

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

Heft 74

März 1952



Pflanzenschutz-Tagung
der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig
in Würzburg, 23.—25. Oktober 1951

Berlin 1952

*Herausgegeben von der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft
in Berlin-Dahlem
in Gemeinschaft mit der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig*

Im Buchhandel zu beziehen durch den Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

Inhalt

| Pflanzenschutz | | Seite |
|--|--|-------|
| ORR. Dr. Drees: Pflanzenschutz und Staat | | 5 |
| Ir. Hus: Die Organisation der Warnungsmeldungen in den Niederlanden | | 6 |
| Dir. Prof. Dr. Kotte: Pflanzenschutz und biologisches Gleichgewicht | | 11 |
| Dr. Köhler: Die Antibiotikabildner im Boden in ihrer Abhängigkeit von der Jahreszeit | | 15 |
| Prof. Dr. Klinkowski: Möglichkeiten der Entseuchung fettfleckenkranken Bohnensaatgutes durch Antibiotika | | 19 |
| Müller, Hannelore: Über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf die verschiedenen Mikroorganismengruppen, insbesondere auf Schadpilze im Boden | | 23 |
| Dr. Czech: Neuere Untersuchungen über Rauchschäden an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen durch Chlor-, Nitrose- und Schwefeldioxydgase | | 27 |
| Nematoden | | |
| Dr. Ir. Oostenbrink: Die Grundlagen der Nematodenbekämpfung | | 33 |
| RR. Dr. Goffart: Auf- und abbauende Faktoren im Massenwechsel zystenbildender Nematoden | | 36 |
| Dr. Nolte: Untersuchungen über die stofflichen Grundlagen bei Nematodenschäden | | 40 |
| Prof. Dr. Hey: Organisatorische Probleme der Kartoffelnematodenabwehr | | 43 |
| RR. Dr. Pape: Erfahrungen mit der Heißwasserbeizung von Maiblumenkeimen | | 45 |
| Forstschutz | | |
| Forstm. Dr. Dr. Wellenstein: Neue Wege zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit in der forstlichen Schädlingsbekämpfung | | 50 |
| Dr. Thalenhorst: Erfahrungen mit zwei forstlichen Dauerschädlingen (Eichenwickler und Kleine Fichtenblattwespe) | | 53 |
| Pflanzenschutz im Obstbau | | |
| Prof. Dr. Duspiva: Der Einfluß der H-Ionen-Konzentration auf die Wirksamkeit der Winterspritzmittel im Obstbau | | 62 |
| Dir. Dr. Loewel: Der augenblickliche Stand der Mittelfrage in der Fusikladiumbekämpfung unter besonderer Berücksichtigung von Netzschwefel und Quecksilber | | 68 |
| Dr. Reich: Der augenblickliche Stand der Bekämpfung von Blattlaus und Roter Spinne im Erwerbsobstbau | | 72 |
| Dr. Roesler: Über schädliche Spinnmilben an Obstbäumen in der Pfalz | | 75 |
| Dr. Hochapfel: Stand der Apfelmehitaubekämpfung | | 77 |
| Dr. Hochapfel: Die Bedeutung des Bors bei der Kultur von Apfelsämlingen im Zusammenhang mit der Bodenmüdigkeit | | 82 |

Wachsstoffmittel

| | Seite |
|--|-------|
| Dr. Bömeke: Versuche mit Hormonen im Obstbau | 87 |
| Dr. Dettweiler: Keimhemmungsmittel und Physiologie der Kartoffelknolle | 90 |

Insektizide

| | |
|---|-----|
| Prof. Dr. Duspiva: Zentrale Stoffwechselvorgänge in ihrer Beziehung zu neuzeitlichen Insektiziden | 93 |
| Dr. Itzerott: Hat die Gamma-Isomere des Hexachlorcyclohexans eine Kontaktwirkung? | 98 |
| Forstm. Sprossmann: Forstschädlingsbekämpfung durch Einsatz von Nebelgeräten | 102 |
| Dr. Malmus: Erfahrungen bei der Maikäferbekämpfung 1951 in Bayern | 104 |
| Dr. Warmbrunn: Neue Erkenntnisse über die Engerlingsbekämpfung auf Dauerwiesen auf Grund einer Großaktion in Nordwürttemberg im Frühjahr 1951 | 107 |

Schadwirkungen chemischer Mittel

| | |
|---|-----|
| Prof. Dr. Klöse, Dr. Steiniger und Dr. Schürmann: Die Vergiftungsgefahr bei der Methylbromid-Durchgasung | 111 |
| Dr. Ehrenhardt: Untersuchungen über die Wirkung des Gamma-Hexa auf Kulturpflanzen bei verschiedenen Anwendungsverfahren | 116 |
| Dr. Zeumer: Geschmacksbeeinflussung durch Hexa-Präparate | 122 |
| Dr. Dosse: Wirkung von DDT-, Ester- und Hexa-Präparaten auf <i>Coccinella septempunctata</i> L. bei der Blattlausbekämpfung | 125 |
| Dir. Dr. Böttcher: Die Wirkung von U 46 auf die Bienen | 127 |
| Dr. Stute: Diesjährige Erfahrungen bei der Feststellung von Bienenschäden durch Maßnahmen des Pflanzenschutzes | 130 |
| Dr. Flieg: Über das Verhalten von 2,4 D im Boden hinsichtlich mikrobieller Wirkungen, Beweglichkeit und Abbau | 133 |
| Dr. Wagner: Neue Ergebnisse zur Bekämpfung des Zwergsteinbrandes | 135 |
| Dipl.-Ldw. Hinke: Versuche zur Bekämpfung des Raygrasbrandes | 139 |

Pflanzenschutztechnik

| | |
|---|-----|
| P. Mühlethaler, Dr. Günthart und H. Höhener: Neuere Entwicklung der Spritztechnik im Feldbau in der Schweiz | 142 |
| R. Thate: Versuche zur Prüfung der Wirkung neuer Spritzgeräte mit Hilfe fluoreszierender Stoffe | 145 |
| Dr. Scharmer und Dr. Singer: Über Erfahrungen mit Sprühbehandlungen im Obstbau | 147 |
| ORR. Dr. Thiem: Sind im obstbaulichen Pflanzenschutz Großraumbehandlungen möglich? | 156 |
| Landm. Ing. v. Borstell: Hubschraubereinsatz im Bundesgebiet | 159 |
| Forstref. Nessenius: Einsatz eines Hubschraubers bei der Bekämpfung der Kleinen Fichtenblattwespe im Forstamt Cloppenburg | 163 |
| Dr. v. Eickstedt: Stand der US-Pflanzenschutztechnik | 166 |

Pflanzenschutz

ORR. Dr. H. Drees,

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn

Pflanzenschutz und Staat¹⁾

Nach dem Grundgesetz vom 23. 5. 1949 gehört die Gesetzgebung auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes nach Artikel 74 zur konkurrierenden, d. h. Bund und Länder können gesetzgeberisch tätig sein, wobei dem Bund der Vorrang zufällt. Hierauf aufbauend regelt das „Gesetz zum Schutze der Kulturpflanzen“ vom 26. 8. 1949 die Aufgaben des Pflanzenschutzes auf Bundes- und Länderebene. Danach ist die Pflanzenschutzforschung der Biologischen Bundesanstalt in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Länderinstituten übertragen, während der praktische Pflanzenschutz den Landesministerien zufällt. Bemerkenswert muß noch, daß der Bund auf Grund obigen Pflanzenschutzgesetzes sich die Regelung einiger Aufgaben offen gehalten hat, während die Belugnisse auf anderen Gebieten den obersten Landesbehörden übertragen wurden.

In letzter Zeit laut gewordene Angriffe von Seiten der Fachverbände und teilweise der Praxis geben nunmehr Anlaß zu der Überlegung, ob Bund und Länder den ihnen gestellten Aufgaben gerecht werden oder aber ob Mängel in der Organisation vorhanden sind, die im Interesse eines ordnungsgemäßen Pflanzenschutzes abgestellt werden müssen. Eine Klärung ist dabei nicht nur im Sinne der eigenen Aufgabenstellungen notwendig, sondern stellt gleichzeitig zur Debatte, ob die derzeitige Pflanzenschutzorganisation ausreicht, die Verpflichtungen zu übernehmen, die sie mit Unterzeichnung der „Europäischen Pflanzenschutzkonvention“ im April 1951 übernommen hat. Ebenso muß untersucht werden, ob die Ratifizierung der im November d. J. in Rom vorzulegenden „Weltpflanzenschutzkonvention“ verantwortet werden kann.

Ohne Zweifel haben Bund und Länder im Rahmen des Möglichen alles getan, um unsere Kulturen vor Krankheiten und Schädlingen zu bewahren bzw. die Verluste tragbar zu halten. Die einzelnen Forschungsinstitute der ehemaligen Biologischen Reichsanstalt mußten wieder aufgebaut und zusammengefaßt werden, den Pflanzenschutzämtern der Länder fehlten Laboratorien und Personal. Klar war, daß nur schrittweise das gesteckte Ziel zu erreichen war. Die Biologische Bundesanstalt ist heute wieder arbeitsfähig, wenn auch auf verschiedenen Sparten, wie z. B. Unkrautbekämpfung, Vorratsschutz, Forstschutz, Pflanzenschutzforschung im Zierpflanzenanbau u. a. m. vorläufig Institute fehlen, so konnte es andererseits gelingen, auf vielen Gebieten wiederum den Anschluß an das Ausland zu erlangen. Den Pflanzenschutzämtern stehen mehr oder weniger Finanzmittel zur Verfügung, um wenigstens die dringendsten Aufgaben zu erledigen, wobei sie vom Bund im Rahmen der auf Bundesebene interessierenden Aufgaben tatkräftig unterstützt werden.

¹⁾ Das Referat wird sinngemäß wiedergegeben.

Vergegenwärtigt man sich aber, daß ein Pflanzenschutzamt im Durchschnitt 1—2 Mill. ha (Niedersachsen 3 Mill., Bayern 5 Mill. ha) zu betreuen hat und überlegt sich die Fülle der Aufgaben, die einem Pflanzenschutzamt obliegen, so ist es bei dem heutigen Stand der Organisation wohl kaum möglich, allen Disziplinen gegenüber gerecht zu werden. Eine Bezirksstelle eines Pflanzenschutzamtes bearbeitet nach Dr. Böning im Durchschnitt 300 000 bis 500 000 ha, eine Kreisstelle rd. 100 000 ha. Personalmäßig gesehen, betreut 1 Sachbearbeiter in Südbaden rd. 140 000 ha, in Schleswig-Holstein 174 000 ha, in Niedersachsen 260 000 ha, in Bayern rd. 500 000 ha und in Württemberg-Hohenzollern sogar 1 Mill. ha. Diese vergleichenden Angaben erbringen wohl eindeutig den Beweis, daß der Personalstand im Verhältnis zur Nutzfläche bei weitem nicht ausreicht, allen Aufgaben gerecht zu werden. Die zum Teil berechtigten Klagen sind ohne Zweifel dem Mangel an Personal zuzuschreiben. Die Verbesserung des Beratungsdienstes allein kann es also ermöglichen, Mängel zu beseitigen, was andererseits den Ausbau der Gesamtorganisation erforderlich macht. — Ich wurde vielfach darauf hingewiesen, daß der Einbau besonders der Landwirtschaftsschulen in den Pflanzenschutzdienst vielfach nicht ausreichend sei, so daß hier erhebliche Reserven brach lägen. Unterredungen mit Schuldirektoren haben andererseits erwiesen, daß gerade die Landwirtschaftsschulen bei der Fülle ihrer Aufgaben wohl kaum durch Übernahme zusätzlicher Aufgaben in der Lage sind, dieses Pensum mit zu erledigen, ohne ihre eigentlichen Aufgaben zu vernachlässigen. Nicht unerwähnt bleiben darf dabei, daß die Pflanzenmedizin ähnlich wie die Tiermedizin ein Spezialgebiet darstellt, das spezielle Kenntnisse voraussetzt.

Mir scheint vielmehr in einer klaren Aufgabentrennung zwischen Bundes- und Landesinteressen die erste Möglichkeit zum Ausbau der Organisation zu liegen. Die vom Bund zur Verfügung gestellten Finanzmittel sollten allein den auf Bundesebene liegenden Aufgaben dienen, und nicht, wie bisher, als Subvention zum Ankauf von Chemikalien — ich denke dabei besonders an die Kartoffelkäferbekämpfung — Verwendung finden. Zu vertreten wäre m. E. lediglich die Anschaffung teurer Spritz- oder Stäubegeräte, die auf Genossenschaftsbasis einzusetzen sind. Hier zu helfen wäre Aufgabe des Staates, im übrigen aber würde ein zweckentsprechender Ausbau des Beratungsdienstes mit diesen Mitteln für Praxis und Staat dienlicher sein.

Ir. P. Hus,

Reichsgartenbauberater, Wageningen

Die Organisation der Warnungsmeldungen in den Niederlanden

Das Leben ist außerordentlich kompliziert: Alles hängt mit Allem zusammen. Alles hängt von Allem ab.

Für den Phytopathologen ergibt sich hieraus, daß er das Benehmen der schädlichen Organismen in ihrer Abhängigkeit von der Umwelt genau kennen soll. Es genügt nicht, die besten Mittel in der richtigen Weise mit Hilfe vorzüglicher Geräte anzuwenden, die Bekämpfung soll im richtigen Moment durchgeführt werden. Darauf kommt es besonders an, um das Ziel, die Erzeugung gesunder hochwertiger Produkte zu steigern, zu erreichen.

Hinsichtlich der Rentabilität der Betriebe ist dies sehr wichtig. Zu früh oder zu spät durchgeführte Spritzungen geben keine oder ungenügende Resultate. Dieses bedeutet:

- a) Verschwendung des Aufwandes (Arbeitslohn, Bekämpfungsmittel)
- b) eine niedrige Ernte, weil ein Teil verlorengeht
- c) eine schlechte Qualität
- d) im Obstbau auch Herabsetzung der Ernte in den kommenden Jahren, weil die Bäume geschwächt sind.

Schon mehrere Jahre hat man versucht, die Obstbauer und Gärtner dazu zu bringen, die Bekämpfungsmaßnahmen zum richtigen Termin auszuführen.

Aus ökonomischen Gründen haben wir in den letzten Jahren den Warnmeldungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Wir beabsichtigen eine Erhöhung der Produktion und eine Herabsetzung der Produktionskosten, indem wir versuchen, unnütze Spritzungen auszuschalten. Diese Warnmeldungen werden von den Obstbauern und Gärtnern sehr gewürdigt.

Man unterscheidet allgemeine und Regionalmeldungen. Die allgemeinen Meldungen werden vom Pflanzenschutzdienst mittels des Rundfunks gegeben. Sie beziehen sich auf die Schorfkrankheit und mehrere Insekten.

Was die Schorfkrankheit anbelangt, wird im Laboratorium an künstlich angefeuchteten Blättern die Reifung der Perithezien verfolgt. Es hat sich herausgestellt, daß die Reifung in unserem Lande fast synchron verläuft. Zu einem bestimmten Zeitpunkt findet man also im ganzen Lande reife Perithezien. Sobald man die ersten reifen Perithezien gefunden hat, wird draußen im Versuchsfeld regelmäßig die Askosporenausschleuderung festgestellt. Weil diese Ausschleuderung vom Regen abhängig ist, ist Synchronismus der Askosporenflüge ausgeschlossen.

Die Warnmeldungen stützen sich neben der Perithezienreifung auf Wettervorhersagen und Knospenentwicklung der verschiedenen Apfel- und Birnensorten in verschiedenen Gegenden des Landes.

1951 sind bedeutende Askosporenausschleuderungen festgestellt worden während der Perioden

| | | | |
|---------------|----------------|----------------|------------------|
| für Äpfel vom | 5.—17. April. | für Birnen vom | 2.—15. April. |
| | 28.—30. April. | | 28.—30. April. |
| | 7.—9. Mai. | | 5.—9. Mai. |
| | 14.—15. Mai. | | 14.—15. Mai. |
| | 21. Mai; | | 21. und 23. Mai. |

Obwohl es für einige Insekten behauptet wurde, hat es sich gezeigt, daß ihre Tätigkeit nicht synchron ist. Allgemeine Warnmeldungen für die Bekämpfung tierischer Schädlinge können daher nicht genau von einem Zeitpunkt aus gegeben werden. Diese Zentralmeldungen braucht man als ein Vorsignal, ein „Sei auf der Hut“, zu bewerten.

Die Regionalmeldungen werden von den Reichsgartenbauberatern unter Mitwirkung der obstbaulichen und gärtnerischen Verbände gegeben. Der Reichsgartenbauberater ist verantwortlich für die Meldungen; er bestimmt den Zeitpunkt, in dem sie für seinen Amtsbezirk oder besondere Gebiete in seinem Bezirk gegeben werden sollen. Diese Meldungen werden den Obstbauern und

Gärtnern durch Postkarten zugeschickt. In einem Bezirk werden die Meldungen auf speziellen Tafeln, welche an stark besuchten Stellen (Auktionen, Knotenpunkte, Marktplätze) aufgestellt worden sind, angegeben. Etwa zwei Wochen, bevor eine Warnmeldung zu erwarten sei, werden in den Fachblättern Artikel veröffentlicht, worin die Biologie des betreffenden Parasiten und die Bekämpfungsmaßnahmen beschrieben werden.

Für die Warnmeldungen sind genaue, unbedingt zuverlässige phänologische Beobachtungen notwendig. Die Beobachter werden dazu ausgebildet und geübt. Zur Vereinfachung der Wahrnehmungsarbeit werden wohl Depots angefertigt. (Depots sind Stellen, wo Insekten, z. B. Puppen, angesammelt worden sind und wo später Fangapparate hingestellt werden.) Wie ich weiterhin noch zeigen werde, sind die Ergebnisse dieser Depots nicht immer zuverlässig.

Die phänologischen Beobachtungen werden besorgt von den Assistenten der Reichsgartenbauberater (jeder Berater verfügt über 10—30 Assistenten), Beamten des Pflanzenschutzdienstes und bisweilen von hervorragenden Praktikern. Die Beobachtungen der Praktiker werden, wenn nötig, von den Assistenten kontrolliert. Alle Beobachtungen werden sofort bei mir gemeldet. Durch Berichte Sorge ich dafür, daß sie sogleich zur Kenntnis aller Berater und Beobachter gebracht werden. Jede Beobachtung gibt also jedem Beobachter Grund zu verschärfter Aufmerksamkeit.

Bisweilen fällt eine merkwürdige Aufeinanderfolge der Beobachtungen auf; so 1951 für das Ausschlüpfen der Blattläuse auf Apfel:

| | | | |
|----------|-------------------|-----------|-----------------------|
| 21. März | Süden des Landes, | 4. April | Nordosten des Landes, |
| 27. März | Mitte des Landes, | 10. April | Nordwesten des Landes |

Ein zweites Beispiel bietet der Birnblütenstecher, welcher im Gegensatz zu den Blattläusen auf Herabsetzung der Temperatur reagiert:

| | | | |
|--------|-------------------------------|--------|----------------------------|
| 31. 8. | Reifungsfraß im Nordosten, | 12. 9. | Reifungsfraß im Südosten, |
| 6. 9. | schon Eier in diesem Gebiete, | 17. 9. | Reifungsfraß im Südwesten. |

Sobald der Gartenbauberater auf Grund der in seinem Bezirk gemachten Beobachtungen meint, daß die Zeit für eine bestimmte Spritzung da ist, beauftragt er, wenn es den Obstbau angeht, den Sekretär der regionalen Abteilung der N. F. O. (Nied. Obst-Org.), die Postkarten, welche zum Versand fertig liegen, zu befördern.

