefern, dessen sie bedarf, muß fallen gelassen werden. Die Verlustermittlung selbst ist schon eine Aufgabe, die nach heutiger Auffassung in den Bereich wissenschaftlicher Forschung fällt, denn zu viele Faktoren sind bei einer exakten Verlustbestimmung zu berücksichtigen, die nur der wissenschaftlich geschulte Fachmann kennt und zu beurteilen imstande ist.

Es wurde daher schon seit langem erkannt, daß die bisherige, rein statistische und schätzende Vorgangsweise, die den meisten vorliegenden Zahlenangaben zugrunde liegt, einer wissenschaftlichen Bearbeitung des Verlustproblems weichen muß. Es ist kein Zufall, daß gerade in der Gegenwart dieses Problem von verschiedenen Seiten aufgegriffen wurde und nach Wegen gesucht wird, eine sichere Grundlage für die Feststellung der Verluste in der Pflanzenerzeugung zu schaffen. Vor Jahren war es die Pflanzenschutzorganisation für Europa und die Mittelmeerländer, die das Problem zur Diskussion stellte, vor kurzem stand ein FAO-Symposium „Crop Losses“, Rom, 2. bis 6. Oktober 1967, im Mittelpunkt des Interesses der Pflanzenschutzwelt. Zu gleicher Zeit wurde der Fachwelt seitens der Bayerwerke ein Buch präsentiert, das vom Autor bescheidenerweise nur als Beitrag bezeichnet wird, die Revisionsbedürftigkeit der herrschenden Vorstellungen über die Verlusthöhe in der Pflanzenproduktion zu verdeutlichen.

Die Beantwortung der Frage nach den Verlusten, die die Welternte Jahr für Jahr durch Schädlinge, Krankheiten und Unkräuter erleidet, ist, wie der Autor einleitend bemerkt, aus verschiedenen Gründen wichtig. Einerseits erfordert schon die angespannte Ernährungslage in

weiten Teilen der Welt Anstrengungen, alle Möglichkeiten einer Steigerung der Nahrungsmittelproduktion auszuschöpfen. Andererseits verlangt die Arbeitskräftesituation in der Landwirtschaft besondere betriebswirtschaftliche Vorkehrungen und Rationalisierungsmaßnahmen in allen Ländern mit hochentwickelter landwirtschaftlicher Produktion, für deren Gelingen ebenfalls Kenntnisse der Schwachpunkte der Pflanzenproduktion erforderlich sind.

Im allgemeinen Teil des Buches wird einleitend die gegenwärtige Welternährungssituation beleuchtet: Der ursprüngliche Ausweg, die Ernährung eines Volkes zu sichern, war die Expansion, der Kampf um zusätzliche Nutzflächen. Im vorigen Jahrhundert begann die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse im Interesse einer Verbesserung der Produktionsmethoden in verschiedener Hinsicht, einschließlich der Maßnahmen zur Verlustminderung und des Ausgleichs des Arbeitskräfteschwundes in der Landwirtschaft mit Hilfe einer zunehmenden Mechanisierung. Es ist selbst heute noch ein weiter Weg zur vollen Ausschöpfung aller zur Zeit gegebenen Möglichkeiten zur Ertragssteigerung, besonders wenn die Situation in den Entwicklungsländern in Betracht gezogen wird. Auffallend ist, daß Gebiete mit geringerer landwirtschaftlicher Flächenleistung überwiegend solche sind, in denen ein relativ hoher Bevölkerungsanteil in der Landwirtschaft tätig ist, während in den hochzivilisierten Ländern ein verhältnismäßig kleiner Bevölkerungsanteil Höchstserträge einbringt. Es besteht daher die Aufgabe, eine weltweite Hebung der Bodenerträge annähernd auf das Niveau, das in den Agrarüberschußländern schon erreicht werden konnte, zu erzielen. Voraussetzung für das Gelingen dieser Aufgabe sind nicht zuletzt Kenntnisse der Verluste in der Pflanzenproduktion.