Ein derartiger ländlicher Gärtnerverein besteht nicht, wohl aber regionale Vereine, welche in vielen Fällen Versuchsgärten gegründet haben. Die für die Gärtner bestimmten Postkarten werden von den Veilungen (Auktionen), den Versuchsgärten oder vom Berater selbst abgesandt.

Die Kosten der Warnmeldungen werden von den Organisationen getragen. Ich möchte noch etwas Näheres über die Meldungen mitteilen.

Die Obstbauer bekommen Meldungen hinsichtlich der Bekämpfung folgender Parasiten:

Blattläuse und Frostspanner. Sobald zahlreiche Blattläuse und Raupen der Frostspanner ausgeschlüpft und in das Innere der Knospen eingedrungen sind, wird das Signal gegeben, mit den Winterspritzungen aufzuhören.

Gegen Spinnmilben werden Meldungen gegeben, sobald 80% oder mehr der Wintereier ausgeschlüpft, aber noch keine Sommereier abgesetzt worden sind. Dann wird eine zweimalige Parathionspritzung mit einem Zwischenraum von 10—12 Tagen durchgeführt; Ölspritzungen im Winter hat man fast ganz fallen lassen.

Sägewespen. Wenn die Kelchblätter mit ziemlich vielen Eiern belegt worden sind und die ersten Larven ausschlüpfen, wird gemeldet, daß man mit HCH oder Parathion spritzen soll. Bisweilen genügt eine Parathionspritzung gegen Spinnmilben und Sägewespen.

Apfelblütenstecher. Dieser Parasit spielt in unseren Obstanlagen keine bedeutende Rolle mehr. In einigen Bezirken werden noch Meldungen gegeben, sobald der Reifungsfraß beobachtet wird. Dann wird, wenn nötig, sofort mit DDT gespritzt.

Tortriziden, besonders *Capua reticulana*. Eine Meldung wird gegeben, wenn die überwinterten Räumchen aus ihrem Gespinst hervorkriechen. Nur wenn die zweite Generation im vorigen Sommer zahlreich gewesen ist, wird nach dieser Meldung gespritzt. Eine zweite Meldung folgt, sobald die Räumchen der ersten Generation ausschlüpfen. Dann wird gespritzt mit Parathion (späte Sorten) oder DDT-Emulsionen (frühe Sorten). Dasselbe trägt sich zu hinsichtlich der zweiten Generation, nur werden dann die späten Sorten mit DDT bespritzt.

Blutlaus. Wenn die jungen Läuse sich über die Äste verbreiten (leicht festzustellen durch Leimringe rings um wenige Äste), wird gemeldet, mit Parathion zu spritzen. Diese Spritzung hat keinen Zweck mehr, sobald sich mit weißer Wachswolle bedeckte Kolonien gebildet haben. Auch im Spätsommer, nach der Ernte, wird wohl mit Parathion gespritzt.

Schorfkrankheit. Die gefährlichen Askosporenflüge werden gemeldet. Vor und während der Blüte wird 3—4mal gespritzt. Für die erste Spritzung werden Kupferoxydchlorid oder Quecksilberpräparate benutzt, für die weiteren Spritzungen Quecksilber- oder Schwefelpräparate. Während der Blüte wird vorzugsweise Netzschwefel verspritzt.

Obstmade. Das Erscheinen der *Carpocapsa*-Falter wird oft mit Hilfe der Depots bestimmt. Für die Depots werden Fanggürtel, in welchen die Raupen sich eingesponnen haben, benutzt. Die Ergebnisse dieser Depots sind nicht immer zuverlässig. Man versucht diese Methode zu verbessern durch Benutzung 4kammeriger Depots. Das Erscheinen der Falter bietet noch keinen brauchbaren Grund für die Warnmeldungen. Es können sich schon längere Zeit Falter vorfinden, ohne daß sie Eier absetzen, denn dazu muß die Temperatur während der Abend- oder Morgendämmerung über 15° C hinausgehen. Die Beobachtung der Eier ist ziemlich schwierig, darauf darf man sich auch nicht verlassen. Jetzt werden die Meldungen gegeben, wenn nach der Beobachtung mehrerer Falter die Dämmerungstemperatur über 15° C gestiegen ist. Den Obstbauern wird empfohlen, eine Woche nach dem Eintreffen der Meldungen zu spritzen, mit Bleiarsen oder Parathion.

Pflaumenwickler. Die silberweißen Eier sind an der nach den Boden gekehrten Seite der Früchte leicht zu finden. Sobald die jungen Raupen anfangen auszuschlüpfen, wird eine Meldung gegeben; dann wird vorzugsweise mit Parathion, bisweilen mit DDT-Emulsionen gespritzt. Es kommt in Holland

nur eine Generation vor. Nur im heißen Sommer 1947 haben die Raupen einen beträchtlichen Schaden verursacht.

Birnblütenstecher. Sobald im September der Reifungsfraß beobachtet wird, bekommen die Obstbauer eine Meldung: es wird dann sofort mit DDT gespritzt.

Die Warnmeldungen für die Gärtner haben noch nicht die Bedeutung wie für die Obstbauer. Wir verfügen noch nicht über genügend zuverlässige Angaben; dazu kommt, daß die Finanzierung der Meldungen hier und da auf Schwierigkeiten stößt. Bis jetzt bekommen die Gärtner Meldungen hinsichtlich der Bekämpfung der Kohlliege, der Kohlgallmücke und der Lauchmotte.

Kohfliege. Depots werden wenig benutzt, weil die Ergebnisse nicht immer zuverlässig sind. Oft werden im Felde schon Eier gefunden, bevor Fliegen in den Käfigen gefangen werden; außerdem sind die Eier leicht zu beobachten. Meldungen werden gegeben, sobald zahlreiche Eier neben den Kohlpflanzen gefunden werden. Es wird dann Parathion- oder HCH-Streupulver benutzt.

Kohlgallmücke. Auch für diesen Parasiten werden Depots weniger benutzt. Die Bekämpfung stützt sich auf die Eiabsetzung; die Eier sind in den Achseln der ersten noch nicht entfalteten Blätter zu finden. Es wird mit Parathion einmal pro Woche oder Nikotin zweimal pro Woche gespritzt.

Lauchmotte. Sobald die Falter ihre Winterquartiere verlassen, wird eine Meldung gegeben. Bekämpfung hat dann nur für die Samenzüchtung und die sehr frühe Lauch- und Zwiebelkultur Sinn. Jede Woche wird gespritzt mit Nikotin zur Tötung der Eier oder Parathion gegen die ausschlüpfenden Raupen. Die zweite Meldung folgt beim Anfang des Fluges der zweiten Generation. Dann wird wöchentlich mit Nikotin bis zum Ende des Fluges, welcher wieder gemeldet wird, gespritzt.

Möhrenfliege. In einigen Bezirken erküht man sich schon hinsichtlich dieses Parasiten zu melden. Die Meldungen stützen sich auf Flüge, welche durch Depots festgestellt werden. Die Bekämpfung befindet sich noch im Versuchsstadium.

Die Warnmeldungen haben zweifellos eine große Bedeutung, doch darf man sich einem Bedenken nicht verschließen. Die Gefahr droht, daß die Obstbauer und Gärtner Automaten werden. Auf diese Gefahr wird in den Vorlesungen, Unterredungen und in den Fachblättern eindringlich hingewiesen. Die Bauern sollen zur Selbsttätigkeit, zum Selbstbeobachten angespornt werden. Oft werden kleine Demonstrations-Exkursionen abgehalten. Unter Leitung eines Assistenten besuchen die Obstbauer und Gärtner Obstanlagen und Gemüsegärten, wo sie sich im Beobachten üben. Ich kann Ihnen wohl sagen, daß es vielen keine Mühe mehr kostet, die Eier der Sägewespen oder der Kohlgallmücke zu finden.

Schließlich kann ich Ihnen die Anekdote erzählen, daß eine Lupe ein beliebtes Geburtstagsgeschenk für die Obstbauer und Gärtner ist.

Diskussion

Richter betont, daß die beste Pflanzenschutzmaßnahme ins Leere geht, wenn sie nicht im richtigen Zeitpunkt angewendet wird. Nur eine fristgerecht einsetzende Maßnahme kann wirklich schlagkräftig werden. Um dies zu er-

reichen und um den Einsatz so zu steuern, daß die Schlagkraft gewährleistet ist, brauchen wir einen Warndienst. Die letzten Jahre mit ihrem teilweise sehr starken Phytophthora-Befall haben eindringlich gezeigt, wie wichtig ein Warndienst wäre. Hus habe uns in seinem Vortrage vor Augen geführt, daß in unserem Nachbarland Holland die Dinge schon weiter vorangetrieben sind als bei uns. Aber auch bei uns ist die Angelegenheit im Werden, jedoch stellt ein voll wirksamer Warndienst hohe finanzielle Anforderungen.

Weise bittet um Angabe, in welcher Form in den Niederlanden der Wetterdienst mit seinen Beobachtungsstationen eingeschaltet wird. Dies würde namentlich in den deutschen Weinbaugebieten, wo ähnliche Fragen auftreten, interessieren.

Reichert berichtet, daß manche Stellen (z. B. die Obstbauversuchsanstalt Jork) bereits eine laufende Zusammenarbeit mit dem Wetterdienst pflegen, so bei der Schorfbekämpfung. Leider sei freilich auch der Wetterdienst noch nicht in der Lage, immer vorauszusagen, wann z. B. eine ausreichende Regenmenge zur Verfügung steht. Aus diesem Grunde lasse sich der richtige Termin für das Spritzen oder Stäuben nicht immer sicher bestimmen.

Hus bemerkt, daß in Holland eine sehr gute Zusammenarbeit zwischen den meteorologischen Instituten und dem Pflanzenschutz besteht. Es erfolge täglich ein fernmündlicher Meldungsaustausch.

Dir. Prof. Dr. W. Kotte,

Institut für Pflanzenschutz, Freiburg/Breisgau

Pflanzenschutz und biologisches Gleichgewicht

Der moderne Pflanzenschutz verwendet Insektizide von hoher Wirksamkeit und großer Wirkungsbreite. Hierbei ergibt sich die Frage, ob die wiederholte und neuerdings gelegentlich auf große Flächen ausgedehnte Anwendung solcher Insektengifte nicht nachteilig in das Gefüge der natürlichen und der künstlichen Lebensgemeinschaften eingreift, ob wir damit nicht das biologische Gleichgewicht in der Natur stören. Der biologisch geschulte Pflanzenschutzfachmann wird sich diese Frage selbst stellen. Sie wird aber auch von anderer Seite an ihn herangetragen, von denjenigen Kreisen, die den Einsatz moderner chemischer Methoden im Pflanzenschutz bedenklich finden oder grundsätzlich ablehnen und die deshalb gern bereit sind, den Vorwurf auszusprechen: „Ihr seid mit dem chemischen Pflanzenschutz auf dem falschen Wege!“ Es gilt, solche Auffassungen sachlich zu prüfen.

Die Anhänger der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise lehnen den Einsatz neuzeitlich-chemischer Verfahren in der Landwirtschaft und damit auch die Anwendung der synthetischen Insektizide grundsätzlich ab. Da sie ihr biologisches Wissen durch „übersinnliche Erkenntnis“ (R. Steiner) zu gewinnen vorgeben, besteht für den Naturwissenschaftler keine Möglichkeit, mit ihnen zu diskutieren. Er wird anerkennen, daß von dieser Seite her auf wichtige Probleme aufmerksam ge-

macht wird, die mit naturwissenschaftlichen Methoden angegriffen werden können, aber zur Vertiefung unserer biologischen Kenntnisse hat die biologisch-dynamische, die anthroposophische Richtung bisher nichts beigetragen, und sie ist dazu, entsprechend ihrer Einstellung, auch in der Zukunft nicht in der Lage.

Die Hygieniker melden ihre Bedenken gegenüber toxisch wirkenden Pflanzenschutzmitteln an. Da wir die menschliche Gesundheit auch als einen Faktor im biologischen Gleichgewicht betrachten dürfen, müssen wir uns im Rahmen unseres Themas auch mit den Medizinern auseinandersetzen.

Die Einstellung der Ärzte zu den neuen Insektiziden verdient unbedingt die Aufmerksamkeit des Pflanzenschutzdienstes. Jedes neue Pflanzenschutzmittel wird, bevor es in den Handel kommt, schon von der Herstellerfirma, soweit sie erfahren und solide ist, auf seine hygienische Unbedenklichkeit geprüft. Unseren größten Firmen stehen zu diesem Zweck eigene pharmakologische Abteilungen zur Verfügung. Bei jeder Gesundheitsschädigung, die in der Praxis etwa vorkommt, sollten die Pflanzenschutzämter sofort die Verbindung mit den zuständigen Ärzten und Gesundheitsbehörden aufnehmen, um den Fall sachgemäß zu klären. Oft wird es notwendig sein, die Ärzte über die Art und die Anwendungsweise der Pflanzenschutzmittel zu unterrichten. Bei den raschen Fortschritten, die auf diesem Gebiet erzielt werden, kann man nicht erwarten, daß der Arzt hier Bescheid weiß. Falsche Auffassungen aber behindern und belasten zu Unrecht den Pflanzenschutz. Das neu entstehende Bundesgesundheitsamt wird aktuelle pflanzenschutzlich-hygienische Fragen, wie die Kumulierung der toxischen Wirkung von DDT- und Hexa-Mitteln, die Sicherung vor Gesundheitsschäden durch die E-Präparate, die Einordnung der neuen Insektizide in die Liste der Giftverordnung usw. zu bearbeiten haben.

Manche Fragestellung der Humanmedizin läßt sich zwanglos auch auf das Gebiet der Veterinärmedizin übertragen, denn Schäden durch Pflanzenschutzmaßnahmen an Haustieren müssen selbstverständlich vermieden werden.

Zu diesen gehören auch die Bienen; mit Recht betrachtet der Imker seine Bienen als eine Komponente im biologischen Gleichgewicht der Natur. Der Imker ist sehr empfindlich geworden in bezug auf Pflanzenschutzmaßnahmen. Man darf ihm das nicht verübeln, denn die Bienen sind heute übler daran als in der Zeit, da nur das Arsen zu fürchten war. Durch die Bienenschutzverordnung und durch ehrliche Zusammenarbeit der pflanzenschutzlichen und der Bienen-Forschungsinstitute wird alles getan, was zur Zeit möglich ist. Wenn die Verordnungen, unter Kontrolle der Pflanzenschutzämter, eingehalten werden, so braucht man nicht damit zu rechnen, daß Bienenschäden in größerem Ausmaß eintreten. Einzelfälle, verursacht durch Nachlässigkeit oder bösen Zufall, müssen durch vernünftige Entschädigung ausgeglichen werden. Das bienenungefährliche Kontaktinsektizid, bisher wohl meist als unerreichbar betrachtet, könnte beim Fortschreiten unserer Kenntnis der Insektenphysiologie vielleicht doch einmal Wirklichkeit werden.

Der Pflanzenschutzforscher und -berater wird die Frage hauptsächlich vom Standpunkt des Biologen aus betrachten, der die Biozoenosen mit naturwissenschaftlichen Methoden erforscht und auf ihre Beeinflussung durch chemische Pflanzenschutzmaßnahmen achtet. Zu den Biologen, die an der Auswirkung des Pflanzenschutzes auf die natürlichen Lebensgemeinschaften interessiert sind, gehören auch die Vertreter des Naturschutzes.

Schon früh wurde erkannt, daß der aus der Physik entnommene Ausdruck „Gleichgewicht“ in der Biologie in verändertem Sinne gebraucht werden muß. Statische Zustände, wie sie beim physikalischen Gleichgewicht vorliegen, gibt es in der belebten Welt nicht. Wenn man unter „Biologisches Gleichgewicht“ mehr verstehen will als ein unbestimmtes, symbolisches Wort, so muß man sich zunächst darüber klar sein, daß der Begriff relativ ist, daß wir mit biologischen Gleichgewichten verschiedenen Grades zu rechnen haben. Der naturgemäß bewirtschaftete Mischwald besitzt ein verhältnismäßig gut ausgeprägtes biologisches Gleichgewicht; einformige Kulturflächen wie z. B. Kartoffelfelder verfügen nur noch über ein Gleichgewicht sehr geringen Grades. Zwischen diese beiden Extreme sind alle unsere landwirtschaftlichen, forstlichen und gärtnerischen Kulturen einzuordnen; für die meisten von ihnen fehlen aber bisher noch genaue Unterlagen zur Beurteilung der verwickelten Biozönose-Verhältnisse. Die Oekologie hat auf diesem Gebiet der Pflanzenschutzforschung noch viel wertvolle Hilfe zu leisten.

Wie können nun Pflanzenschutzmaßnahmen in das biologische Gleichgewicht eingreifen, so daß dadurch für uns Menschen wirtschaftliche oder ideelle Nachteile entstehen?

Zunächst dadurch, daß das Insektizid, das wir verwenden, außer dem Schädling, den es treffen soll, auch nützliche Organismen, vielleicht die Feinde anderer Schädlinge, vernichtet. Damit würden wir durch unsere momentan wirksamen chemischen Methoden die biologischen Hilfskräfte zerstören, die uns neben den chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen sehr erwünscht sein müssen zur Niederhaltung der Schädlinge. Ohne Zweifel kommt eine solche unerwünschte Beeinflussung der Nützlinge gelegentlich vor, in welchem Umfange, wissen wir aber zur Zeit noch nicht.

Ferner können sich unsere chemischen Pflanzenschutzmethoden dadurch ungünstig auswirken, daß sie in dem betreffenden Lebensraum neue Umweltfaktoren schaffen, und zwar solche mit Auslesecharakter. So wie ohne unser Zutun, durch die Faktoren der Umwelt — im wesentlichen wohl durch Auslese aus den vorhandenen Populationen —, kälteresistente, trockenheitsresistente usw. Formen „entstehen“, so werden jetzt durch unsere chemische Schädlingsbekämpfung giftresistente Organismen „geschaffen“. Das Studium der Giftresistenz der Insekten hat als neuester Zweig der Pflanzenschutzforschung in wenigen Jahren große Bedeutung erlangt. Es leuchtet ein, daß die unbeabsichtigte Förderung giftresistenter Schädlinge einen starken und höchst nachteiligen Eingriff in das biologische Gleichgewicht der Natur darstellt. Auch hier wissen wir, daß so etwas vorkommt, wissen aber noch nicht, welchen Umfang und welche praktische Bedeutung der Vorgang hat. Arsenfeste Apfelmwicklerstämme, DDT-resistente Stubenfliegensippen, blausäurefeste Schildläuse dürften sicher nachgewiesen sein. Man wird sich aber hüten müssen, in Fällen des Versagens einer chemischen Bekämpfung vorzeitig das Herauszüchten giftresistenter Formen als Ursache anzunehmen. Oft klärt sich ein solcher Mißerfolg anders auf.

Am Beispiel der Obstbaum-Spinnmilben lassen sich die Probleme und Ergebnisse der Beeinflussung des biologischen Gleichgewichtes zeigen. Die starke Zunahme dieses Schädlings in den letzten Jahren dürfte in der Hauptsache auf der Summierung von der Milbe günstigen Witterungsbedin-

gungen beruhen. Die derzeitige Rote-Spinne-Kalamität ist also in erster Linie klimatisch bedingt. Daneben könnten sich aber die Obstbaumspritzungen, so wie sie zur Zeit durchgeführt werden, nachteilig auswirken insofern als sie die Spinnmilben selbst nicht bekämpfen, ihre Feinde aber schädigen. Nachgewiesen ist dies für die Winterspritzung mit Obstbaumkarbolineum und vor allem für die sommerliche Anwendung von DDT- und Hexamitteln. Es muß aber betont werden, daß ein solcher unerwünschter, die Rote Spinne fördernder Einfluß der Obstbaumspritzmittel nicht stets und überall, sondern nur unter bestimmten Bedingungen — die wir leider noch keineswegs genügend kennen — beobachtet wird. Jedenfalls aber muß man auf ihn Rücksicht nehmen, wenn man die Spritzfolge für Gebiete mit größerer Spinnmilben-Gefahr aufstellen will.

Auch die Einführung der organischen Fungizide an Stelle der früher allgemein benutzten Schwefelkalkbrühe hat das biologische Gleichgewicht zu Gunsten der Roten Spinne verschoben und sich dadurch gelegentlich nachteilig ausgewirkt. Mit der Schwefelkalkbrühe bremsen wir, oft unbeabsichtigt, die Vermehrung der Spinnmilben. Die bisher eingeführten organischen Fungizide: Fuclosin, Nirit und Pomarsol sind zwar in ihrer Wirkung gegen den Schorf der Schwefelkalkbrühe überlegen und haben zudem den großen Vorteil der Unschädlichkeit bei schwefelempfindlichen Obstarten, aber die Bremswirkung gegen die Rote Spinne fällt bei ihnen weg. Deshalb sind sie, wenigstens in Gebieten mit starker Spinnmilben-Gefahr, im Nachteil gegenüber den Neuzschwefeln, die gute Schorfwirksamkeit mit praktisch ausreichender Wirkung gegen die Rote Spinne und Unschädlichkeit gegenüber den meisten schwefelempfindlichen Apfelsorten — nicht gegen alle! — vereinigen.

Ogleich also die bisherige chemische Schädlingsbekämpfung durch Verschiebung des biologischen Gleichgewichtes gelegentlich die Vermehrung der Roten Spinne fördert, bleibt die Bekämpfung dieses Schädlings in der Hauptsache ein chemisches Problem. Wir brauchen eine Spritzfolge, die zusätzlich zu den anderen Aufgaben auch die Spinnmilben-Bekämpfung löst. Ein akarizides Obstbaumspritzmittel gehört zu den Zielen, die die Pflanzenschutzmittel-Industrie zur Zeit mit Recht anstrebt.

Das Problem der Roten Spinne ist nicht das einzige, in dem wir die Beeinflussung des biologischen Gleichgewichtes sich auswirken sehen. Es mögen kurz noch einige weitere erwähnt werden.

Mit der Einführung der Blutlauszehrwepe *Aphelinus mali* haben wir das Gleichgewicht zu Ungunsten der Blutlaus verschoben. Wir stehen in Gefahr, diese für uns vorteilhafte Verschiebung wieder rückgängig zu machen, da unsere heutige Spritzfolge den Parasiten anscheinend stärker schädigt als die Blutlaus.

Wiederholte Winterspritzung mit Dinitrokresol dezimiert die Regenwürmer, wodurch die Bodengare in Gefahr gerät. Mit Recht empfiehlt man daher, nach jahrelanger Anwendung von Gelspritzmitteln eine Zeitlang auf andere Präparate auszuweichen, um den Bestand an Regenwürmern im Obstgarten sich wieder regenerieren zu lassen.

Schließlich sei noch die Maikäfer-Großbekämpfung erwähnt, die tief in das Insektenleben des Waldes, der Gebüsch- und Hecken eingreift.

Die jüngsten schweizerischen Arbeiten haben uns gezeigt, wie man hier durch sorgfältige Beobachtungen die Nebenwirkung des Einsatzes von Insektengiften erkennen kann. Die Ergebnisse der bisherigen Studien lassen sich wohl so zusammenfassen: Trotz momentaner starker Beeinflussung der gesamten Insektenfauna sorgt die gute biologische Pufferung des Waldes und der benachbarten natürlichen Formationen dafür, daß der ursprüngliche Zustand bald wieder hergestellt ist. Von Seiten des biologischen Gleichgewichtes aus sind keine Bedenken gegen die großflächige Maikäferbekämpfung vorzubringen. (Diese Bedenken liegen auf einem anderen, nämlich auf wirtschaftlich-technischem Gebiet.)

Die Pflanzenschutzforschung beachtet, wie gezeigt werden konnte, die Beeinflussung des biologischen Gleichgewichtes durch die chemischen Maßnahmen des Pflanzenschutzes durchaus und mit großer Aufmerksamkeit. Nach dem jetzigen Stand der Frage ist es aber nicht notwendig, von den so erfolgreichen chemischen Methoden des Pflanzenschutzes abzugehen oder auch nur, sie einzuschränken. Im Gegenteil: der chemische Pflanzenschutz muß, in immer mehr verbesserter Form, noch erheblich stärkeren Eingang in die Praxis finden als dies heute in Deutschland der Fall ist. Hier liegt für die Pflanzenschutz-Beratung noch ein weites fruchtbares Arbeitsfeld. Daß wir auch in Zukunft sorgfältig auf alle Maßnahmen achten, die neben den chemischen und sie ergänzend der Gesunderhaltung der Pflanze dienen, versteht sich von selbst. Die Arbeitsthemen, die zur Zeit an unseren Pflanzenschutzinstituten gepflegt und durch Forschungszuschüsse unterstützt werden, bestätigen es.

Dr. H. Köhler,

Zweigstelle Ascherleben der Biologischen Zentralanstalt
Berlin-Kleinmachnow

Die Antibiotikabildner im Boden in ihrer Abhängigkeit von der Jahreszeit

Die Geschichte der Antibiotika ist erst wenige Jahrzehnte alt. Seit der Entdeckung des Penicillins und nachdem es dann gelungen war, es zu konzentrieren und zu reinigen und es sich damit in der Hand des Arztes als ein wertvolles und unentbehrliches Heilmittel erwies, hat die Antibiotikaforschung einen ungeheuren Aufschwung genommen. Bald zeigte es sich, daß mit ihrer Hilfe neue Wege in der Krankheitsbekämpfung erschlossen werden konnten. Man begann jetzt auch den antibiotischen Stoffwechselprodukten der im Boden befindlichen Aktinomyzeten immer mehr Aufmerksamkeit zu schenken, so daß wir schon heute mit ihnen einige für die Humannmedizin sehr wertvolle Therapeutika gewinnen konnten.

Auch von Seiten der Phytopathologie liegt bereits jetzt eine Fülle von Literaturhinweisen vor, in denen von erfolgreichen Bekämpfungsversuchen *in vitro* gegen pflanzenpathogene Organismen berichtet wird. Verschiedene Antibiotika besitzen beträchtliche bakterizide sowie fungizide Eigenschaften, kann doch in einigen Fällen die Wirksamkeit von Sublimat und Formalin noch übertroffen werden. Leider stützt sich ein Großteil dieser Arbeitsergeb-

nisse hauptsächlich auf Laboruntersuchungen, indem die Antibiotika nur auf der Platte oder in Kölbchen gegen die pflanzenpathogenen Keime ausgetestet wurden, so daß damit also nur deren saprophytische Phase erfaßt wurde. Wie aber das Antibiotikum in das Verhältnis Wirt—Parasit eingreift, darüber sind wir zum Teil noch sehr wenig unterrichtet. In der Mehrzahl basieren derartige Untersuchungen auf Gewächshausversuchen. Man kann diese Bedingungen nicht unbedingt auf das Freiland übertragen. Kaum etwas ist über das Vorkommen der antagonistisch wirkenden Organismen im natürlichen Boden bekannt. So wissen wir wenig über die Abhängigkeit von der Bodenstruktur, dem Boden-pH, dem Bestand an organischen Bestandteilen und den jahreszeitlichen Veränderungen und den damit verbundenen Feuchtigkeits- und Temperaturschwankungen. Über Untersuchungen mit dieser letzten Fragestellung möchte ich heute berichten.

Wir nahmen seit dem 1. 1. 51 die Untersuchungen in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Schrödter, dem Leiter der agrarmeteorologischen Station Aschersleben vor. Er ließ die Proben aus 50, 40, 30, 20, 10 cm Tiefe und direkt von der Bodenoberfläche entnehmen und übermittelte uns die Angaben über Bodentemperatur und -feuchtigkeit der jeweiligen Tiefen. Die Entnahmen wurden regelmäßig in Stägigem Abstand auf unserem Versuchsfeld — einem mittelschweren Löß-Lehmboden, pH 7,8—8 und aus einem Mischwaldbestand der näheren Ascherslebener Umgebung durchgeführt. Wir erhielten durch diese kurzfristige Entnahme viele vergleichbare meteorologische Daten.

Je ein Gramm Erde wurde einmal mit 10 ccm sterilisiertem Wasser oder mit einer physiologischen Kochsalzlösung aufgeschwemmt und dann von dieser Aufschwemmung je ein ccm auf Platten mit Erdextrakt-Peptonagar sowie Asparagin-Glukoseagar pipettiert. Von jeder Probe wurden pro Nährboden 4 Platten beimpft, die unter konstanten Bedingungen bei 12°, 17°, 25° und 28° C standen. Nach dieser Zeit wurden die Anzahl und Art der Kolonien bestimmt. Besonderer Wert wurde dabei auf die Feststellung des Gehaltes an denjenigen Gruppen von Organismen gelegt, von denen schon bekannt ist, daß sie Antibiotika mit besonders weitreichenden Wirkungsspektren auch gegenüber Pilzen bilden können, wie Aktinomyzeten, Penicillien, Aspergillen und verschiedene Bodenbakterien. Bemerkenswert erscheint der Umstand, daß die Aktinomyzeten, die sehr langsam wachsen, nach 3 Wochen zum Zeitpunkt der Bonitierung kleine Kolonien in nächster Nachbarschaft der anderen Bodenorganismen bildeten, aber schon nach weiteren 3—4 Wochen wuchsen die Strahlenpilze allein auf der Platte, da sie durch ihre stark antagonistisch wirkenden Stoffwechselprodukte die anderen Organismen weitgehend gehemmt hatten. Zu diesem Zeitpunkt wurden die Aktinomyzeten abgeimpft, während die übrigen Organismen bereits nach 3 Wochen abgeimpft wurden, um ungeschwächte Kulturen zu erhalten. Von allen Organismen wurden mehrfach wiederholte Einsporkulturen angelegt, um die einzelnen Pilz- und Bakterienstämme vor ihrer Überprüfung vollständig sauber zu bekommen. Die Stämme wurden im Plattentest auf ihre antagonistischen Fähigkeiten hin überprüft. Als Testorganismen fanden Verwendung: *Fusarium culmorum*, *Alternaria tenuis*, *Helminthosporium papaveris*, *Rhizoctonia solani*, *Corynebacterium michiganense* und *Pseudomonas medicaginis*. Da es verschiedene Antibiotika gibt, die nicht durch den Agar hindurch diffundieren können, also mit dem

Plattentest nicht erfaßt werden, gerade auch die von der Gruppe der Aktinomyzeten gebildeten, wurden geeignete Nährlösungen mit den Organismen beimpft, und nach 14 Tagen bis 3 Wochen wurden diese im Verdünnungstest, allerdings nur gegen *Pseudomonas medicaginis* und *Bacillus subtilis* ausgetestet. Pilze fanden als Testorganismen deshalb keine Verwendung, weil sie innerhalb 24 Stunden keine Trübung in der Testflüssigkeit hervorriefen und eine mikroskopische Überprüfung bei der Vielzahl der Tests zu zeitraubend wäre. Um das Kulturfiltrat den Pilznährlösungen direkt zuzusetzen, fehlten uns die Bakterienfilter, und ein Hitzesterilisieren kam wegen der teilweise beträchtlichen Wärmelabilität der Kulturfiltrate nicht in Betracht. Derartige Überprüfungen müssen einer späteren Zeit vorbehalten bleiben. Bei der Besprechung unserer Versuchsergebnisse möchte ich mich hauptsächlich den Aktinomyzeten — die uns vornehmlich interessieren — zuwenden; bei den anderen Organismen liegen die Verhältnisse etwas anders, ich werde darauf in einer späteren Veröffentlichung eingehen. Während Anfang Januar nur in den oberen Bodenschichten bis zu 30 cm Tiefe Aktinomyzeten nachgewiesen werden konnten, stieg der Gehalt sehr rasch an, so daß wir bereits Mitte Februar bis in die Tiefe von 50 cm herab zwischen 60 und 600 Kolonien auszählen konnten. Es erwies sich, daß die Aufschwemmung mit physiologischer Kochsalzlösung ständig eine größere Anzahl an Kolonien aufwies als die Aufschwemmung mit reinem Wasser; da der Unterschied jedoch immer gleichbleibend war, sind die Durchschnittswerte von beiden zusammengekommen. Die Anzahl der Kolonien auf den beiden verschiedenen Nährmedien und bei den verschiedenen Temperaturstufen war annähernd gleich, nur hatte sich die Anzahl der Arten etwas verschoben. Auch hierauf werde ich an anderer Stelle ausführlicher zu sprechen kommen. Die Anzahl der Aktinomyzetenkolonien stieg in der Felderde in den oberen Bodenschichten 30 cm bis Mitte März, in den tieferen Schichten bis Anfang Mai, um dann ständig wieder abzunehmen. Wir haben nun in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Schrödter die Häufigkeitswerte der Anzahl der Kolonien in Bezug zu den Bodenfeuchtigkeits- und -temperaturwerten gesetzt. Während wir bei der Bodenfeuchtigkeit keine Beziehung zueinander feststellen konnten, ergaben sich bei den Temperaturen klare Verhältnisse. Bei Temperaturwerten von -1 bis $+1^{\circ}\text{C}$ ergaben sich bei allen Bodentiefen rund 26 Kolonien auf der Platte, auf den zweieinhalbfachen Wert, nämlich 61, kamen wir bei Temperaturen von $+2$ bis $+4^{\circ}\text{C}$, 20,7 bei $+5$ bis $+8^{\circ}\text{C}$ und 20,3 bei $+8$ bis $+10^{\circ}\text{C}$; innerhalb dieser Temperaturspanne bleibt die Anzahl der Kolonien also ziemlich konstant, fällt aber rasch auf 12,7 bei $+11$ bis $+13^{\circ}\text{C}$ und noch weiter auf 9,3 Kolonien bei $+14$ bis $+16^{\circ}\text{C}$.

Nach diesen Untersuchungen kann man vielleicht schließen, daß der Hauptgehalt an Aktinomyzeten bereits zu einer Zeit vorliegt, die vor der eigentlichen Vegetationsperiode einer großen Zahl unserer wichtigsten Kulturpflanzen liegt. Die verschiedenen Bodenextrakte haben wir auch direkt gegen die vorhin genannten Organismen ausgetestet und konnten eine geringe Wachstumshemmung bei den Extrakten der Winter- und Vorfrühlingsmonate feststellen, die aber dann rasch nachließ und durch den Verdünnungs- und Plattentest nicht mehr ohne Konzentrierung erfaßt werden konnte. Es ist anzunehmen, daß in den Sommermonaten nicht nur geringere Mengen, bedingt durch den

geringeren Gehalt an Aktinomyzeten, produziert, sondern daß diese Antibiotika auch in verstärktem Maße inaktiviert werden.

Erwähnenswert erscheint mir noch, daß bis Mitte April und erneut wieder seit Mitte September eine relativ hohe Anzahl von Aktinomyzeten isoliert werden konnte, die sich durch intensive blaue, rote und violette Pigmentbildung auszeichneten, während in der Mitte des Jahres mehr farblose und Bildner von gelben bis braunen Pigmenten in Erscheinung traten. Man kann jedoch aus der Tatsache der intensiven Pigmentbildung nicht unbedingt auch auf starke Hemmstoffbildung schließen. Wir konnten aus der Fülle der isolierten Stämme einige vielversprechende Hemmstoffbildner isolieren, und zwar von den Aktinomyzeten 42,8%, von den Penicillien 8%, den Aspergillen 9% und aus Bodenbakterien 25%, diese allerdings nur im Plattentest überprüft. Einschränkung muß ich hinzufügen, daß von den Antagonisten nicht alle vorhin genannten Testorganismen gehemmt wurden: meist war die Hemmung nur auf 3 oder 4 beschränkt. Wir haben aber gerade bei den Aktinomyzeten 56 Stämme isolieren können, die gegen sämtliche Testorganismen hemmend wirken. Wie weit sie miteinander identisch sind, soll noch eine genaue physiologische Überprüfung in diesem Winter ergeben. Zum Teil sind diese antibiotischen Stoffwechselprodukte schon zur Entseuchung fettfleckenkranker Bohnensamen verwendet worden, um auch ihre Wirkung direkt auf den Parasit-Wirtkomplex zu überprüfen, zum Teil sind noch ähnliche Versuche gegen verschiedene Erreger von Fußkrankheiten geplant.

Vergleichsweise untersuchten wir noch Erdproben aus dem Muschelkalkgebiet des südlichen Thüringen, allerdings in unregelmäßigen Abständen, wobei uns keine genauen meteorologischen Angaben zur Verfügung standen. Wir konnten auch hier eine Zunahme der Aktinomyzeten bis Mitte März beobachten und danach eine ständige Abnahme. Der größte Gehalt an Aktinomyzeten trat, wie auch in der Ascherslebener Erde, in der Zone zwischen 20 und 30 cm Tiefe auf. Auffällig erschien, daß der Anteil der roten und blauen Pigmentbildner in den Thüringer Böden höher lag, während der Anteil der Antagonisten, verglichen mit Aschersleben, annähernd gleich war.

Regelmäßig in Stägigem Abstand haben wir noch Aktinomyzeten aus frischem Kuh-, Pferde-, Schweine- und Schafdung isoliert. Die Versuchsanordnung war genau wie die vorhin beschriebene. Während der Aktinomyzetengehalt bis auf den Schafmist, dessen Bonittierung keine wechselnden Werte ergab, bis Anfang Mai gleichbleibend war, stieg er von Mitte Mai sehr stark an, wahrscheinlich mit verstärkter Grünfütterung. Die Arten waren nicht sehr mannigfaltig und auch nicht für die bestimmten Tiere spezifisch. Ausgeprägte Hemmwirkung fanden wir nur in 5 Fällen.

Die Versuche werden fortgeführt, da noch überprüft werden muß, ob die jetzt erarbeiteten klaren Beziehungen zwischen Bodentemperaturen und Aktinomyzetengehalt auch in weniger feuchten Jahren bestehen bleiben. Weiterhin muß die vielleicht auch jahreszeitlich bedingte Inaktivierung der im natürlichen Boden gebildeten Antibiotika eingehend untersucht werden. Wir hoffen dann mit diesen Versuchen einen Beitrag zur Klärung der Fragen zu liefern, welche Bedeutung den Antibiotika im Rahmen des Parasit-Wirt-Verhältnisses zukommt.

Prof. Dr. M. Klinkowski

Institut für Pflanzenkrankheiten, Halle/Saale

Möglichkeiten der Entseuchung fettfleckenkranken Bohnensaatgutes durch Antibiotika

Die Antibiotika stellen keimungshemmende Zellinhaltsstoffe dar, die von vielen höheren und niederen Pflanzen gebildet werden, speziell von Bakterien und Pilzen. Die Bezeichnung „Antibiotikum“ ist insofern nicht eindeutig, weil die ausgelöste Wirkung, je nach dem Partner, verschiedenartig sein kann. Für den produzierenden Organismus ist der gebildete Stoff ein Schutzstoff, für die angreifenden Pilze oder Bakterien wirkt er dagegen als Antibiotikum. Die ausgelöste fungizide bzw. bakterizide Wirkung ist nicht als solche eines Stoffwechselproduktes anzusehen, sondern entspringt dem Wirkungsmechanismus spezifischer, meist toxischer Stoffe. Charakteristisch ist ferner, daß diese Stoffe in kleinsten Mengen selektiv gegen andere Organismen wirken.