Es folgen Hinweise auf die verschiedenen Möglichkeiten zur Hebung der landwirtschaftlichen Produktion (Erweiterung der Anbaufläche, verbesserte Bodenbearbeitung, Verbesserung der Pflanzenernährung, Ausnutzung pflanzenzüchterischer Fortschritte, Ausnutzung der Bewässerungswirtschaft, Verbesserung der Agrarstruktur, moderner Pflanzenschutz). Daß für solche Verbesserungen, ganz abgesehen vom Pflanzenschutz, noch große Möglichkeiten gegeben sind, beweist allein der Umstand, daß von den etwa 350 Millionen landwirtschaftlicher Familien, die auf der Welt tätig sind, heute 250 Millionen nur über Hacken oder hölzerne Hakenpflüge verfügen. Weitere 90 Millionen arbeiten zwar mit eisernen Pflugscharen, aber mit tierischer Zugkraft und nur 10 Millionen landwirtschaftlicher Familien sind traktorisiert.

Es folgt eine Charakteristik der Bevölkerungssituation in der Welt, die dadurch gekennzeichnet ist, daß zur Zeit mit einem Zuwachs der Weltbevölkerung von über 50 Millionen pro Jahr und mit einem Stand der Weltbevölkerung von 6,4 Milliarden im Jahre 2000 gerechnet werden muß.

Zum Abschluß des allgemeinen Teiles geht der Autor nach einem Überblick über die Schadensbedeutung von Pflanzenkrankheiten, Schädlingen und Unkräutern für die Agrarproduktion und Anführung einiger Beispiele für angenommene Verluste, auf die Methodik der Ernteverlustermittlung näher ein. Die Angabe der Ernteverluste erfolgt entweder in Geldwert oder in Mengen des Erntegutes. Letzteres hat den Vorteil der Unabhängigkeit der Zahlen vom Marktwert und von der Währungssituation, hingegen den Nachteil, die Qualitätsverluste unberücksichtigt zu lassen, während die Geldwertangaben infolge der Verschiedenheit der Marktsituation und der Währungsverhältnisse einen

Vergleich erschweren. Der Engländer Ordish hat zur Vermeidung dieser Nachteile vorgeschlagen, die Verluste in Flächeneinheiten auszu-drücken, die zur Gewinnung der verlorenen Erntemengen erforderlich wären (acreage lost). Diese Methode weist wohl vom Standpunkt der Vergleichbarkeit der Verlustziffern den größten Nachteil auf, nämlich den der Abhängigkeit der „verlorenen Flächen“ von der Ertragslage des betreffenden Gebietes und des Prüfungszeitraumes. So würde z. B. der Verlust von 6'6 q/ha Weizen in Indien in den Jahren 1948/49 bis 1952/53 1 ha, in den Jahren 1964/65 0'9 ha, in den USA im ersterwähnten Zeitraum 0'6 ha, im 2. Fall 0'4 ha und in den Niederlanden 0'2 ha bzw. 0'1 ha entsprechen.

Eine Schwierigkeit besteht auch in der Unterschiedlichkeit der verwendeten Bezugsgrößen bei Angabe von Ernteverlusten. Diese Werte können auf die tatsächlichen (aktuellen) oder auf die potentiellen Erträge (tatsächliche Erträge + Ernteverluste) bezogen sein.

Die Quellen für Ermittlung von Ernteverlusten sind Statistiken (in den USA am höchsten entwickelt), fußend auf repräsentativen Querschnitten, die durch Untersuchung einer Anzahl von Testbetrieben oder Testflächen gewonnen werden. Eine weitere Quelle für solche Verluststudien sind die Schadensregulierungen durch Versicherungsanstalten. Spezialfälle stellen Einschleppungen von Krankheiten und Schädlingen dar, deren Auswirkungen versuchsmäßig erfassbar sind. Das exakteste Zahlenmaterial liefern Ertragsversuche, wenn bei Auswahl der Flächen unterschiedlicher Befallsdruck entsprechende Berücksichtigung findet. Schließlich sind noch die mittelbaren Verluste, wie sie sich z. B. durch aus phytosanitären Gründen vorgenommene Anbaubeschränkungen ergeben, zu berücksichtigen.

Im speziellen Teil wird in übersichtlicher tabellarischer Form (63 Tabellen) sehr umfangreiches statistisches Material über Anbau, Erträge, Mengen- und Wertverluste, vorgelegt. Der Autor betont immer wieder die unsichere Basis solcher Berechnungen und bezeichnet sie als Versuch der Annäherung an die Größenordnung der faktischen Verluste. Bei Angabe der Schätzwerte wurde im Zweifelsfalle stets versucht, die Zahlen an den unteren denkbaren Verlustgrenzen zu halten.