Eine wesentliche Ausweitung dieser Erkenntnisse ergab sich im Gefolge der Entdeckung des Penicillins (1928) und der Feststellung seiner Anwendungsmöglichkeiten in der menschlichen Therapie. Wie es im Verlaufe derartiger Entwicklungen der Fall zu sein pflegt, hat es auch hier Vorläufer gegeben, von denen wir als Beispiel die Pyrocyanine nennen wollen. Oscar Loew ist auch auf diesem Gebiet, wie auf vielen anderen, den Erkenntnissen seiner Zeit vorausgeeilt, aber auch ihm blieb zunächst der Erfolg versagt, weil die damals im Experiment erprobten Stoffe sich, im Gegensatz zum Penicillin und anderen Antibiotika, als schwere Zellgifte erwiesen. Die Penicillin-entdeckung ist beispielhaft geworden für die Entwicklung und Kenntnis des Gebietes der Antibiotika. Wesentlich war der Fortschritt, der sich nach einem Jahrzehnt einstellte (1938), als durch Florey und den sog. Oxforder Kreis die Isolierung und Reinigung des Penicillins gelang.

Während das Penicillin anfänglich nur in der Humanmedizin erprobt wurde und dort seinen Wert erwies, ist man zu Beginn der vierziger Jahre, zunächst noch zögernd, dazu übergegangen, das Penicillin auch in der Pflanzenpathologie zu erproben. So berichteten Brown und Boyle (1944, 1945) über Erfolge bei der Wurzelkropfbehandlung, und diese Versuche haben zweifellos dazu ermutigt, sich eingehender mit diesen Fragen zu befassen. In den Untersuchungen von Stapp (1951) hat die Nachprüfung der Befunde der beiden genannten Autoren ein negatives Resultat ergeben, so daß die Möglichkeit der Wurzelkropfbehandlung durch Antibiotika noch nicht als geklärt angesehen werden darf. Dieser negative Befund braucht nicht weiter zu überraschen, da *Pseudomonas tumefaciens* gramnegativ ist, Penicillin aber bekanntlich nur gegen grampositive Bakterien wirkt. So konnte auch Stapp in orientierenden Versuchen bei *Corynebacterium michiganense* und *C. sepedonicum* einen positiven Effekt erreichen.

In Mitteldeutschland, das als Samenproduktionsgebiet eine bevorzugte Stellung unter allen deutschen Anbaugebieten einnimmt, wird auf großen Flächen *Phaseolus vulgaris* L. angebaut. Seit einer Reihe von Jahren wird dort immer wieder über größere Schädigungen durch die Fettfleckenkrankheit geklagt, und von der Praxis werden zweckentsprechende und wirtschaftlich tragbare Bekämpfungsmaßnahmen gefordert. In Untersuchungen der Zweigstelle Aschersleben, die in Gemeinschaft mit Stapp durchgeführt wurden, sind

diese Fragen auf breitester Basis bearbeitet worden. Sie führten zu wesentlichen Erkenntnissen über die Biologie des Erregers und über die unterschiedliche Resistenz der Bohnensorten, aber der erhoffte Bekämpfungserfolg ließ sich auf Grund der damaligen Erkenntnisse zunächst nicht erreichen. Das auch in Lehrbüchern empfohlene Spritzen mit Kupferkalkbrühe ist nur eine prophylaktische Behelfsmaßnahme, die bei Konstellationen, die sich für *Pseudomonas medicaginis* dem Optimum nähern, nahezu zur Wirkungslosigkeit verurteilt ist.

Ein wesentlicher Fortschritt wäre dann erreicht, wenn es gelänge, das Infektionsreservoir in seiner augenblicklichen Wirksamkeit auszuschalten. Man kann hierbei an die Möglichkeit einer rein mechanischen Auslese denken, doch ist diese bei dem Saatgutbedarf großer Anbauflächen einmal wirtschaftlich nicht tragbar, zum anderen gelingt eine vollständige Auslese nur bei denjenigen Samen, die äußerlich deutliche Symptome erkennen lassen. Es lag daher nahe, die Möglichkeiten zu erproben, die sich hier bei Anwendung der Antibiotika ergeben. Unsere Untersuchungsergebnisse haben bisher nur orientierenden Charakter, sind aber andererseits so eindeutig, daß ihre derzeitige Erwähnung berechtigt erscheint.

Die Untersuchungen wurden in Gemeinschaft mit Frl. Dr. H. Köhler durchgeführt. Für die Gewinnung von Rohpenicillin verwendeten wir einen Stamm von *Penicillium chrysogenum* (Prager Stamm) und stellten daneben auch Rohstreptomycin dar, wofür ein Stamm von *Streptomyces griseus* (Madaus, Dresden) benutzt wurde. Die Versuchsmethodik bestand für beide Stämme darin, daß sie wiederholt in ständigem Wechsel zwischen festen und flüssigen Nährböden eingesport wurden. Als Nährlösung verwendeten wir 6%ige Melasse-Czapek-Dox-Lösung, der 2% Hefeautolysat und 0.01% $ZnSO_4$ zugesetzt wurden. Beimpft wurden in Erlenmeyerkolben von 300 ccm Fassungsvermögen 100 ccm Nährlösung. Die Kolben wurden bei 21° C aufgestellt. 7 Tage nach der Beimpfung wurden die Kulturen gegen *Pseudomonas medicaginis* im Verdünnungs- und im Lochtest ausgetestet, der Strichtest wurde in unseren Versuchen nicht verwendet. Bei der Gewinnung von Rohstreptomycin benutzten wir eine Hefe-Glukose-Pepton-Nährflüssigkeit. Hier wurde nach fraktioniertem Sterilisieren mit 1 ccm Aufschwemmung von *Streptomyces griseus* beimpft, worauf die Kulturen bei 25,5° C 21 Tage im Brutschrank verblieben, da in dieser Zeit erfahrungsgemäß die größte Ausbeute erzielt wird. Als Testorganismus im Verdünnungstest fand hier neben *Pseudomonas medicaginis* auch *Bacillus subtilis* Verwendung. Wir konnten im Verdünnungstest für unser Penicillin-Kulturfiltrat aus Oberflächenkultur 300 IE, beim Rohstreptomycin durchschnittlich 80 IE ermitteln.

Vor der Behandlung von Bohnensamen wurden die Kulturflüssigkeiten durch Glaswatte filtriert und die Samen danach im Filtrat gebadet (Behandlungsdauer: 30, 60 und 120 min). In den Kontrollen wurde Leitungswasser verwendet. Die Bonitierungen erfolgten 3 Wochen nach der Aussaat und ein weiteres Mal zu Blühbeginn. Insgesamt wurden 22 Sorten in die Versuche einbezogen, wobei sich zwischen weißen und buntschaligen Sorten keine Anhaltspunkte für ein unterschiedliches Eindringen des Antibiotikums ergaben. Die Versuche wurden im Gewächshaus und im Freiland ausgeführt. Es wurde ein 5-stufiges Bonitierungsschema benutzt. In den nachfolgenden Übersichten wird lediglich zwischen gesund, krank und nicht aufgelaufen

unterschieden. Bei den Gewächshausversuchen unterschieden wir zwischen Samen, die äußerlich als infiziert erkennbar waren, und solchen, die zwar von erkrankten Pflanzen stammten, aber äußerlich keine Erkrankungssymptome erkennen ließen.

„kranke“ Samen (je Versuchsstufe 150 Samen)

Kontrolle 13 % gesund 24 % krank 63 % nicht aufgelaufen

Penicillin

1/2 Std. 50 % gesund 18 % krank 32 % nicht aufgelaufen

1 Std. 59 % gesund — 41 % nicht aufgelaufen

2 Std. 59 % gesund 1 % krank 40 % nicht aufgelaufen

Streptomycin

1/2 Std. 61 % gesund 7 % krank 32 % nicht aufgelaufen

1 Std. 64 % gesund 1 % krank 35 % nicht aufgelaufen

2 Std. 64 % gesund — 36 % nicht aufgelaufen

„gesunde“ Samen (je Versuchsstufe 220 Samen)

Kontrolle 41 % gesund 38 % krank 21 % nicht aufgelaufen

Penicillin

1/2 Std. 78 % gesund 11 % krank 11 % nicht aufgelaufen

1 Std. 85 % gesund 1 % krank 14 % nicht aufgelaufen

2 Std. 86 % gesund — 14 % nicht aufgelaufen

Streptomycin

1/2 Std. 83 % gesund 6 % krank 11 % nicht aufgelaufen

1 Std. 84 % gesund — 16 % nicht aufgelaufen

2 Std. 90,5 % gesund 0,5 % krank 9 % nicht aufgelaufen

Bei der Zusammenfassung beider Gruppen (je Versuchsstufe 150 + 220 Samen) zeigt sich deutlich, daß bei Verwendung beider Antibiotika einmal eine erhebliche Zunahme des Prozentsatzes gesunder Samen zu erreichen ist und daß weiterhin der Prozentsatz derjenigen, die ohne Behandlung nicht mehr zum Auflaufen gelangen, nicht unwesentlich vermindert werden kann.

Beide Gruppen

Kontrolle 30 % gesund 32 % krank 38 % nicht aufgelaufen

Penicillin

1/2 Std. 67 % gesund 14 % krank 19 % nicht aufgelaufen

1 Std. 75 % gesund 1 % krank 24 % nicht aufgelaufen

2 Std. 75 % gesund 0,3 % krank 21,7 % nicht aufgelaufen

Streptomycin

1/2 Std. 74 % gesund 7 % krank 19 % nicht aufgelaufen

1 Std. 76 % gesund 0,3 % krank 23,7 % nicht aufgelaufen

2 Std. 80 % gesund 0,3 % krank 19,7 % nicht aufgelaufen

Die Freilandversuche haben grundsätzlich gleiche Ergebnisse erbracht: es gilt dies allerdings nur mit der Einschränkung für die erste Bonitierung, da später, von der Kontrollparzelle ausgehend, eine Subinfektion der Versuchspartzellen erfolgte. Die Behandlungsdauer betrug hier einheitlich 2 Std., anschließend wurden die Samen sofort ausgelegt (Auslegetermin: 11. 5. 1951). Geprüft wurde das Verhalten bei 21 Sorten mit je 100 Samen, d. h. in 3 Versuchsstufen wurden 6300 Samen verwendet, wobei nur äußerlich „gesund“ erscheinendes Saatgut zur Verfügung stand, das aus fettfleckenverseuchten Beständen geerntet war.

| | | | |
|--------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Kontrolle | 46 % gesund | 35 % krank | 19 % nicht aufgelaufen |
| Penicillin | 87 % gesund | 0,2 % krank | 12,8 % nicht aufgelaufen |
| Streptomycin | 92 % gesund | 0,1 % krank | 7,9 % nicht aufgelaufen |

Die bisherigen orientierenden Versuche lassen deutlich erkennen, daß eine Entseuchung des fettfleckenkranken Bohmensaatgutes durch Antibiotika erreicht werden kann. Da wir bisher jedoch nur mit Rohpenicillin und Rohstreptomycin gearbeitet haben, darf diese Wirkung zunächst nicht unbedingt den beiden Antibiotika zugesprochen werden, da die Möglichkeit besteht, daß „Beistoffe“ noch nicht näher bekannter Art für den Entseuchungseffekt verantwortlich zu machen sind. In weiteren Versuchen sollen diese und andere Fragen geklärt werden.

Diskussion

Frau Westerdijk fragt, ob die Antibiotika für die Phytopathologie eine wirtschaftliche Bedeutung besitzen.

Stapp antwortet hierauf, es sei das erste Mal, daß in Deutschland Antibiotika gegen Pflanzenkrankheiten Anwendung fanden, und zwar an einem Objekt, das für Mitteldeutschland von enormer wirtschaftlicher Bedeutung und außerdem gerade für die Antibiotikaforschung außerordentlich geeignet ist. Im übrigen sei zu betonen, daß bei den phytopathogenen Antibioticiis die toxische Wirkung bedeutungslos sei. Eine Reinigung sei also nicht erforderlich, so daß hierdurch keine Kosten entstehen.

Klinkowski nimmt abschließend folgendermaßen Stellung: Sinn und Zweck dieser Untersuchungen sei zunächst einmal die grundsätzliche Klärung der Frage, ob durch die Antibiotika eine Entseuchung überhaupt möglich ist. Es wurde daher zunächst die Frage der Wirtschaftlichkeit derartiger Maßnahmen noch nicht untersucht. Er glaube aber, daß die Entwicklung auf dem Gebiete der Produktion der Antibiotika heute doch schon so weit ist, daß wir in Kürze auch damit rechnen können, daß diese Methoden durchaus wirtschaftlich tragbar sein werden, und zwar allein schon aus dem Grunde, weil wir ja hier wahrscheinlich auf die reinen Stoffe gar nicht angewiesen sein werden. Vielmehr seien schon gewisse Zwischenprodukte, die für die Humanmedizin unverwendbar sind, im Pflanzenschutz wirtschaftlich nutzbar. Eine allgemeine Saatgutbehandlung mit Antibiotika (ähnlich etwa der Getreidebeizung) sei anzustreben. Die Untersuchungen hätten zunächst jedoch nur orientierenden Charakter; sie würden fortgeführt, und zwar einmal mit reinen Stoffen, sodann aber auch mit Nebenprodukten, um die Frage des Wirkungsmechanismus beantworten zu können.

Hannelore Müller

Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim

Über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf die verschiedenen Mikroorganismengruppen, insbesondere auf Schadpilze im Boden

Kalkstickstoff ist in der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Praxis sowohl als Düngemittel wie auch als partielles Desinfektionsmittel bekannt. Der Kalkstickstoff gehört zur Gruppe der langsam und nachhaltig wirkenden N-Dünger, ist aber in seiner vorliegenden Form nicht ohne weiteres für die Pflanzen verfügbar, sondern unterliegt im Boden einer Umwandlung, die sich folgendermaßen formulieren läßt:

- 1) $\text{CaCN}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CN}_2 + \text{Ca(OH)}_2$
- 2) $\text{H}_2\text{CN}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO(NH}_2)_2$
- 3) $\text{CO(NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

Das bei Reaktion 1) freigesetzte Cyanamid dürfte als der eigentlich wirksame Anteil im Kalkstickstoff angesehen werden, da mit Kalkstickstoffmengen, die auf die Mikroorganismen schon keimvermindernd wirkten, der pH-Wert des Bodens nicht wesentlich beeinflußt war.

Die Ansichten über die Kräfte, die diese Reaktion erst in Gang setzen, sind geteilt. Einerseits sollen katalytische Kräfte die Umwandlung des Cyanamids in Harnstoff einleiten, andererseits wird den Mikroorganismen allein die Fähigkeit einer Cyanamid-Umwandlung zugeschrieben.

Schmalzfuss wies als erster quantitativ nach, daß bestimmte Mikroorganismen fähig sind, Cyanamid zu verarbeiten, und bewies, daß der Weg des Abbaus über Harnstoff als Zwischenprodukt verläuft. Nach eigenen Versuchen kann ich die Theorie der mikrobiellen Zersetzung unterstützen. Neben einigen geprüften Bakterienstämmen fanden sich außer den schon von Schmalzfuss geprüften *Aspergillus*-Arten besonders noch mehrere *Penicillien*, die mit großer Schnelligkeit das Cyanamid, als alleinige N-Quelle geboten, quantitativ verarbeiteten.

Diese Ergebnisse zeigen, daß eine biologische Umwandlung nicht ausgeschlossen ist — wieweit chemisch-physikalische Kräfte dabei noch mitwirken, möchte ich hier unbeantwortet lassen.

Wie wirkt sich nun allgemein eine Zugabe von Kalkstickstoff zum Boden auf die Mikroflora aus?

Bei Verwendung von Gartenkompost, dem stufenweise Mengen von 1,5 bis 18 kg Kalkstickstoff (einer absichtlich übernormal gewählten Dosierung) / cbm Erde sorgfältig beigemischt wurden, trat fast allgemein innerhalb der ersten 24 Stunden eine beträchtliche Keimverminderung ein, und zwar um so stärker, je höher die zugefügte Kalkstickstoffkonzentration war. Die Versuche wurden zu verschiedenen Zeiten in mehreren Parallelen geführt. Bei einigen Ansätzen zeigte z. T. die niedrigste Kalkstickstoffgabe eine sofortige Keimvermehrung, bewirkt durch eine außerordentlich starke Förderung der Schimmelpilze. Vom 3. Tag ab stiegen die Keimzahlen wieder langsam an, bis auf die Proben mit den höchsten Kalkstickstoffkonzentrationen, die auf dem nach 24 Stunden abgesunkenen Stand verblieben.

Allgemein wird in der Literatur eine besonders starke Beeinträchtigung großzelliger Organismen, wie der Schimmelpilze und Säurebildner, durch Kalkstickstoff angegeben. Dagegen konnte bei qualitativer Analyse in eigenem Versuch festgestellt werden, daß durch die verwendete niedrige, als normal zu bezeichnende Kalkstickstoffgabe besonders die Schimmelpilze — wie schon erwähnt — stark gefördert wurden. Erst bei steigenden Kalkstickstoffgaben gingen die Schimmelpilze an Zahl zurück, so daß der Prozentanteil der Bakterien am Gesamtkeimgehalt dadurch anstieg. Die Aktinomyzeten nahmen bei höheren Kalkstickstoffgaben langsam ab, um bei übernormaler Dosierung ab 10 kg/cbm vollkommen zu fehlen.

Wie ließen sich nun die z.T. sehr günstigen Erfolge bei Bekämpfung bestimmter pilzlicher Krankheiten mit Kalkstickstoff erklären und in Parallele zu den eben gesagten Ergebnissen bringen?

Es war zu vermuten, daß durch höhere Kalkstickstoffgaben das Wachstum der betr. Schadpilze, parallel dem Verhalten der Schimmelpilze, ebenfalls zeitlich hinausgezögert und dadurch den Pflanzen zunächst ungestörtes Wachstum gestattet würde, daß sich jedoch kaum eine direkt fungizide Wirkung mit noch pflanzenverträglichen Konzentrationen erreichen ließ.

Um das Verhalten verschiedenster pathogener Pilze gegen Kalkstickstoff zu ermitteln, wurden die Pilze labormäßig in Reinkultur gegen Cyanamid, die wirksame Komponente im Kalkstickstoff, getestet. Auf für die betr. Organismen optimalen Nährböden wurden die Pilze vorgezogen, dann bewachsene Agarscheiben von 1,3 cm Durchmesser mit einem Korkbohrer ausgestochen und auf die Nährböden übertragen, die Zusätze von 35, 70 und 140 mg/100 Cyanamid enthielten. Der Zuwachs der Kolonien ist aus den betr. Abbildungen zu ersehen. Das verwendete Cyanamid hatte eine Reinheit von 82—85 % und die Konzentrationen entsprachen den in der Praxis anwendbaren Kalkstickstoffmengen von etwa 1,5, 3,0 und 6,0 kg/cbm Erde — soweit sich die

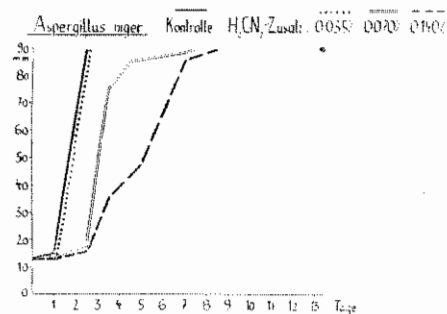


Abb. 1

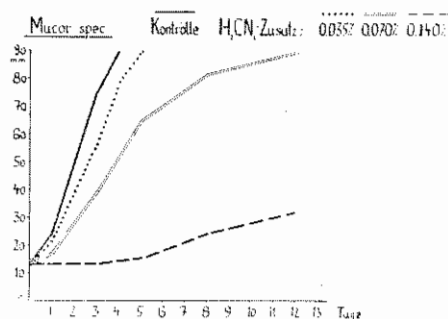


Abb. 2

Verhältnisse in künstlichen Nährmedien überhaupt mit dem natürlichen Erdboden vergleichen lassen.

Die erste Kurve (Abb. 1) zeigt einen Vertreter der normalen, nichtpathogenen Bodenflora: *Aspergillus niger* v. T. Nach den vorhergehenden Versuchen hatte ich dieses Ergebnis erwartet. *A. niger* wird von der niedrigen Konzentration nicht gehemmt, erst mit steigenden Cyanamidgaben

nimmt die Wachstumsintensität etwas ab, verbunden mit verzögerter Sporenbildung. Fast gleich wie dieser *Aspergillus*-Stamm verhielt sich *Penicillium*. Dagegen war schon der geprüfte *Mucor*-Stamm, ebenfalls ein nichtpathogener Bodenbewohner, empfindlicher in seinem Verhalten, wie Abb. 2 zeigt. Von

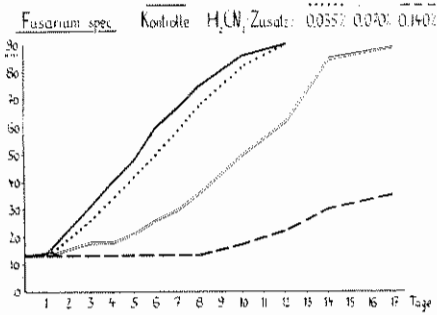


Abb. 3.

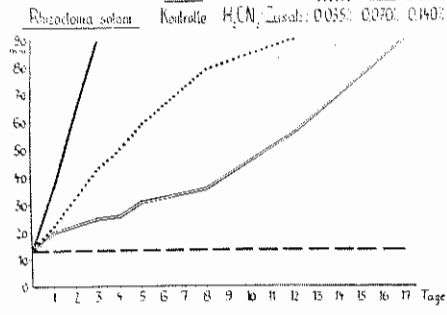


Abb. 4.

den geprüften pathogenen Organismen habe ich 4 Pilze ausgesucht, die dem Cyanamid gegenüber verschieden reagierten.

1. Zunächst der Erreger der Gurkenwelke, *Fusarium spec.*, und zwar aus der *Elegans-Gruppe*. Bei der ersten Cyanamidgabe zeigt dieser Pilz weitgehende Unempfindlichkeit, das Verhalten den anderen Konzentrationen gegenüber mag aus Abb. 3 entnommen werden.

2. *Rhizoctonia solani* (Kühn) (Abb. 4). Der Pilz ist sehr raschwüchsig auf normalem Nährboden; mit steigender Cyanamidkonzentration verzögerte sich die Entwicklung immer mehr, das Myzel war niedrig, dünn und heller

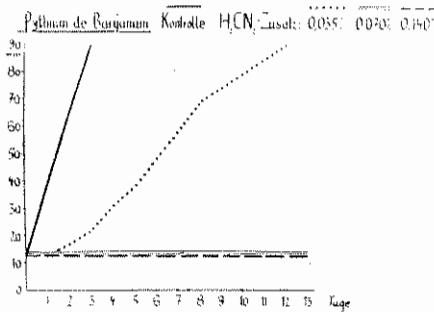


Abb. 5.

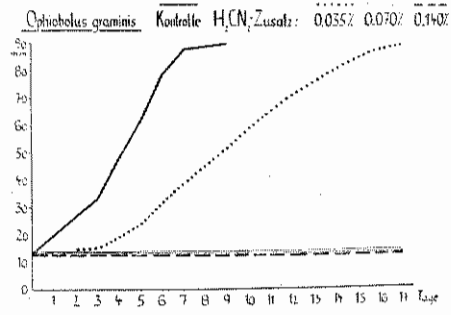


Abb. 6.

als in den Kontrollen — bis bei der höchsten Konzentration aus dem übertragene Impfstück nichts mehr auswuchs.

3. Als noch empfindlicher gegen das Cyanamid erwies sich *Pythium de Baryanum* (Hesse), wie Abb. 5 zeigt.

4. Ebenfalls sehr empfindlich war *Ophiobolus graminis* (Sacc.) (Abb. 6), der auch bei den beiden höheren Konzentrationen kein Wachstum mehr zeigte.

Von pathogenen Pilzen wurden noch geprüft: *Phoma betae* Frank, *Helminthosporium gramineum* Rabh., *Thielavia basicola* Zopf, *Fusarium nivale* [Fr.] Ces., die sich je nach Empfindlichkeit in das vorstehende Schema einordnen lassen.

Es sind somit hinsichtlich des Verhaltens der Mikroorganismen gegenüber dem Cyanamid alle Übergänge vorhanden von Ausnutzung als N-Quelle über Resistenz verschiedener Grade bis zur Abtötung. Dabei nimmt die nicht-pathogene Bodenflora durch weitgehende Resistenz eine besondere Stellung ein, was für die Erhaltung des biologischen Gleichgewichtes im Boden nur erwünscht sein kann. Wenn die Verhältnisse in der Praxis zu den hier im Laborversuch ermittelten Ergebnissen parallel gehen, so ergeben sich damit günstige Ausblicke für erfolgreiche Anwendung des Kalkstickstoffs gegen die betr. Krankheitserreger. — Vielleicht eröffnen sich dadurch neue Wirkungsmöglichkeiten des Kalkstickstoffs, z. B. zur Bekämpfung von *Ophiobolus graminis*, der bisher fast ausschließlich durch ackerbauliche Maßnahmen bekämpft worden ist.

Bei Übertragung in natürliche Verhältnisse ist jedoch zu berücksichtigen, daß die hier im Plattentest gebotene Cyanamidkonzentration dort wahrscheinlich nicht auf einmal zur Wirkung kommt, da sie infolge Weiterverarbeitung durch Organismen herabgesetzt wird, und daß sie zeitlich begrenzt ist. Andererseits ist es schwierig, über das Verhalten der betr. zu bekämpfenden pathogenen Pilze Aussagen zu machen, da diese sowohl in ihrer saprophytischen als auch parasitischen Phase noch von zahlreichen anderen Faktoren abhängig sind, z. B. von den antagonistischen Einflüssen der übrigen Mikroflora, den Nahrungsreserven usw.

Bei solch komplexen Wechselbeziehungen lassen sich direkte Aussagen aus Laborversuchen über das Verhalten der Organismen im Freiland niemals machen. Da aber die Schimmelpilze im Labortest ähnliches Verhalten wie bei den gemachten Keimzahlbestimmungen zeigten, dürfte auch für die geprüften pathogenen Pilze wohl doch eine gewisse Parallelität zwischen Laborversuch und Freiland anzunehmen sein. — Durchgeführte Gewächshausversuche mit *Rhizoctonia*-infizierter Erde bestätigten diese Annahme und brachten eine gute Übereinstimmung mit den im Laborversuch ermittelten fungiziden Konzentrationen.

Das Wesentliche bei Verwendung von Kalkstickstoff ist also, die betr. pathogenen Pilze weitgehend in ihrem Wachstum zu schwächen bzw. abzutöten, dabei den Pflanzen noch verträgliche Konzentrationen zu bieten und das biologische Gleichgewicht des Bodens möglichst zu erhalten.

Diskussion

Zanon (Südtirol) erwähnt folgende Beobachtung: In einer Apfelbaumanlage wurde ein Streifen Land mit Kalkstickstoff gedüngt. Die anderen in der Anlage stehenden Bäume waren stark mit Schorf befallen, während die mit Kalkstickstoff gedüngten fast überhaupt keinen Fruchtschorf und auch keinen Laubschorf zeigten. Er bittet die Fachkollegen, die ähnliche Erfahrungen gemacht haben, darüber zu berichten. Es sei offenbar anzunehmen, daß der Kalkstickstoff eine gewisse Wirkung auf die Überwinterung der Askosporen ausübt.

Holz hat zwar schon in Stade eine Abschwächung des Fusikladiumbefalls bei starken Kalkstickstoffgaben beobachtet, hält aber eine praktische Bekämpfung von Pflanzenschädlingen mit Kalkstickstoff für ausgeschlossen. Insbesondere habe sich bei überstarker Kalkstickstoffgabe verstärktes Blulausaufreten gezeigt. Immerhin scheinen aber stärkere Kalkstickstoffgaben die Perithezienreife beim Schorf zu verhindern. Er verweist auf die Veröffentlichung von Versuchsergebnissen aus dem Jahre 1936.

Dr. M. Czech,

Frankfurt/Main-Hoechst

Neuere Untersuchungen über Rauchschäden an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen durch Chlor-, Nitrose- und Schwefeldioxydgase

Die großen Arbeiten über Rauchschäden der Vorkriegszeit, die von staatlicher Seite durchgeführt wurden, vor allem von der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem und von seiten der Industrie von einer Arbeitsgemeinschaft, die unter dem Namen „Facharbeitsgemeinschaft für Industrieschadenfragen“ bekannt geworden ist, haben durch den Krieg ein jähes Ende gefunden. Das Gebiet der Emissionsschäden kann aber örtlich noch immerhin von solcher Bedeutung sein, daß die angefangenen Arbeiten wieder aufgenommen werden mußten. Soweit wir orientiert sind, sind diese Arbeiten bei den Farbwerken Hoechst zuerst wieder in größerem Rahmen aufgegriffen worden. Das Problem der Rauchschäden drängte sich dabei durch Umstände auf, die mit den technischen Schwierigkeiten des Wiederaanlaufens der Produktion in den ersten Nachkriegsjahren zusammenhingen.

Die von uns 2 Jahre lang durchgeführten Untersuchungen sind als eine Team-Arbeit aufzufassen, an der sich Chemiker, Physiker, Farbenspezialisten und Pflanzenphysiologen beteiligten. Dieses Team war erforderlich, weil uns ein recht breiter Fragenkomplex interessierte und wir die Aufgabe übernommen haben:

1. eine Laborbegasungsapparatur sowie bewegliche Freiland-Begasungsapparaturen zu entwickeln, mittels der man landwirtschaftliche, aber auch gärtnerische Kulturpflanzen mit den Gasen Chlor, Nitrose und Schwefeldioxyd begasen konnte;
2. sollten die durch die genannten drei Gase verursachten Schädigungen an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen studiert und wenn möglich die Dosis toxica und die Dosis letalis unter genau festzustellenden Bedingungen bestimmt werden.

Es wurde mit folgenden landwirtschaftlichen Kulturpflanzen gearbeitet:

| | | |
|--------------|--------------|----------------|
| Winterraps | Wintergerste | Zuckerrüben |
| Winterroggen | Hafer | Frühkartoffeln |
| Winterweizen | Erbsen | Luzerne. |

Im Rahmen dieses kurzen Vortrags ist es natürlich nicht möglich, alle diese Kulturpflanzen durchzusprechen, und ich werde mich auf die interessantesten Vertreter der einzelnen Gruppen beschränken.

Zu der Technik der Begasung sei ganz kurz erwähnt, daß wir nur daran interessiert waren, die Schädigungen durch vorübergehende Begasungen zu studieren. Wir arbeiteten mit Konzentrationen von 10^{-5} bis 10^{-3} 1 Stunde mit trockenen oder im Labor und im Freiland besprühten Pflanzen. Der Abschluß gegenüber der Außenluft z. Z. der Begasung erfolgt im Freiland durch versetzbare und von 4 Mann tragbare Glashäuschen. Der Luftwechsel war im Labor ein 10maliger, im Freiland ein 11—13maliger. Die Ungenauigkeit unserer verwendeten Gaskonzentrationen dürfte nach den Schätzungen unserer Techniker — unter Abwägung aller Fehlerquellen — bei höchstens $\pm 15\%$ gelegen haben.

Bei der Wahl der Termine für die Freilandbegasungen waren wir immer bemüht, Vegetationsabschnitte zu treffen, in denen mit übergroßer Empfindlichkeit der verschiedenen Pflanzenarten gerechnet werden konnte. Zu dem sehr umstrittenen Begriff der primären Schädigung möchten wir bemerken, daß in unseren Versuchen jene Gaskonzentration als Dosis toxica bezeichnet wurde, bei der sofort nach der Begasung oder zu einem späteren Zeitpunkt makroskopisch sichtbare Veränderungen auf den pflanzlichen Organen beobachtet wurden.

Nun zu den Ergebnissen der Versuche selbst:

1. Begasungen bei Winterraps (Sorte Janetzky's W.-Raps) im Freiland. Mitte Mai, 2 Tage nach der Hauptblüte.

Die Begasungen wurden vorgenommen an einem Tag, der eine Sonnenscheindauer von 11 Stunden, eine relative Luftfeuchtigkeit von 60% und eine Höchsttemperatur von 22°C brachte. Die dem Begasungstage folgenden 4 Tage waren trocken, warm, mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60, 75, 80 und 85%.

Nach einer 1stündigen Behandlung reagierte der Raps erst bei einer Konzentration von 10^{-4} Chlor und Schwefeldioxyd mit Schadenssymptomen. Diese Konzentration ist von uns für diese beiden Gase als Dosis toxica festgestellt worden. Auf den betauten Blättern zeigte sich als erstes Symptom eine eben sichtbare Bleichung der Interkostalfelder der Blattoberseiten, die aber nach 5 Tagen wieder vollkommen verschwand. Zunächst sind weder Blüten noch Jungschoten irgendwie geschädigt oder abgeworfen worden. Bei der Auszählung des Schotenbestandes 14 Tage nach der Begasung zeigte sich aber, daß die z. Z. der Behandlung in Entwicklung begriffenen jungen Schoten und auch Blüten doch von Chlor und SO_2 so angegriffen worden sind, daß sie z. T. nekrotisch wurden und abfielen. Bei der Auszählung von je 25 Rapspflanzen wurde ein Minderbesatz an Schoten 3 Tage vor Beginn der Ernte auf der Chlorparzelle von 16,3%, auf der SO_2 -Parzelle von 4,9% festgestellt. Die Ausbildung des Samens hatte noch nicht gelitten, wie sich am Tausendkorngewicht feststellen ließ.

Auf dem mit Nitrose begasten Rapsboer war die Konzentration von 10^{-4} noch unschädlich. Als Dosis letalis stellten wir die Nitroskonzentration von 3×10^{-4} fest. Die Dosis letalis unter unseren Versuchsbedingungen lag bei SO_2 ebenfalls bei 3×10^{-4} , bei Chlor allerdings erst bei 5×10^{-4} .

Der Raps zeigte 6—10 Stunden nach den als Dosis letalis bezeichneten Begasungen ein schnelles Nachlassen des Turgors der restlos mausgrau oder graubraun verfärbten Blätter. Nach weiteren 2 Tagen nekrotisch werden der jungen Schoten, bzw. restloses Abfallen der Blüten. Nach 4 Tagen standen die Rapsstengel auf allen mit diesen hohen Konzentrationen behandelten Parzellen strohgelb verfärbt da und von weitem ähnelte das Bild einer abgernteten Mohnparzelle. Bei keiner der verwendeten Konzentrationen und Gase konnte bei den Freilandversuchen eine Wachstumsstimulation beobachtet werden.

2. Versuche mit Winterroggen (Sorte Petkuser) wurden Ende Mai, 1 Tag vor der Hauptblüte, durchgeführt. Die klimatischen Verhältnisse am Behandlungstage unterschieden sich fast gar nicht von den bei den Rapsversuchen beschriebenen.

Es sei vorweg gesagt, daß der trockenbegaste Roggen auf die verschiedenen Gase überraschend stark reagierte. Bereits bei einer Gabe von 10^{-5} SO_2 zeigte sich auf den oberen Blattdritteln ein gut sichtbarer grauer Schimmel. Bei den Chlor- und Nitrosepzellen lag die Dosis toxica etwas höher, und zwar bei 2×10^{-5} . Bei einer Chlorgabe von 3×10^{-5} stellte sich sofort nach der Begasung ein deutlich sichtbares, weißgraues Strichmosaik auf den Blättern und eine leichte ausgeprägte Fleckung auf den Halmen ein. Die entstandenen Bleichungen waren bis zur natürlichen Verfärbung des Roggens zu beobachten. Ähnliche Symptome, nur von einer gelbbraunen Farbe, waren auf der entsprechenden Nitrosepzelle zu beobachten. Die Ähren verfärbten sich bei diesen ebengenannten Gasmengen noch nicht und es waren auch keine Schädigungen in der Kornausbildung festzustellen.

Erhöhten wir die Chlor-, Nitro- und SO_2 -Gabe auf 100 cem, kam es innerhalb von 10 Stunden nach der Behandlung zu intensiven gleichmäßigen Bleichungen der ganzen Pflanzen. Ähren, Blätter und Halme wurden bei Chlor weißgrau, bei der entsprechenden Nitrosepzelle gelbgrau, bei der Schwefeldioxydparzelle mausgrau. In allen Fällen aber von gleicher Intensität. Die Kornausbildung hatte bereits ziemlich stark gelitten und an 30 Ähren betrug 5 Tage vor der Ernte der Anteil an Schmachtkörnern bei Chlor = 18,3 %, bei NO_2 = 17,8 % und bei SO_2 = 26,3 % gegenüber unbehandelt. Interessant dürften noch die Schädigungen sein, die bei einer Gabe von 1000 cem verursacht wurden. In 30 Ähren wurden auf dem Chlorbeet lediglich noch 42 voll ausgebildete Körner und 186 Schmachtkörner gezählt. Das bedeutet einen Minderbesatz von 80,7 %. Auf dem Schwefeldioxydbeet war — um ein anderes Beispiel zu nennen — kein Korn mehr voll ausgebildet und nur noch 82 Schmachtkörner wurden gefunden. Der Durchschnittsbesatz der unbehandelten Ähre dagegen betrug 39,3 voll ausgebildete Körner und 1,4 Schmachtkörner.

Der Gesamteindruck der Behandlungen des Roggens war der, daß sich das SO_2 bei weitem am stärksten auswirkte und die anderen Gase in der Reihenfolge Chlor und Nitro- folgten.

Zwei weitere, besonders interessante Pflanzen, die in der Rauchschadenspraxis immer eine sehr große Rolle spielen und die noch hier besprochen werden sollten, sind die Zuckerrübe und die Luzerne.

3. N-Rübe, gesät am 1. 4. 1950, wurde behandelt:

- a) am 22. 5. 1951 7 Tage vor dem Vereinzeln als Tagbehandlung.
- b) am 18. und 19. 7. 1951 als Tag- und Nachtbehandlung.

Zu a) Behandlung der Jungrüben.

Die Jungrüben waren von einem nächtlichen Niederschlag von 4,4 mm noch feucht. Die Tagestemperatur erreichte am Behandlungstage lediglich 19,3° C, und in den nachfolgenden Tagen gab es eine feuchtwarme Witterung mit täglichen, mittelstarken Niederschlägen.

In unseren Versuchen mit den vor dem Vereinzeln stehenden Jungrüben zeigten diese eine Empfindlichkeit, die fast der des Treibkopfsalates gleichzustellen war. Bereits nach einer 1stündigen Behandlung mit Chlor und Schwefeldioxyd in einer Konzentration von 10^{-5} kam es auf den chlorbehandelten Beeten zu einer schwach weißgrauen, auf den mit Schwefeldioxyd behandelten zu einer dunkelgrauen fleckigen Bleichung der Interkostalfelder. Die mit der genannten Gasmenge behandelten Bestände erholten sich aber innerhalb der nächsten Tage unter den für die Rüben sehr günstigen klimatischen Bedingungen sehr gut und es blieben lediglich die üblichen, bei feuchtbegasteten Pflanzen auftretenden Blattrandätzschäden zurück. Auf eine Nitrosebehandlung von gleicher Konzentration zur gleichen Zeit reagierten die Jungrüben noch gar nicht. Erst als wir die Nitrosegabe auf 3×10^{-5} erhöhten, kam es zu makroskopisch eben sichtbaren Verfärbungen der Interkostalfelder, die sich aber nach 5 Tagen restlos verloren, ohne Ätزشäden zu hinterlassen. Verstärkten wir die Konzentration, so wurden die Bleichungen intensiver. Die Turgeszenz der Blätter nahm schnell ab und bei einer Gabe von 10^{-4} aller verwendeten Gase kam es bereits zu einem restlosen Abfall und Nekrose der entwickelten Blätter. Dies geschah nach unseren Erfahrungen innerhalb von 4 Tagen und es blieben lediglich 1—1½ cm hohe Blattstielreste übrig. Das sich nach dieser Zeit bietende Schadbild hatte große Ähnlichkeit mit Hasenfraß.