Abschließend vermittelt H. H. Cramer im Abschnitt „Synopsis und Diskussion“ noch ein zusammenfassendes Bild von dem gigantischen Anteil, um den Schädlinge, Krankheiten und Unkräuter den Arbeits-erfolg der Landwirtschaft in der ganzen Welt schmälern.

Sicher werden noch Verbesserungen der Methoden der Verlustermittlung erforderlich sein und manche in diesem Buch wiedergegebenen Zahlen einer Korrektur nach oben oder unten unterzogen werden müssen. Trotzdem kann mit Sicherheit angenommen werden, daß die Größenordnung, innerhalb der sich die Verluste bewegen, durch die Cramer'sche Studie gut gekennzeichnet ist. Es handelt sich aber bei diesen Zahlen weder um grobe Schätzungen und noch weniger um willkürliche Annahmen, der Verfasser hat vielmehr den Weg beschrieben, den er bei Erarbeitung dieses umfangreichen Materials beschritten hat. Es ist ihm für die große Mühe, der er sich bei Ausarbeitung dieses wertvollen, in deutscher und englischer Sprache vorliegenden (in französisch und spanisch geplanten) Überblickes unterzogen hat, zu danken. Ebenso gebührt den Bayer-Werken der Dank für die Ermöglichung und Herausgabe dieser Studie, mit der der Landwirtschaft in der ganzen Welt ein großer Dienst erwiesen wurde.

F. Beran

Borgstrom, G.: **Der hungrige Planet**. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, 1965, 312 Seiten, 43 Zeichnungen, 23 Fotos, DM 29'—.

Man braucht kein Zivilisationspessimist zu sein, um zu erkennen, daß die Zeichen der Zeit in der Welt auf „Hunger“ stehen. Die Nahrungsmittelbilanz vieler Staaten unserer Erde weist rote Zahlen auf und die Nahrungsmittelproduktion nimmt langsamer zu als die Weltbevölkerung.

Diese Tatbestände sind zwar hinlänglich bekannt, doch der gigantische Aufwand, der vor allem über große internationale Organisationen, insbesondere über die FAO, der Meisterung der Hungersituation in der Welt gewidmet wird, hat bisher kaum zu einer Annäherung an die Lösung dieses großen Problems geführt.

Der Weg, der zum Ziele, ausreichende Ernährung aller Menschen zu sichern, führt, gleicht, wie der Verfasser in seinem Vorwort versinnbildlicht, einer sich von diesem Ziel weg in immer mehr zunehmendem Tempo bewegenden Rolltreppe, und unser bisheriges Bemühen um die Lösung des Problems gleicht dem Versuch, auf dieser sich schnell abwärtsbewegenden Rolltreppe der Menschheit hinaufzulaufen.

Es mag daher nicht unangebracht sein, eine ungeschminkte Darstellung der vorliegenden Situation der Öffentlichkeit vorzulegen und im Hinblick auf die Rolle des Pflanzenschutzes bei Lösung des Ernährungsproblems auch in dieser Zeitschrift über diese Neuerscheinung zu berichten.

Verfasser sieht die Menschheit einer ungeheuren Katastrophe entgegensteuern, vor der es nur eine Rettung gibt: Die Mobilisierung aller geistigen Kräfte und aller unserer Reserven für den Kampf ums Überleben.

Einleitend warnt der Autor vor der Illusion, daß wir in der Lage wären, noch viele Milliarden Menschen mehr zu ernähren. Schätzungen, die bis zu 30 Milliarden reichen. Dieser Illusion ist die Bevölkerungssituation gegenüberzustellen, in deren Blickwinkel die erzielten großen Fortschritte in der Pflanzen- und Nahrungsmittelproduktion als unzulänglich beurteilt werden müssen.

Borgstrom durchleuchtet die Bevölkerungssituation im Verhältnis zu den Produktionsmöglichkeiten, indem er einerseits die Bevölkerungszahlen in verschiedenen Teilen der Welt zu der verfügbaren landwirtschaftlichen Anbaufläche in Beziehung bringt, andererseits zieht er auch den Tierbestand als Faktor des Nahrungsmittelbedarfes in den Kreis der Betrachtung. In Bildstatistiken wird veranschaulicht, wie groß die Unterschiede in der Fläche sind, die für einen Menschen in verschiedenen Teilen der Welt verfügbar ist. So müssen sich z. B. in Japan 154 Menschen mit der gleichen Fläche (106 a) begnügen, die in den USA und in der UdSSR für einen Menschen zur Verfügung steht. Die Tiere repräsentieren eine Masse von 925 Millionen Tonnen, während das Gesamtgewicht der Menschheit annähernd mit 180 Millionen Tonnen errechnet wird, also nicht einmal ein Fünftel des Welt-Tiergewichtes beträgt.