Die vorher erwähnte Konzentration von 10^{-4} war aber noch nicht die Dosis letalis, denn aus den unverletzt gebliebenen Blattanlagen des Rübenkopfes entwickelten sich auf den Beeten aller drei Gase neue Blätter, die bereits nach 35 Tagen wieder eine Höhe von durchschnittlich 12 cm hatten. Zu dieser Zeit hatten die unbehandelten Parzellen dagegen eine solche von 32—35 cm. Der durchschnittliche Durchmesser der Rübenkörper betrug Ende Juni bei den unbehandelten 12,6 cm, bei den mit der Konzentration von 10^{-4} begasteten dagegen nur 2,2 cm. Ende Oktober betrug das Mindergewicht dieser behandelten Rüben bei einer orientierenden Wiegung gegenüber unbehandelt 39,2 %. Es steht außer Zweifel, daß in trockenen Jahren die Gewichts-differenz bedeutend größer ausgefallen wäre.

Die Dosis letalis für die Jungrüben lag bei SO_2 und Chlor bei 2×10^{-4} , bei NO_2 von 5×10^{-4} nach 1stündiger Behandlung.

Auf unseren Versuchsbeeten haben wir vor der Behandlung das Unkraut nicht vernichten lassen, um bei dieser Gelegenheit auch das Verhalten der Unkräuter gegenüber den Begasungen studieren zu können. In unseren Beständen war allerdings lediglich der Ackersenf zu finden, und zwar im

Stadium der Hauptblüte. Höhe des Ackersens z. Z. der Begasung 25—30 cm. Ohne mich an dieser Stelle weiter darüber auszulassen, möchte ich sagen, daß die Blattmasse des Ackersens von Chlor und Schwefeldioxyd bereits bei der Konzentration von 10^{-5} leicht geschädigt wurde und leichte Blattrandätzschäden zurückblieben. Eine Schädigung der Blüte war nicht zu beobachten. Die oberirdischen Organe des Ackersens sind bei Chlor mit einer Konzentration von 10^{-4} , bei NO_2 von 5×10^{-4} und bei SO_2 ebenfalls von 10^{-4} vollkommen nekrotisch geworden.

Von fachlich an unseren Arbeiten interessierter Seite ist der Vorschlag gemacht worden, Vergleichsversuche zwischen Tag- und Nachtbehandlungen durchzuführen. Die Versuche sind von uns — wie bereits erwähnt — am 18. und 19. 7. durchgeführt worden. Die Nachtbehandlungen lagen zwischen 21 und 4 Uhr. Ich möchte hier nur das Ergebnis der Nachtbehandlungen zusammenfassen:

Es hat sich bei unseren Versuchen gezeigt, daß sich die einzelnen Gase in ihrer Schadensintensität verschieden verhalten, je nachdem, ob mit ihnen am Tag oder in der Nacht die Rüben behandelt wurden. Die Unterschiede sind aber nicht so groß, wie wir anfänglich selbst vermutet haben. Wir gewannen den Eindruck, daß das Chlor sowie auch das Schwefeldioxyd bei den Tagbegasungen — und die Nitrosegase bei den Nachtbehandlungen — etwas akutere Pflanzenschäden verursachten. Es fiel in unseren Versuchsreihen immer wieder auf, daß sich die Ränder der geschädigten und bereits z. T. ausgefallenen Interkostalfelder bei der Nachtbehandlung mit Chlor und Schwefeldioxyd intensiv schwarz verfärbten, eine Beobachtung, für die wir bisher keine Erklärung gefunden haben.

4. Versuche mit Luzerne.

Der Luzernebestand hat eine durchschnittliche Höhe von 50 cm. Blütenknospen waren bereits angesetzt. Am Behandlungstage hatten wir eine Höchsttemperatur von $22,7^\circ \text{C}$ und eine relative Luftfeuchtigkeit von 65 %. Die Sonnenscheindauer betrug 9 Stunden. An den nachfolgenden 2 Tagen gab es durchschnittlich tägliche Niederschläge von 8 mm.

In unseren Versuchen zeigte es sich, daß Chlor und Schwefeldioxyd auch bereits bei einer 1stündigen Begasung bei einer Konzentration von 10^{-5} leichte Bleischäden an den Blättern verursachten. Die Schäden sahen im ersten Augenblick ernster aus, als sie tatsächlich waren. Nach 10 Tagen war lediglich ein leichter, mehltauartiger Schimmel festzustellen. Die Stickoxyde verursachten bei der genannten Konzentration noch keine sichtbaren Schäden. Die Gasmengen von 3×10^{-5} brachten beim Schwefeldioxyd bereits mittelstarke Blattverluste, die mit 30—40 % einzuschätzen waren, beim Chlor schwächere von ca. 10—15 %. In keinem Fall sind bei dieser Konzentration die noch gefalteten Fiederblättchen abgeworfen worden. Sie waren leicht gebleicht, zeigten aber keine Wachstumsstockungen. Bei dem entsprechenden Stickoxydbeer war es zu keinem Blattverlust, lediglich zu einer leichten Bleichung gekommen. Alle 3 untersuchten Gase vernichteten mit Erhöhung der Konzentration auf 10^{-4} praktisch die gesamte vollentwickelte Blattmasse. Die Fiederblättchen blieben allerdings auch noch beim Chlor- und Nitroseebeer nach einer Begasung von 3×10^{-4} erhalten.

Nachwirkungen der Begasungen konnten noch nach dem ersten Schnitt festgestellt werden. Sie zeigten sich als Bleichung und z. T. als Kümmerwuchs. Sie waren am stärksten ausgeprägt auf den Beeten, die mit einer Schwefeldioxydmenge von 10^{-5} behandelt wurden. Auf den entsprechenden Chlor- und NO_2 -Beeten war nur eine schwache Bleichung der Luzerne festzustellen.

Zum Schluß noch einen kurzen Hinweis auf die Erfahrungen mit einigen anderen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

Winterweizen, und zwar „Carsten V“, der nach der Hauptblüte behandelt wurde, zeigt sich gegenüber allen drei erwähnten Gasen als relativ wenig empfindlich. Primärschäden trafen erst bei Gaben von 10^{-4} auf.

Frühkartoffeln, und zwar „Holländische Erstlinge“, die in voller Blüte standen und Anfang April behandelt wurden, zeigten sich besonders gegenüber Schwefeldioxyd und Chlor als relativ empfindlich, denn die Dosis toxica lag bereits zwischen 10^{-5} und 3×10^{-5} , bei Nitrosegasen dagegen zwischen 5×10^{-5} und 10^{-4} . Eine Gabe von 10^{-4} Chlor und SO_2 verursachte bereits Schäden, die in der Praxis als Totalverlust bezeichnet werden.

Ich habe Ihnen in diesem Vortrag lediglich unsere pflanzenphysiologischen Erfahrungen unter unseren Versuchsbedingungen vorgetragen und halte es für notwendig, darauf hinzuweisen, daß eine Verallgemeinerung der genannten Zahlen nicht ohne weiteres möglich ist.

Diskussion

Richter betont die Wichtigkeit derartiger spezieller Untersuchungen, da Schäden durch Rauchgase oder Abgase in der heutigen Zeit nie ganz zu vermeiden sind.

Kotte weist auf die Bedeutung der Schäden durch Flußsäure hin. Diese Schäden seien häufiger, als im allgemeinen angenommen wird. Es seien vor allem 2 Tatsachen, die für den Pflanzenschutzfachmann interessant sind:

1. In verschiedenen Industriezweigen (Zementfabrikation, Aluminiumherstellung) werden dem Herstellungsmaterial fluorhaltige Stoffe zugesetzt, um den Schmelzpunkt zu erniedrigen. Auch zufällige Flußspatbeimengungen im Ausgangsmaterial der Ziegeleien spielen hier und da eine Rolle.

2. Die Flußsäureschäden treten durchaus nicht regelmäßig auf, sondern nur unter bestimmten Witterungsbedingungen, besonders bei Nebel, weil dieser zu tröpfchenförmigem Niederschlag der Flußsäure führt.

In diesem Jahr seien starke Flußsäureschäden sehr verbreitet gewesen. Es sei die Aufgabe der Pflanzenschutzämter, diese Fragen zu klären.

Nematoden

Dr. Ir. M. Oostenbrink,

Wageningen

Die Grundlagen der Nematodenbekämpfung

Wir Menschen haben gelernt, die Pflanzen, die wir brauchen, zu sammeln, zu veredeln und dann als Gewächs anzubauen, das heißt Tausende und aber Tausende derselben Pflanzen beisammen, öfter Jahr für Jahr an derselben Stelle. Es ist selbstverständlich, daß wir damit auch die Feinde einer solchen Pflanze aufrufen. Besonders die Nematoden oder Älchen sind die Spezialparasiten der einseitigen Kulturen, weil sie wenig bewegungsfähig sind, für gewöhnlich eine beschränkte Wirtspflanzenreihe haben und sich nur allmählich reproduzieren. Erforderlich ist also ein vieljähriger einseitiger Anbau desselben Gewächses, bevor die Nematoden schädlich werden können.

Die völlige, direkte Tötung von Nematoden ist bis heute unmöglich, infolge ihrer großen Resistenz, ihrer geschützten Lebensweise und ihrer so starken Vermehrung, daß Bodendesinfektion jedes Jahr wiederholt werden müßte und alsdann zu kostspielig würde. Es versteht sich, daß die Forschung nach besseren Verfahren sucht, doch überhaupt noch ohne Erfolg.

Darum bleiben vorläufig als Grundlagen der heutigen Nematodenbekämpfung nur:

1. mehr Kenntnis der in der Natur vorhandenen Nematodenarten und ihrer Verbreitung,
2. ein tieferes Verständnis der Gefährlichkeit oder auch Ungefährlichkeit der Nematoden für die Landwirtschaft,
3. die Ermittlung der Möglichkeiten um Nematodenschaden vorzubeugen und in Einzelfällen zu beseitigen.

Wenn man den Bestand der Älchenfauna aufnimmt, staunt man über die Menge der Arten und die großen Populationsdichten. Es ist gewöhnlich, daß in einer Handvoll Erde 10 000 Älchen von 20 unterschiedenen Arten vorkommen. Die Landwirtschaft fordert, daß wir diese Nematoden kennen, sie fordert sogar eine Bestandsaufnahme aller Nematoden in unseren Äckern, Weiden und Wiesen. Denn viel mehr, auch z. Z. noch unbekannte Arten spielen in der Landwirtschaft eine Rolle, als wir bisher dachten. Jeder Phytopathologe kann 10 schädliche Älchenformen nennen. Aber es gibt wenigstens einige Hunderte, die ertappt sind als Schädlinge. Wirklich wichtige Parasiten sind manche Jahre als Parasit übersehen worden, wie *Trichodorus primivivus*, der in Amerika gefunden ist, aber vermutlich auch in Europa Kahlstellen an mehreren Gewächsen verursacht. Und alle die Felder mit Johanniskrankheit in Erbsen, welche seit 50 Jahren mehreren Pilzen zugeschrieben wurde, erwiesen sich in Holland als verseucht mit dem Erbsennematoden, *Heterodera goettingiana*. Zu dieser Bestandsaufnahme von Nematoden gehört das Anlegen einer Sammlung ständiger Präparate, damit auch der weniger spezialisierte Phytopathologe seine Älchen unterbringen kann. Gute Studien der Älchenfauna sind selten. Und gute Präparatesammlungen sind äußerst

selten; ich kenne nur zwei gute Kollektionen in den Vereinigten Staaten Amerikas und noch keine in der übrigen Welt.

Unsere Kenntnis der Ächenarten ist noch unzulänglich und ich kenne auch die Ursache. Wirklich gute Ächen-Taxonomisten sind selten in der Welt; die Finger einer Hand genügen, sie zu zählen, und wenn ich noch die andere Hand dazu nehme, so bleibt keiner unerwähnt. Überdies gibt es in Amerika nur zwei und fernerhin in der ganzen Welt keine einzige Universität, in der man wirklich Nematologie studieren kann. Und der ganze internationale Nematologenkongreß in England vor einem Monat enthielt aus 19 Ländern nur ungefähr 40 Teilnehmer.

Eine systematische Ermittlung beweist öfter die weite Verbreitung von parasitären Ächen, deren Anwesenheit man kaum hätte vermuten können. In den Niederlanden in großem Umfange durchgeführte Bodenprobenuntersuchung lehrte, daß durchschnittlich mehr als die Hälfte der Felder große Mengen von Heteroderazysten mehrerer Arten enthält. In Gegenden mit einem einseitigen Bau von Rüben oder Kohl ist es der Rübennematode, in anderen Gegenden mit viel Getreide der Hafernematode, 60% der alten Weiden und Wiesen erwies sich als verseucht mit dem Kleinenematoden. *Heterodera trifolii*, 20% mit *Heterodera punctata*, welche an Gräsern lebt. *Heterodera punctata* ist vorher sogar nie in unserem Kontinent gefunden worden. Haben diese Nematoden in Wiesen und Weiden etwas zu schaffen mit dem Verschwinden des Weißkleees oder mit Abbauerscheinungen in manchen Fällen? Auch andere, nicht zystenbildende Arten sind sehr weit bisweilen allgemein verbreitet. Man kann sogar zu der Ansicht neigen, daß es normal ist, daß der Bauer in allen seinen Feldern der Nematodenfauna einen Tribut bezahlt.

Ich bin davon überzeugt, daß auch in anderen Ländern viele bisher unbekannte Ächen weit verbreitet sind.

Jetzt möchte ich unterstreichen, daß die Schädlichkeit der Nematoden wenig charakteristisch ist und sich für gewöhnlich beschränkt auf Wachstumshemmungen. Die Rolle der Nematoden kann man nicht selten erst nach langjähriger Forschung exakt beweisen, auch wenn man deutlich Wachstumshemmungen sieht. Es ist nicht leicht, Experimente mit Ächen zu machen und dabei Pilze usw. auszuschließen. Meistens muß man auch einige Jahre warten, ehe die Ächenpopulation genügend angewachsen ist, um Schaden machen zu können. Außerdem gibt es Umstände, worunter Nematoden sich gar nicht gefährlich zeigen und wobei gar keine Symptome zutage kommen.

Wenn wir zweifeln, ob Kahlstellen von Ächen oder anderen Organismen verursacht werden, so benutzen wir öfter eine indirekte Methode, nämlich eine Bodendesinfektion mit DD oder Dibromaethan, da wir wissen, daß diese Mittel in leichter Dosierung spezifisch Ächen und nicht Pilze töten.

Die Verhütung und Bekämpfung von Nematoden ist, wie schon gesagt, im allgemeinen schwierig. Als praktisches Beispiel möchte ich Ihnen kurz die Forschung und Bekämpfung des Kartoffelnematoden *Heterodera rostochiensis* in den Niederlanden erwähnen. Der Kartoffelnematode ist ja im Brennpunkt aller Interessen.

Der Kartoffelnematode ist in Bodenproben leicht zu finden und deutlich zu unterscheiden. Dies konnte benutzt werden bei einer Bodenprobenunter-

suchung von großem Umfang, mehr als 150 000 Bodenproben jährlich. Durchschnittlich zeigten sich mehr als 99 % unserer Acker noch unverseucht, wiewohl es Herde gibt in Schrebergärten und auch einige tüchtige Herde im Bauernland. Demgegenüber gibt es auch Gegenden, wo trotz des bis vor kurzem einseitigen Kartoffelbaus in 10 000 Bodenproben kein einziger Nematode gefunden wurde. Es lohnt sich also der Mühe, die Verbreitung der Krankheit zu verhüten. Es folgen die biologischen Grundlagen dafür.

Bei andauerndem Kartoffelbau ergab sich, ausgehend von einer leichten Infektion, eine jährliche Älchenvermehrung bis zum Zehnfachen. Dies ist ein empirischer Faktor auf Grund von Infektionsversuchen und Beobachtungen. Dies gilt für die Inkubationszeit der Krankheit, solange also keine Symptome auftreten. Sobald Krankheitserscheinungen hervortreten, wird die Pflanze der beschränkende Faktor, weil diese nicht mehr als 50 000 neue Zysten tragen kann. Wenn mehr Älchen angreifen, geht die Pflanze zugrunde und die Älchen mit ihr.

Aus dieser schematischen, aber doch reellen Aufbaudarstellung ergibt sich, daß die Älchen viele Jahre dagewesen sind, bevor man Symptome beobachtet und ebenfalls bevor man Älchen in der Bodenprobe finden kann. Die ersten Zysten haben sich also immer schon weiter verbreitet, als dargestellt werden kann. Auch ergibt sich, daß eine 90 %ige Tötung der Älchen mit chemischen Mitteln nur ein Jahr, eine 99 %ige nur zwei Jahre nützt.

Beim Anbau unempfindlicher Gewächse — alle Gewächse außer Kartoffeln und Tomaten — nimmt die Population ab. Es gibt auch keine empfindlichen Ackerunkräuter. Potentiell können die Älchen in den Zysten lange leben, 10, 13 oder sogar 17 Jahre laut rezenter Angaben. Dennoch nimmt die Bodenverseuchung jährlich etwa um die Hälfte ab. Dieses Absterben kann stark schwanken, doch war in den Niederlanden als Mittel mehrerer Fälle 54 %. Dieses starke Absterben während der ersten Jahre deutet auf eine biologische Absterbekurve. Wenn man optimistisch ist und 60 % annimmt, dann hält $\frac{1}{3}$ Kartoffeln — $2\frac{1}{2}$ Jahr zwischen der Ernte des ersten und dem Pflanzen des zweiten Anbaues — jede Älcheninfektion völlig im Zaume. Ein verseuchtes Feld wird dabei immer verseucht bleiben, aber ein nicht infiziertes Feld wird nimmer verseucht werden. Auch eine zufällige Infektion mit z. B. 100 lebenskräftigen Zysten — d. i. 1 pro 20 m^3 Erde — wird ungefährlich bleiben sowohl für das Gewächs wie auch mit Bezug auf die Verbreitung. Der Zustand ist stabil. Dies ergibt sich auch in der Praxis: man hat mir trotz emsiger Nachforschung noch kein einziges Feld zeigen können, wo Kartoffelmüdigkeit auftrat, ungeachtet der Tatsache, daß von jeher nach einem Kartoffelgewächs nur zwei Jahre sonstige Gewächse angebaut worden waren. Nicht nur in den Niederlanden, sondern auch in England, Schottland oder Irland sind Gegenden und Felder mit einer guten Fruchtfolge immer frei. Sogar ein Feld in Mitte verseuchter Felder kann durch Fruchtwechsel so gesund bleiben, daß man keinen einzigen Nematoden nachweisen kann.

Ich möchte noch betonen, daß $\frac{1}{3}$ präventiv besser ist als $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ kurativ. Denn sobald sich eine gefährliche Älchenpopulation aufgebaut hat, genügt es nicht, die Älchenpopulation durchschnittlich auf gleicher Höhe zu halten, doch man muß dann jedes Mal, wenn Kartoffeln angebaut werden, jedes Risiko für das Gewächs wegnehmen. Und das ist ein ganz anderes

Problem. Wenn man ausgeht von einer sehr hohen Population, dann kann diese nach zwei Jahren unter bestimmten Umständen noch sehr gefährlich sein.

Fruchtwechsel ergibt sich also als die stärkste biologische Waffe zur Bekämpfung, aber besonders auch zur Verhütung von Aichenkrankheiten. Dies gilt neuen Daten nach auch für das Stockälchen und für *Heterodera marioni*, die Wurzelknötchen verursacht, mehr als wir bis jetzt wußten. Beide gelten als sehr polyphag, aber beide werden allmählich geteilt in mehrere Arten, die morphologisch unterschieden sind und auch eine verschiedene Wirtspflanzenreihe haben.

Die Basis der Bekämpfung des Kartoffelnematoden in den Niederlanden ist also folgende:

Jedes verseuchte Feld wird aufgespürt und von diesen Feldern darf keine Erde oder Pflanzgut verbreitet werden. Alle verseuchten Felder werden saniert dadurch, daß der Anbau von Kartoffeln und Tomaten für viele Jahre untersagt wird. Alle gesunden Felder folgen präventiv einem Fruchtwechsel, derartig, daß nach jedem Kartoffelanbau mindestens zwei Jahre sonstige Gewächse angebaut werden.

Diese Maßnahmen sind gesetzlich angeordnet worden und werden alle rücksichtslos durchgeführt. Die wichtigste ist meiner Ansicht nach die präventive Fruchtwechselwirtschaft, weil man ohne diese niemals, gleichviel mit welchen Maßnahmen, der Verbreitung der Krankheit vorbeugen kann.

Darf ich schließlich die folgenden wichtigen Punkte unterstreichen:

1. Daß die ersten Zysten schon weltweit verbreitet sind. Viele Länder haben diese Krankheit, ohne es zu wissen; in vielen Ländern ist die Verbreitung weiter fortgeschritten als bekannt ist. Die Beweise hierfür türmen sich, ich könnte Ihnen manche nennen.
2. Die Gefährlichkeit dieser Krankheit für Gegenden mit einseitigen Kartoffelbau, besonders mit dem Anbau spätreifer Kartoffeln, ist groß.
3. Für Gegenden mit einer guten präventiven Fruchtfolge ist diese Krankheit ausgesprochen ungefährlich.

*

Anschließend an diesen Vortrag wurde ein holländischer Film über Nematodenschäden, ihre Feststellung und Bekämpfung vorgeführt.

Regierungsrat Dr. H. Goffart,

Institut für Hackfruchtbau, Münster/Westf.

Auf- und abbauende Faktoren im Massenwechsel zystenbildender Nematoden

Wie bei allen Lebewesen ist auch die Entwicklung der Nematoden von zahlreichen Umweltfaktoren biotischer und abiotischer Natur abhängig. Den Pflanzenpathologen interessiert besonders die Frage nach den Faktoren, die den Massenwechsel der pflanzenpathogenen Arten bestimmen.

Im Vordergrund des Interesses steht die Frage: Wie entsteht eine Massenvermehrung? Wir wollen diesen Fall an einem konkreten Beispiel erläutern und wählen hierfür den Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Wr.).

Wenn wir über einen frisch gepflügten lehmigen Sandboden gehen, dessen Oberfläche lufttrocken ist, der aber Kartoffelnematoden enthält, und anschließend einen von Kartoffelälchen freien Acker betreten, übertragen wir auf diesen Acker die an den Stiefeln haftende nematodenhaltige Erde. Die Zahl der auf diese Weise verschleppten Zysten ist gar nicht so gering, wie man annehmen möchte. Wir stellten z. B. an einem Herren-Gummistiefel 45 g Erde mit 11 vollen Zysten, an einem Damen-Gummistiefel 20 g Erde mit 3 vollen Zysten fest.

Die Dauer der nun folgenden Inkubationszeit, d. h. die Zeit zwischen der ersten Infektion bis zum Auftreten des ersten sichtbaren Befalls, ist nun in erster Linie von der Häufigkeit des Kartoffelanbaues abhängig. Diese wird von einer Reihe von Einzelfaktoren bestimmt, die sich aus Bodenbeschaffenheit und Nachfrage ergeben. Letztere hängt wiederum ab von den wirtschaftlichen und sozialen Verhältnissen, wie allgemeinem Nahrungsmangel, Arbeitslosigkeit, hohen Kartoffelpreisen u. ä., also von Faktoren, denen wir vom Pflanzenschutz aus ziemlich machtlos gegenüberstehen.

Bei 10 Zysten, die auf einer Fläche von 100 qm wiederabgestreift werden, ist bei einer kontinuierlichen Entwicklung der Population, die man nach Steiner, Taylor, Cobb und Oostenbrink auf das 7- bis 10fache der vorjährigen Verseuchung schätzt, ein ununterbrochener Kartoffelanbau von 6—7 Jahren notwendig, um eine Wachstumsdepression an dieser Stelle zu erhalten. Findet ein Kartoffelanbau in jedem zweiten Jahre statt, so dauert die Inkubationszeit unter Berücksichtigung des Absinkens der Population in den kartoffelfreien Jahren bei sonst kontinuierlicher Entwicklung wenigstens 16 Jahre. Bei einem Kartoffelanbau in jedem dritten Jahr unter den gleichen Voraussetzungen werden sogar 45 Jahre benötigt. Mit anderen Worten: eine Massenvermehrung des Kartoffelnematoden wird bei strenger Innehaltung einer wenigstens 3jährigen Rotation frühestens in 45 Jahren sich bemerkbar machen.

Neben der Anbauhäufigkeit ist für das Zustandekommen einer Nematoden-Massenvermehrung die Zahl der Wirtspflanzen maßgebend, die der Parasit antrifft, und der Entwicklungszustand der Pflanzen, der durch die edaphischen Faktoren bestimmt wird. Unter natürlichen Verhältnissen würde sich der Parasit zunächst in der geschilderten Weise vermehren können. Da aber im gleichen Biotop neben Wirtspflanzen auch zahlreiche andere Pflanzen zur Entwicklung kommen, die wir mit dem Sammelbegriff „Unkraut“ belegen, kommt es zu einem Konkurrenzkampf zwischen beiden Pflanzengruppen, der sich für die Wirtspflanzen nachteilig auswirkt und letzthin auch auf das Vermehrungspotential der Nematoden Einfluß gewinnt. In der Landwirtschaft dagegen werden die das Wachstum der Wirtspflanzen behindernden Unkräuter ausgemerzt, so daß sich die Kulturpflanzen ungehindert entwickeln und so dem Parasiten eine bessere Vermehrungsmöglichkeit bieten. Es ist nicht auffällig, daß wir infolgedessen auf stark verunkrauteten Feldern ein geringeres Vermehrungspotential des Nematoden antreffen können als auf unkrautfreien Böden.

Modifizierend wirken sich auf den Massenwechsel in zweiter Linie Struktur und Feuchtigkeitsgrad des Bodens sowie Temperatur und Qualität der Bodenluft aus. Der Gehalt an Bodenwasser ist ein sehr wichtiger abiotischer

Faktor für das Nematodenleben überhaupt, weil er besonders das Wandern der Nematodenlarven begünstigt. Wir konnten gerade in diesem feuchten Jahre wieder vielerorts eine starke Zunahme pflanzenpathogener Nematodenarten und demzufolge stärkere Schäden beobachten. Allerdings kann eine zu hohe Wassermenge auf schwerem Boden gelegentlich für die Nematodenentwicklung schädlich sein, weil dann die in den Boden eindringenden O₂-Mengen zu gering sind. Auch die Bodentemperatur sollte nicht unterschätzt werden. So kann sandiger Boden im Sommer eine solche Temperatur annehmen, daß sich in ihnen Wurzelgallenälchen (*Heterodera marioni* Greeff) bei gleichzeitiger Anwesenheit empfindlicher Pflanzen schädigend auswirken. Auf lehmigen Böden wird dieser Fall bei uns nie eintreten können, weil der größte Teil der Sonnenstrahlen für die Verdunstung des Bodenwassers dient. In solchen Böden, besonders, wenn sie noch reich an Humus sind, findet eine fortgesetzte Zersetzung organischer Stoffe statt, durch die der CO₂-Gehalt gegenüber der atmosphärischen Luft erhöht wird und erst durch Niederschläge und erneutes Eindringen von atmosphärischer Luft einen Ausgleich erfährt.

Unter den abbauenden Faktoren ist es wiederum der Ernährungsfaktor, der den größten Einfluß auf die zystenbildenden Nematoden ausübt. Wir verweisen auf die Ausführungen, die wir bereits oben gemacht haben. Schon früh hat man ihn in Gestalt des Fruchtwechsels als die beste Waffe im Kampf gegen den Rübennematoden erkannt. Auf den Massenwechsel des noch weit stärker spezialisierten Kartoffelnematoden wirkt sich der Anbau von Nichtwirtspflanzen besonders deutlich aus, wie wir schon 1936 zeigen konnten. Inzwischen wurde weiteres Material im In- und Ausland zusammengetragen (vgl. Oostenbrink). Aus all diesen Beobachtungen ergibt sich immer wieder folgendes Bild: Durch den Anbau von Nichtwirtspflanzen sinkt die Bodenverseuchung eines Ackers im ersten Jahr um 40—50 %. Im zweiten Jahr beträgt die Minderung rund 20 %, im dritten Jahr 10 % der Anfangsverseuchung, um im Laufe der folgenden Jahre immer geringer zu werden. Beobachtungen nach 10 Jahren zeigten, daß auf Sandboden noch etwa 3—5 % der Anfangsverseuchung vorhanden sein können. Es ergibt sich also eine Absterbekurve, wie wir sie vom Abklingen einer Insektengradation her kennen.

Einen abbauenden Einfluß kann auch der Chemismus des Bodens haben. Wir wollen uns hier auf die chemischen Mittel beschränken, von denen sich manche als nematizid erwiesen haben. In nicht fachlich geschulten Kreisen wird aber die Bedeutung der chemischen Mittel meist überschätzt, weil bei nicht genügend langer Kontrolle eine nematizide Wirkung oft nur vorgefäuscht wird. In Wirklichkeit liegt nur eine Lähmung geschlüpfter bzw. schlüpfreifer Larven vor. Bezüglich der vor allem im Ausland propagierten halogenhaltigen Kohlenwasserstoffe haben wir feststellen können, daß der Nematodenbesatz an den Wurzeln zwar um 50 bis 90 % gesenkt werden kann. Bei einer Bodenuntersuchung ergab sich aber in fast allen Fällen eine Zunahme, die bedingt wird durch einen besseren Pflanzenwuchs und eine demzufolge stärkere Entwicklungsmöglichkeit der nicht geschädigten Larven. Damit soll nun nicht der Stab über die Anwendung chemischer Mittel gebrochen werden. Wir können sie für bestimmte Zwecke nicht entbehren, aber an anderer Stelle in die Fruchtfolge eingebaut, werden sie dem Massenwechsel vielleicht stärker Abbruch tun.

Interessante Beobachtungen lassen sich bei der Prüfung der Frage nach der Bedeutung von Räubern und Parasiten der Nematoden machen. Die Entstehung einer Massenvermehrung können sie zwar nicht verhindern, sie beeinflussen höchstens das Tempo und den Umfang der Vermehrung. Hat sich aber z. B. beim Rübennematoden eine Massenvermehrung längere Zeit ausgewirkt und befinden sich auch die Parasiten auf ihrem Optimum, dann kann die Bodenverseuchung im Laufe weiterer Jahre absinken, und zwar so weit, daß es schwer hält, eine neugebildete Zyste an einer Rübenwurzel zu finden. Diese geringe Populationsdichte kann dann auch bei dem konstanten Gegengewicht der Parasiten über Jahre anhalten. Derartige Fälle treten aber offenbar nur auf, wenn man einen dauernden Rübenanbau betreibt, was ja praktisch nicht vorkommt. Nimmt infolge eines Fruchtwechsels jedoch die Dichte ab, so sinken auch die Mortalitätsfaktoren. Beim Kartoffelnematoden sind bisher echte Parasiten nicht bekanntgeworden, obwohl wir in vielen Fällen schon seit Jahren eine recht bedeutende Besiedlung mit Kartoffelnematodenzysten haben feststellen können, die eigentlich auch eine Steigerung der Krisenfaktoren hätte mit sich bringen müssen. Davon ist aber vorläufig nichts zu merken. Man könnte daraus den Schluß ziehen, daß der Kartoffelnematode vielleicht gar nicht autochthon ist, sondern auf irgendeine Weise nach Europa eingeschleppt wurde und in der Kartoffel eine besonders zugsagende Wirtspflanze gefunden hat. Das vor kurzem bekanntgewordene Auftreten des Schädling in Peru würde diesem Gedanken nur förderlich sein.

In neuerer Zeit hat man zwischen Nematoden und Pilzen auch einen Antagonismus feststellen können. So gelang es Lindford und Yap, nach Zusatz von Reinkulturen des Pilzes *Dactylella ellipospora* zum Boden die Entwicklung von *Heterodera marioni* derart zu verändern, daß die Gallen kleiner blieben als in den Kontrollgefäßen und somit eine geringere Nachkommenschaft ergaben. In ähnlicher Richtung liegen Beobachtungen von Watson und Bratley, nach denen eine starke Gründung den Befall durch *H. marioni* an Obstbäumen in Florida erheblich vermindert hat; Auslegen von Papier war dagegen ohne Einfluß, ein deutlicher Beweis, daß hier eine spezifische biologische Wirkung vorliegt, an der wahrscheinlich auch mikrobielle Vorgänge beteiligt sind. Beim Kartoffelnematoden und seinen nächsten Verwandten ist es bisher nicht gelungen, ähnliche Beziehungen aufzudecken.

Es mag schließlich noch auf Überalterungs- und Degenerationserscheinungen hingewiesen werden, die sich in einem Nachlassen der Fortpflanzungspotenz und im Auftreten von Zwergformen äußern. Wir können solche Vorgänge z. B. beim Hafernematoden beobachten, wo sich in sehr vielen Zysten neben normal entwickelten Larven nichtlebensfähige Kümmerformen befinden. Der Anteil dieser an der Gesamtlarvenzahl einer Zyste kann zuweilen beträchtlich sein. Von alledem ist aber beim Kartoffelnematoden noch gar nichts zu verspüren, und auch beim Rübennematoden sind nur einige Ansätze zu sehen.

In der Hauptsache ist es also der Ernährungsfaktor im weitesten Sinne, der den Massenwechsel bei den zystenbildenden Nematoden bestimmt. Dieser wird in der Praxis durch die Fruchtfolge verkörpert. Es ist darum notwendig, gerade diese uns von der Natur selbst an die Hand gegebene Möglichkeit zur Wiederherstellung des biologischen Gleichgewichts weitestgehend in der

Praxis einzusetzen. Heute erfolgt die Anbauplanung allzusehr nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten, während man die natürlichen Bedürfnisse des Bodens außer acht läßt. Man kann heute Fruchtfolgen finden, die eine frühere Generation für undurchführbar gehalten hat. So bringt man neuerdings in einigen Teilen des Bundesgebietes nach einer Weißklee-Untersaat Rotklee, und die erst vor wenigen Jahren beobachtete vereinzelt vorkommende Nematodenart, *Heterodera trifolii*, hat nun die Möglichkeit, von dem resistenteren Weißklee auf den empfindlichen Rotklee überzugehen. Die ersten Ausfälle, die so entstehen, konnten in diesem Jahr einwandfrei nachgewiesen werden. In diesen und ähnlichen Fällen ist es Aufgabe des Pflanzenschutzes, rechtzeitig zu warnen, denn die Quittung für diese Fehler erhalten wir früher oder später in Gestalt eines Massenaufstretens von Schädlingen, die uns nicht nur zwingen, von der bisherigen nur persönlichen Vorteilen dienenden Planung zu einer den natürlichen Verhältnissen mehr entsprechenden Fruchtfolge zurückzukehren, sondern darüber hinaus auch noch kostspielige Sondermaßnahmen zur Wiederherstellung des biologischen Gleichgewichts durchzuführen.

Schrifttum

- Goffart, H.: Fortschritte in der Bekämpfung des Kartoffelnematoden. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst **16**, 38—40, 1936.
- Linford, M. B. und Yap, F.: Root-knot injury restricted by a nematode-trapping fungus. Phytopathology **28**, 14, 1938.
- Oostenbrink, M.: Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wr.). Wageningen, 1950.
- Steiner, G., Taylor, A. L. and Cobb, G. S.: Cyst-forming plant parasitic nematodes and their spread in commerce. Proc. Helminth. Soc. Washington **18**, 13—18, 1951.
- Watson, J. R. and Bratley, H. E.: Root-knot investigations. Fla. Agr. Exp. Sta., Ann. Rep. 94, 1939.

Dr. H. - W. Nolte,

Zweigstelle Aschersleben der Biologischen Zentralanstalt
Berlin-Kleinmachnow

Untersuchungen über die stofflichen Grundlagen bei Nematodenschäden

Als Ursachen für die bei Nematodenbefall zu beobachtenden Pflanzerschädigungen wurden Zerstörung des besiedelten Gewebes, mechanische Störungen des Wasser- und Nährstofftransportes und Nährstoffentzug festgestellt. Darüber hinaus wird die Absonderung von Giftstoffen durch die Nematoden für wahrscheinlich gehalten. Ein Beweis für diese Vermutung wurde jedoch noch nicht erbracht. Inzwischen konnten bei durch Bakterien oder Pilze veranlaßten Pflanzenkrankheiten gewisse Schädigungen auf die Wirkung von von diesen Organismen erzeugten Toxinen zurückgeführt werden. Da nun zwischen solchen Schadbildern und den bei Nematodenbefall zu beobachtenden Schädigungen gewisse Übereinstimmungen bestehen, liegt

es nahe, in nematodenbefallenen Pflanzen das Vorhandensein ähnlicher Toxine anzunehmen. In Zusammenarbeit mit Frl. Dr. H. Köhler, Aschersleben, führte ich daher entsprechende Untersuchungen bei pflanzenpathogenen Nematoden durch. Die Methodik war die gleiche, wie sie bei den Toxinuntersuchungen bei Bakterien- und Pilzbefall angewendet wird. Pflanzenpreßsäfte wurden unverdünnt und in den Verdünnungsstufen 2 : 1, 1 : 1, 1 : 2, 1 : 7 und 1 : 10 mit Blättern gesunder Pflanzen der gleichen Art ausgetestet. Die Versuche erstreckten sich auf folgende Nematoden: Rübennematode (*Heterodera schachtii*) von Zuckerrüben und Raps, Wurzelälchen (*H. marioni*) von Salat, Stockälchen (*Ditylenchus dipsaci*) von Roggen und Wiesen-nematode (*Pratylenchus pratensis*) von Gerste und *Primula malacoides*.

Es ist leider nicht möglich, an dieser Stelle alle Versuche und ihre Ergebnisse aufzuführen. Ich wähle daher nur einige Beispiele aus unseren Protokollen aus. Die Gesamtergebnisse unserer Untersuchungen werden einer späteren ausführlicheren Veröffentlichung zu entnehmen sein.

Unverdünnte Preßsäfte aus mit Rüben-nematoden besetzten Zuckerrüben riefen nach 2 Stunden eine leichte Kräuselung der Testblätter hervor. Nach 4 Stunden waren die Blätter stark gekräuselt bis eingerollt, sie hingen z. T. schlaff herab und zeigten blaugrüne Verfärbung. Nach 12 Stunden waren sie vollständig zusammengerollt und völlig erschläfft, die blaugrüne Verfärbung war erhalten geblieben. Im Gegensatz dazu ließen sich an den in unverdünntem Preßsaft aus gesunden Pflanzen stehenden Blättern nach 8 Stunden zwar leichte Kräuselungen, aber bis zum Abbruch des Versuches nach 24 Stunden keine weiteren Veränderungen feststellen.