Der Autor errechnet aus dem durchschnittlichen Proteinverbrauch der Tiere und des Menschen das sogenannte Populations-Äquivalent, indem er aus diesen beiden Zahlen für jede Tierart eine entsprechende Zahl, bezogen auf den menschlichen Proteinverbrauch, ermittelt. Solche Berechnungen für die ganze Erde ergeben, daß zur Deckung des Nahrungsbedarfes für den derzeitigen Bestand von 34 Milliarden Menschen

ein Tierbestand unterhalten wird, der, gemessen an dem Nahrungsmittelbedarf, 15 Milliarden Menschen entspricht. Wenn die Ernährungssituation auf der Basis von Populations-Äquivalenten betrachtet wird, so ergibt sich, daß Australien über die größte landwirtschaftliche Nutzfläche pro hundert Einheiten Populations-Äquivalente, nämlich 1111 ha, verfügt, gefolgt von der UdSSR mit 435 ha und den USA mit 315 ha. Von der Biomasse von mehr als 18 Milliarden Populations-Äquivalenten entfallen 36,6% auf nur vier Staaten, nämlich China mit 1.906 Millionen, Indien mit 1.702 Millionen, USA und UdSSR mit je 1.500 Millionen.

Verfasser tritt den Berechnungen entgegen, die den Lebensmittelbedarf einfach in Kalorien bestimmen, ohne Rücksicht auf die erforderliche qualitative Zusammensetzung der Nahrung. Bei der Bilanzierung der Lebensmittelproduktion werden die Ausgangskalorien (Primärkalorien) außer acht gelassen, die zur Erzeugung der vom Menschen verzehrten tierischen Produkte notwendig sind. Das Denken in Kalorien und Erzeugungstonnen, den Nahrungsmittelbedarf nur in Form von Energie zu bemessen, ist ein Irrtum, der sich auch in der Kolonialpolitik als verhängnisvoll erwiesen hat.

Der Autor befaßt sich eingehend mit dem Problem des Eiweißmangels in der Nahrung und mit dessen Folgen sowie mit der Bedeutung des „imaginären Ackerlandes“ (Fischacker, Weiden) für die Deckung des Nahrungsmittelbedarfes.

Nicht weniger als vier Kapitel des Buches sind Asien gewidmet, das über ein Drittel der Landmasse der Erde verfügt, auf der sich 55% der Weltbevölkerung zusammendrängen, der aber nur ein Viertel der Kulturfläche der Erde zur Verfügung steht. Die Ernährungslage Asiens wird durch die Tatsache gekennzeichnet, daß dieser Kontinent ein Viertel der in der Welt produzierten Nahrungsmittel verbraucht, obwohl der Bevölkerungsanteil 55% beträgt. Sehr eingehend analysiert Borgstrom die Möglichkeiten, die in Australien gegeben sind, zur Lösung der Welternährungskrise beizutragen. Rein statistisch gesehen müßten diese Möglichkeiten optimistisch beurteilt werden, da dieser Kontinent mit 7,8 Millionen Quadratkilometer nur um 1,5 Millionen Quadratkilometer kleiner als die USA ist und nur eine Bevölkerungszahl von 12 Millionen aufweist, das ist weniger als die Bevölkerungszahl von Groß-New York. Der begrenzende Faktor für die Produktionsfähigkeit Australiens ist jedoch das Wasser; für die Viehhaltung werden sehr weite Weideflächen benötigt, da häufige Dürrezeiten nur kärglichen Pflanzenwuchs zulassen. Die Aufnahmefähigkeit Australiens für Menschen und damit seine Funktion als Ventil Asiens, wurde bisher stark überschätzt. Sie wird heute nur mehr mit 10 bis 15 Millionen Menschen angenommen, was im Hinblick auf die Zunahme der Weltbevölkerung um 70 Millionen pro Jahr praktisch bedeutungslos ist.

Einen bedeutenden Faktor in der Lebensmittelfront stellt die Sowjetunion dar, deren Landfläche zweieinhalbmal so groß ist wie die der USA. Die landwirtschaftliche Produktion ist jedoch weitaus härteren Bedingungen (Frost, Dürre) unterworfen als die von Amerika. Die Ernährungssituation in der Sowjetunion ist, gemessen an der jenseits des großen Hungervorhanges, günstig, erreicht jedoch in qualitativer Hinsicht nicht den Standard der USA. Verfasser bezeichnet Sibirien als die große Zukunft der Menschheit, läßt allerdings die Frage offen, ob die Menschen der Sowjetunion ausreichen werden, diese Erschlie-

ßung vorzunehmen, ob die gelbe Rasse hierfür eintreten wird oder aber beide Weltkräfte sich für diese Aufgabe die Hand reichen werden. Schließlich ist auch die sprunghafte Entwicklung der sowjetrussischen Fischerei als Faktor der Nahrungsmittelsicherung nicht zu übersehen.

Zahllos sind die Veröffentlichungen über die wirtschaftlichen, sozialen und technischen Probleme des afrikanischen Kontinents. Der Eiweißmangel ist neben Vitaminmangel und allgemeiner Unterernährung das brennendste Problem des tropischen Afrika. Ein Viertel der Einwohner zeigt Symptome von Eiweißmangel, ein Drittel der Kinder stirbt an Eiweißmangelkrankheiten. Der Kampf mit den pflanzenschädlichen und krankheitsübertragenden Insekten, mit pflanzenschädlichen Vögeln (Webervögel), Wasserunkräutern, die wichtige Wasserwege durchwuchern, gegen Zecken u. a., sowie um die Erschließung von Wasserquellen, ist in Afrika eine Lebensfrage. Dem tödlichen Eiweißmangel kann aber selbst bei Vervielfachung der Anstrengungen im eigenen Lande ohne fremde Hilfe, aber auch ohne planmäßige Bevölkerungskontrolle nicht begegnet werden.

Den Weltrekord im Bevölkerungszuwachs hält zur Zeit Lateinamerika. In Südamerika, Mittelamerika und auf den Karibischen Inseln verdoppelte sich die Bevölkerung innerhalb von 25 Jahren. Das Verhältnis Viehbestand:Bevölkerungszahl ist in Südamerika dreimal höher als der Weltdurchschnitt und das praktizierte Plantagensystem dient wohl dem Gewinn einer kleinen Minderheit, gefährdet aber die Nahrungsmittelversorgung der einheimischen Bevölkerung. Es handelt sich demnach in diesem Raum vorwiegend um Strukturprobleme, die es zu bewältigen gilt, wenn man im Kampf gegen den Hunger reüssieren will.

Borgstrom unterzucht sodann die landwirtschaftliche Produktion in den USA einer kritischen Betrachtung und bezeichnet den dortigen Lebensmittelüberschuß als eine kurze, einmalige Episode, die durch die sprunghafte Mechanisierung und rasche Nutzung anderer technisch-wissenschaftlicher Errungenschaften herbeigeführt wurde. Schon im Jahre 1980 dürfte der Überschuß in einen Nahrungsmittelmangel übergehen. Im Jahre 1964 entsprachen die in den USA lagernden Lebensmittelüberschüsse einem Wert von 7 bis 8 Milliarden Dollar und ihre sinnvolle Verwendung im Kampf gegen den Hunger würde zweifellos manche Spannungen in der Welt beseitigen.

Die Hoffnungen auf Meisterung des Ernährungsproblems stützen sich nicht zuletzt auf das Potential der Ozeane und auf die Bekämpfung der Verlustquellen, die es nicht nur in der Pflanzenproduktion in hoher Zahl gibt. Im Pazifik fressen allein die Seelöwen so viel Heilbutt, wie einem Viertel der Gewinnung dieser Fischart entspricht. Die Robben in Alaska vertilgen schätzungsweise zwanzigmal mehr Lachs als in diesen Breiten gefangen wird. Eine große biologische Untersuchung hat ergeben, daß eine besondere Seesternart in der Nordsee so viel Nahrung verbraucht, daß sich ohne sie der gegenwärtige Schollenbestand verdoppeln könnte. Dies sind nur einige der zahlreichen Arten, die dem Menschen Nahrung rauben. Auch die künstliche Schaffung zusätzlicher Nahrungsmittelmengen, etwa durch Synthetisierung wichtiger Bestandteile unserer Nahrung oder durch Züchtung von Mikroorganismen, könnte einen Beitrag zur Linderung unserer Nahrungsmittelsorgen darstellen.

In dieser Betrachtung mußte selbstverständlich auch das Wasser als Produktionsfaktor gebührende Berücksichtigung finden. Das vorliegende

statistische Material zeigt, daß die Wasserreserven abnehmen, so daß die Wasserwirtschaft ein gewichtiges Wort im Kampf gegen den Nahrungsmittelmangel mitzusprechen hat.

Im Kapitel „Das Dilemma der modernen Technik wird selbstverständlich auch die Problematik der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel angeschnitten. Vor allem das Problem der Insektizidresistenz von Schädlingen findet Erwähnung. Die Weltverluste der Feldfrüchte durch Insektenbefall werden mit 21 Milliarden Dollar angegeben, ein Verlust, für den die Störung der Biozöosen als mitverantwortlich bezeichnet wird. Den Abschluß dieser lesenswerten Darstellung bildet ein Appell an die internationale Solidarität und eine Aufforderung zur internationalen Zusammenarbeit im Interesse der Erfüllung der vordringlichsten Aufgabe: „Die Reserven unserer Erde zu mobilisieren, um das Gleichgewicht in der Welt wiederherzustellen und allen Menschen das Leben auf unserem Raumschiff Erde auch lebenswert zu machen.“

F. Beran

Könnecke (G.): **Fruchtfolgen**. 554 Seiten. 39 Abbildungen, 79 Tabellen und 92 Übersichten. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1966.

Bereits der Altmeister der Landwirtschaft, Albrecht Thaer, erkannte Ende des 18. Jahrhunderts die große Bedeutung des Fruchtwechsels für die Erhaltung der Ertragssicherheit von Ackerböden. Seither wird in allen hochentwickelten Ackerbaugebieten regelmäßig Fruchtwechsel betrieben. Die Gestaltung des Fruchtwechsels wird heute stark durch arbeits- und betriebswirtschaftliche Faktoren beeinflusst. Dies bedeutet nicht selten eine große Einseitigkeit, die nicht ohne negative Auswirkungen auf den Pflanzenertrag bleibt.

In vorliegendem Buch werden Gestaltungsmöglichkeiten sowie Sinn und Zweck der Fruchtfolge nach den neuesten Erkenntnissen der Landwirtschaftswissenschaft erschöpfend behandelt. Neben den rein pflanzenbaulichen Fragen erfahren auch pflanzenschutzliche Probleme, die mit der Fruchtfolgegestaltung eng verknüpft sind, eine ausführliche Besprechung.

Die Erscheinungen der Bodenmüdigkeit, deren Ursachen im Nährstoff- oder Spurenelementmangel, in der Anreicherung des Bodens mit Nematoden und Krankheitserregern, in der Verschiebung des mikrobiellen Gleichgewichtes im Boden und in der Ausscheidung von Toxinen durch Pflanzen vermutet wird, zwingen immer schon zu einem gewissen Wechsel im Anbau oder Anpflanzen von Kulturgewächsen. Es wurde daher der Begriff der verträglichen, unverträglichen oder indifferenten Kulturpflanzen geschaffen und eine Gruppierung hinsichtlich Vorfruchtwert und Vorfruchtansprüchen vorgenommen.

In einem eigenen Kapitel werden die parasitären Erscheinungen als sogenannte Fruchtfolgekrankheiten behandelt. Hierzu zählt der Verfasser die pflanzenparasitären Nematoden, wie Kartoffel-, Rüben- und Hafer-nematoden, die Fußkrankheiten des Getreides und sonstige Fruchtfolgekrankheiten, wie Typhula-Fäule der Gerste, Kolhernie, Kleckrebs, Hanfwürger und im weiteren Sinne auch Drahtwürmer und Brachfliege. Die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden ist trotz des Anbotes zahlreicher Nematizide auch heute noch durch Fruchtfolgemaßnahmen am sichersten und billigsten zu bewerkstelligen. Durch Anbau von Neutral- oder Feindpflanzen kann dem Auftreten der Nematoden leicht begegnet werden. Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß neben der betreffenden Kulturpflanzenart auch andere Pflanzenarten als Wirtspflanzen in Frage kommen können. So zählen z. B. außer den Beta-Rüben auch Raps, Rübsen,

Senf, Spinat, Kohlrarten und mehrere Unkräuter, wie Hederich, Ackersenf, Vogelmiere, Hirtentäschel und Melde zum Wirtspflanzenkreis des Rüben-nematoden. Luzerne, Mais, Roggen, Zichorie, Lein, Zwiebel und Esparsette stellen dagegen ausgesprochene Feindpflanzen dar. Innerhalb der Fruchtfolge sollen auf nematodenverseuchten Böden vor der Rübe keine Nematoden-Wirtspflanzen gestellt werden. Reinigungsfruchtfolgen für die mit Rüben-nematoden verseuchten Böden lauten: Zuckerrübe — Grünhafer mit Luzerneunter Saat — Luzerne — Luzerne — Kartoffel Winterweizen — Wintergerste — Futterroggen — Silomais oder Zuckerrübe — Erbsen Wintergerste mit Luzerneunter Saat Luzerne — Luzerne — Luzerne Kartoffel — Roggen.

Ein sehr umfangreiches Kapitel des Buches beschäftigt sich mit dem Einfluß der Fruchtfolge auf die Verunkrautung. Angesichts der bestehenden Erfolge der dreimischen Unkrautbekämpfung wird oftmals vergessen, daß auch heute noch Fruchtfolgemaßnahmen zu den wirksamsten Unkrautbekämpfungsverfahren zählen. Gegen gewisse Unkräuter bietet die Fruchtfolge die einzige Handhabe; sei es, daß keine wirksamen Herbizide verfügbar sind oder ihr Einsatz zu teuer ist. So lassen sich z. B. Wildhafer und Quecke im Rahmen einer Reinigungsfruchtfolge nachhaltig bekämpfen. Zur Eliminierung des Flughafers können folgende Fruchtfolgen dienen: Grünfüttergemenge mit Luzerneunter Saat Luzerne Luzerne — Spätkartoffel (Mais) — Zuckerrüben oder Winterroggen bzw. Grünfüttergemenge mit Kleegrasunter Saat — Kleegras Grünmais Wintertraps mit anschließender Leguminosenstoppelfrucht Winterweizen. Gegen Quecke wäre die Reinigungsfolge Winterroggen als Winterzwischenfrucht, Erbsen, Bohnen Wickgemenge als Zweitfrucht, Futterroggen als Winterzwischenfrucht und Silomais als Zweitfrucht angezeigt.

Der Einsatz von Herbiziden und insbesondere deren Nachwirkung muß in der Fruchtfolge berücksichtigt werden. In vorliegendem Buch sind all diese Fragen und Probleme, die durch die Chemisierung der Landwirtschaft besondere Aktualität erlangten, ausführlich behandelt. Dem Verfasser ist es in vortrefflicher Weise gelungen, die neuesten Erkenntnisse in das umfangreiche Wissensgebiet der Fruchtfolgen harmonisch und zeitgemäß einzubauen, und so einen geschlossenen Überblick über diese gerade heute aktuellen Fragen zu vermitteln. H. Neururer

Peadrey (J. E.), Larbey (D. W.): **Chemical Control of Plant Nematodes. (Chemische Bekämpfung der Pflanzennematoden.)** Bibliographical Supplement for 1965—1966. — Farnham Royal, Bucks: 1966—1967. 80. (Technical Communication. 36. Suppl.) Preis pro Supplement 12 s 6 d.

Die Bearbeiter der beiden vorliegenden Bibliographie-Supplements entnehmen aus den Bänden 54 und 55 der Helminthological Abstracts die für die Praxis wichtigen bibliographischen Daten auf dem Gebiete der angewandten Nematologie.

Die beiden Hefte ergänzen das umfangreiche Literaturverzeichnis der im Jahre 1966 veröffentlichten Arbeit, so daß nun dem angewandten arbeitenden Nematologen ein wertvolles aktuelles Nachschlageverzeichnis zur Verfügung steht. Zu begrüßen ist, daß die Bearbeiter auch für die kommenden Jahre die Herausgabe weiterer bibliographischer Supplementbände in Aussicht stellen. H. Schönbeck