Ein Versuch mit von dem gleichen Nematoden befallenen Rapspflanzen brachte infolge *Pythium*-befalls der Pflanzen unklare Ergebnisse. Da auch die Rübenpflanzen häufig *Pythium*-befall zeigten, und da die Pilze dieser Gattung als Toxinbildner bekannt sind, wurden Preßsäfte von mit Nematoden besetzten und nematodenfreien Zuckerrüben 10 Minuten gekocht. Zwischen gekocht und ungekocht ergaben sich keine Unterschiede. Das in den Nematodenpflanzen vorhandene Toxin erwies sich also als hitzestabil. Da das *Pythium*-Toxin nach Brandenburg hitzelabil ist und da andere Mikroorganismen aus den Pflanzen nicht isoliert werden konnten, müssen die Rüben-nematoden für das nachgewiesene Toxin verantwortlich gemacht werden.

Preßsäfte aus von *Pratylenchus pratensis* befallenen Gerste- und *Primula malacoides*-Pflanzen zeigten ganz ähnliche Ergebnisse. Als Beispiel wähle ich eine Untersuchung von Primelpflanzen. Unverdünnter Primelpreßsaft aus mit Nematoden befallenen Pflanzen rief nach 12 Stunden leichte Kräuselungen der Testblätter hervor. Nach 24 Stunden waren die Blätter stark gekräuselt und zeigten eine auffällige Aufhellung vom Blattrand her. Nach 48 Stunden hingen die völlig zusammengerollten Blätter schlaff herab und waren, wie die Blätter der befallenen Pflanzen, hellgelb verfärbt. Die Testblätter in Preßsaft aus gesunden Pflanzen zeigten nach 48 Stunden leichte Kräuselungen, veränderten sich aber bis zum Abbruch des Versuches nach 72 Stunden nicht mehr.

Da *Pratylenchus pratensis* von uns stets in Vergesellschaftung mit dem Pilz *Cylindrocarpon radicolica* gefunden wurde, prüften wir auch das Kulturfiltrat dieses Pilzes. Dabei konnten keine Welkeerscheinungen oder Ver-

färbungen festgestellt werden. — Aus den befallenen Primeln wurden außerdem Pilze der Gattung *Botrytis* isoliert. Das Kulturfiltrat dieser Pilze rief zwar Welkeerscheinungen hervor, aber verursachte nicht die auffällige Verfärbung der Testblätter. Es muß daher das Vorhandensein von zwei verschiedenen Toxinen, von denen eines auf die Nematoden zurückzuführen ist, angenommen werden.

Ein Welkeerscheinungen verursachendes Toxin wurde auch in von Stockälchen befallenen Roggenpflanzen nachgewiesen. Daneben zeichneten sich die stockkranken Pflanzen durch einen hohen Gehalt an Heteroauxin oder einen diesem ähnlichen Stoff aus, der für die Hypertrophie solcher Pflanzen verantwortlich sein dürfte. Der Nachweis dafür wurde mit dem *Helianthustest* nach R u g e erbracht.

Aus den darüber vorliegenden Versuchsprotokollen sei folgendes angeführt. Roggenpreßsäfte erzielten folgende Zuwachsprozente: In der Verdünnung 1 : 10 nach 24 Stunden: kranke Pflanzen 45 %, gesunde Pflanzen 4 %; nach 96 Stunden: kranke Pflanzen 86 %, gesunde Pflanzen 21 %; in der Verdünnung 1 : 100 nach 24 Stunden: kranke Pflanzen 10 %, gesunde Pflanzen 4 %; nach 96 Stunden: kranke Pflanzen 27 %, gesunde Pflanzen 8 %. In der Wasserkontrolle wurden nach 24 Stunden 2 %, nach 96 Stunden 8 % festgestellt. — Durch Zerquetschen einer großen Zahl aus kranken Pflanzen stammender Nematoden wurde ein Brei gewonnen, der nach 24 Stunden 25 % und nach 96 Stunden 70 % Zuwachs erzielte.

Die Pflanzen zeigten keinerlei Pilz- oder Bakterienbefall. Diese Tatsache und die mit dem Nematodenbrei erzielten Ergebnisse beweisen, daß der in den kranken Pflanzen vorhandene, den Zuwachs fördernde Stoff von den Nematoden stammen muß.

Zum Schluß sei noch ein Versuch mit Preßsaft aus von *Heterodera marioni* befallenen Salat angeführt, der jedoch noch der Bestätigung durch Wiederholungen bedarf. Die Preßsäfte aus gesunden und befallenen Pflanzen wurden zu Glukose-Czapek-Dox-Nährböden zugegeben, die mit Sporensuspensionen von *Penicillium glaucum* beimpft wurden. Während der Pilz auf den mit Preßsäften aus gesunden Pflanzen versehenen Nährböden anwuchs und schon nach 48 Stunden Sporenbildung zeigte, waren die Nährböden mit Preßsäften aus befallenen Pflanzen noch nach 120 Stunden pilzfrei.

Diese Versuche zeigen, daß in von Nematoden befallenen Pflanzen toxische Stoffe vorhanden sind, deren Entstehung auf die Nematoden zurückgeführt werden muß. Näheres über Entstehung und Natur dieser Toxine kann zunächst nicht ausgesagt werden, doch sind weitere Untersuchungen zur Erhärtung der bisherigen Befunde und zur Klärung der noch offenen Fragen eingeleitet.

Schrifttum

- Brandenburg, E.: Über ein pilzliches Toxin in der Gattung *Pythium* und seine Wirkung auf die Wirtspflanze. Zeitschr. Pflanzenkr. 55, 1948, 129—138.
- Filipjev, I. N. und Schuurmans Steekhoven, I. H.: A manual of agricultural Helminthology. Leiden 1941.
- Goffart, H.: Nematoden der Kulturpflanzen Europas. Berlin 1951.

Prof. Dr. Alfred H e y ,

Biologische Zentralanstalt Berlin-Kleinmachnow

Organisatorische Probleme der Kartoffelnematodenabwehr

Seit dem ersten Schadauftreten des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis*) in der Umgebung der Stadt Rostock in Mecklenburg im Jahre 1913 hat sich allmählich eine Lage entwickelt, die man in beiden Teilen Deutschlands sehr ernst beurteilt. Die Etappen der Ausbreitung in der Zwischenzeit lassen erkennen, daß kleinräumig seit jeher und in allen Befallsgebieten die fahrlässig enge Fruchtfolge der Wirtspflanzen den Bereich des Auftretens ausgedehnt und aus den Kernarealen durch die unvermeidlichen Verschleppungsmöglichkeiten der Bewirtschaftung Schadgebiete gemacht hat. Weiträumig hat vor allem der Handelsverkehr mit Kartoffeln zu jedem Nutzungszweck der Verschleppung, auch über die Landesgrenzen hinweg, gedient. Besondere Bedeutung kommt dabei dem Erdbesatz der Ladungen zu, dessen Ausschaltung aus der „Infektkette“ des Seuchenweges bisher nirgends die notwendige Aufmerksamkeit zugewendet worden ist. So hat der Kartoffelnematode von der Speiseware aus über den Komposthaufen und die Müllbeseitigung auf den Nutzflächen dichter Siedlungsgebiete und in den Randlagen der Großstädte Fuß gefaßt. Ein weiterer Weg führt über die Schlamngruben der industriellen Verwertung und ein dritter über die Pflanzguttransporte in ländliche Bezirke. Auf diese Weise hat der Schädling weite Teile von Mecklenburg durchsetzt, bedroht schwer die Gebirgslagen des Thüringer Waldes, breitet sich langsam in Brandenburg aus und sickert zur Zeit in die Kartoffelbaugebiete von Sachsen und Sachsen-Anhalt ein. In welcher Zeit und in welchem Ausmaß aus Verbreitungsgebieten Schadgebiete werden, entscheidet in erster Linie die Stellung der Kartoffel in der Fruchtfolge, wofür von Standort zu Standort betriebswirtschaftliche, klimatische und edaphische Gründe maßgeblich sein können. Das Schadgebiet in Thüringen beruht auf der dominierenden Rolle der Kartoffel im Haushalt der Gebirgsbewohner und der ökologischen Anpassungsfähigkeit der Pflanze. Demgegenüber ist trotz flächenmäßig größerer Ausdehnung Mecklenburg nur als endemisches Verbreitungsgebiet mit lokalen Schadstellen zu betrachten.

Die unbefriedigenden Ergebnisse der direkten Nematodenbekämpfung durch Bodenentseuchungsmittel in aller Welt lassen zur Zeit trotz der gelegentlich überraschenden Erhöhung des Ernteertrages im Behandlungsjahr durch den Mangel einer zu geringen Dezimierung der Zysten, das Fehlen einer Dauerwirkung und die Höhe der Kosten keine ernsthafte Hilfe von dieser Seite erwarten. Es ist daher klar, daß man überall der administrativen Seite der Abwehr zur Minderung der Schäden wieder erhöhte Bedeutung beimißt. So ist auch in der DDR in diesem Jahr durch eine Reihe von Maßnahmen versucht worden, die Wege der Verbreitung der Seuche besser als bisher unter Kontrolle zu bekommen und eine Reihe von Lücken zu schließen, die seit langem zwischen den Einzelmaßnahmen klafften.

Zunächst erschien es notwendig, die Saaten a u e r k e n n u n g schlagkräftiger zu gestalten. Ihre Bestimmungen bezogen sich für den Kartoffelnematoden bisher auf den ganzen Betrieb. Der Besichtigter hatte die Anerkennung zu versagen, wenn im Betrieb schlechthin Kartoffelnematoden auftraten. Als Sicherheitsbezirk war darüber hinaus auch noch jenseits einer

etwaigen Betriebsgrenze ein Umkreis von 200 m um den besichtigten Bestand für den Befund maßgeblich. Bei der Änderung dieser Bestimmung sind wir von der Überlegung ausgegangen, daß wohl nur in seltenen Fällen ein Anerkenner Zeit und Gelegenheit hat, sich mit ausreichender Genauigkeit über diesen Tatbestand zu vergewissern. Es ist vielmehr anzunehmen, daß er in der Regel vor der Besichtigung nicht einmal ahnt, ob er sich in einer verseuchten Gemeinde befindet oder nicht, und daß es seit jeher ein Zufall ist, wenn im besichtigten Bestand die durch äußere Merkmale erst im fortgeschrittenen Zustand gekennzeichneten Nematodenstellen überhaupt gefunden werden. Daher ist in der „Grundregel“ von 1951 der Verantwortungsbereich des Anerkenners auf den zu besichtigenden Bestand beschränkt worden. Der Besichtigter ist verpflichtet, die Anerkennung zu versagen, wenn er bei Probenahmen Nematoden feststellt oder wenn seine Ermittlungen ergeben, daß das Feld als verseucht bekannt ist. Aus diesem Grunde ist er vor der Besichtigung veranlaßt, bei den Bürgermeistern der Gemeinden nematodengefährdeter Gebiete Erkundigungen einzuholen, die sich auf die örtliche Nematodenverbreitung beziehen. Sinngemäß ist in diesen Gebieten jeder Bürgermeister verpflichtet, unter Kontrolle der zuständigen Pflanzenschutzstellen eine diesbezügliche Flurkartei zu führen, die eine Skizze der nematodenverseuchten Feldteile enthält. Als weitere Sicherung enthält die „Grundregel“ die Bestimmung, daß eine bereits ausgesprochene Anerkennung für ungültig erklärt werden muß, wenn bei nachträglichen Feldbesichtigungen, Mietenkontrollen oder Untersuchungen von Knollenproben Kartoffelnematoden festgestellt werden.

Als nächste, vorbeugende Maßnahme ist für den Winter 1951/52 für Mecklenburg und Sachsen-Anhalt auf Landesinitiative eine Untersuchungsaktion von Erdproben vorgesehen, die zunächst die für den Anbau von höheren Pflanzgutvermehrungsstufen eingepflanzten Bodenflächen aller Großbetriebe vor der Pflanzung auf Gehalt an Nematodenzysten überprüfen wird, um verseuchte Felder von vornherein von der Kartoffelvermehrung auszuschließen. Bei Fortsetzung der Aktion in anderen Ländern wird so allmählich ein klares Bild von der tatsächlichen Verseuchungsbreite gewonnen werden, das allen anderen Maßnahmen zugute kommen wird.

In unmittelbarem Zusammenhang mit diesen Absichten steht eine im September 1951 verfügte Anweisung des Staatssekretariats für Erfassung und Aufkauf landwirtschaftlicher Erzeugnisse über den Handelsverkehr mit Kartoffeln. Erstmals heißt es dort in den Erläuterungen über die Beurteilung von Mängeln bei Pflanzkartoffeln: „Bei Transporten aus nematodenverseuchten Gebieten ist der Erdbesatz der Ware in mehreren Probenahmen (mindestens 5) zu je 100 cm durch Aufschwemmung in Wasser und Lagenuntersuchung auf das Vorhandensein von Kartoffelnematodenzysten zu überprüfen. Werden in einer dieser Proben mehr als 10 Zysten gefunden, ist die Ladung von der Verwendung als Pflanzgut auszuschließen.“ — Die hier genannte Grenzzahl ist als provisorisch anzusehen. Sie bedeutet, daß je Prozent Erdbesatz der Ladung etwa 1 Zyste auf 10 qm Bodenfläche ausgelegt werden könnte, wenn an den Knollen noch die gleiche Anzahl Zysten vorhanden ist wie in dem Erdrückstand. Es ist beabsichtigt, die Grenzzahl herabzusetzen, wenn im Laufe der Zeit ein genauerer Überblick über den effektiven Zystenbesatz von Pflanzguttransporten gewonnen worden ist.

Schließlich ist zur Ablösung und Ergänzung bestehender Landesverordnungen eine staatliche Verordnung zur Nematodenbekämpfung vorgesehen, die für alle Nutzungsberechtigten von Kartoffel- und Tomatenflächen im wesentlichen folgende Punkte enthalten wird:

1. Meldepflicht von Nematodenauftreten über den Rat der Gemeinden und Kreise an das Pflanzenschutzamt und die Biologische Zentralanstalt.
2. Flurkarteiführung der Bürgermeister verseuchter Gemeinden über die örtliche Nematodenverbreitung.
3. Anbausperrre für Kartoffeln und Tomaten auf 5 Jahre für Flurteile, Betriebe oder Gemeinden bei erkennbaren Kartoffelnematodenschäden im Bestand oder entsprechender Bodenverseuchung.
4. Keine Pflanzgutverwendung von Kartoffeln, keine Abgabe von bewurzeltem Pflanzgut aller Art, von verseuchten Flächen.
5. Auf allen nichtverseuchten Flächen Kartoffel- bzw. Tomatenanbau nur in mindestens dreifeldriger Fruchtfolge.
6. Einmietung von Kartoffeln nur auf Flächen, die mindestens 2 Jahre frei von Kartoffeln waren.

Durch eine Organisation, die Teile dieser Verordnung (Sperrung von Flächen, Flurzwang zu Dreifelderwirtschaft u. a. Beschränkungen) schon enthält, hat vor allem Thüringen in den letzten Jahren gute Fortschritte in der Milderung seiner Nematodenschäden erzielt, die allgemeine Anerkennung gefunden haben. Wir sind daher überzeugt, daß es im Laufe der Zeit auch gelingen muß, der Plage auf breiter Basis Herr zu werden und die Schäden auf ein Minimum herabzudrücken, selbst unter der Voraussetzung, im Kartoffelnematoden einen endemischen Schädling zu sehen, dessen Ausbreitungsgebiet langsam, aber unaufhaltsam noch wachsen wird. Ohne den Wert der weiteren Erforschung spezifisch nematozider Präparate schmälern zu wollen, wird die wichtigste und wirkungsvollste Abwehr wohl noch auf lange Sicht von solchen Maßnahmen der inneren Quarantäne kommen, die Anbau, Nutzung und Handelsverkehr der Wirtspflanzen in einer so scharfen, aber koordinierten Weise überwachen, wie es nur die beste Zusammenarbeit aller maßgeblichen Stellen, nicht zuletzt auch in der Beratung und Betreuung der Betroffenen, möglich machen kann.

Regierungsrat Dr. H. P a p e ,

Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenbau, Kitzberg bei Kiel

Erfahrungen mit der Heißwasserbeizung von Maiblumenkeimen

Von deutschen gärtnerischen Erzeugnissen sind Maiblumentreibkeime einer der wichtigsten Ausfuhrartikel. Die zur Ausfuhr gelangenden Maiblumenkeime müssen von allerbesten Qualität und völlig gesund sein. Im ganzen haben die deutschen Maiblumenkeime diese Bedingungen bisher in hervorragender Weise erfüllt. Im vergangenen Jahr sind nun von den Einfuhrbehörden der Vereinigten Staaten von Nordamerika Sendungen von Maiblumenkeimen aus dem Lübecker Erzeugungsgebiet zurückgewiesen worden, in denen lebende Zysten des Kartoffelälchens (*Heterodera rostochiensis* Wr.)

gefunden worden sind, des bekannten Parasiten der Kartoffel, der Maiblumen selbst nicht befällt, aber an diesen gewissermaßen als Verunreinigung vorhanden sein kann, wenn die Maiblumen auf älchenverseuchtem Kartoffelland angebaut worden sind.

Auf Grund dieses Vorkommnisses haben die amerikanischen Behörden im Jahre 1950 ein Einfuhrverbot für Maiblumenkeime aus dem Gebiet Hamburg-Lübeck-Holstein erlassen mit dem Zusatz, daß eine Aufhebung dieses Verbotes erst erfolgen könnte, wenn eine voll wirksame Entseuchung der Keime gelingen würde. Die amerikanischen Stellen teilten gleichzeitig mit, daß eine Begasung der Keime mit Methylbromid oder eine Behandlung mit Parathion unbefriedigend sei. Dagegen könne durch halbstündiges Eintauchen der Keime in Wasser von 49° C eine Abtötung der Zysten erreicht werden. Die Vornahme dieser Behandlung an den zum Export kommenden Keimen vor dem Versand unter Überwachung durch USA-Sachverständige würden die amerikanischen amtlichen Stellen als ausreichend anerkennen, d. h. so behandelte Keime zur Einfuhr zulassen. Sie schlugen daher den Exporteuren die Durchführung eines solchen Heißwasserbades vor, wobei sie allerdings gleichzeitig darauf aufmerksam machten, daß keinerlei Erfahrungen darüber vorlägen, ob die Maiblumenkeime, wenn sie anschließend zum Versand eingefroren würden, diese Behandlung ohne Schaden aushalten würden.

Bei den Maiblumenanbauern Schleswig-Holsteins und den Exporteuren schleswig-holsteinischer Maiblumenkeime rief dieses Einfuhrverbot bzw. diese Einfuhrbedingung beträchtliche Beunruhigung hervor. Man war sich sofort klar über das große Risiko, das — abgesehen von der Erhöhung der Produktionskosten — mit der Durchführung der vorgeschlagenen Heißwasserbehandlung zu übernehmen war. Die meisten Praktiker bezweifelten, daß die Maiblumenkeime ein halbstündiges Eintauchen in Wasser von 49° C vertragen würden. Sie wandten sich an die Fachwissenschaft und baten diese um Stellungnahme und Aufklärung.

Wie festgestellt werden mußte, lagen nur sehr wenige Erfahrungen über Heißwasserbeizung von Maiblumenkeimen vor. (Das bei der Frühreiberei der Maiblumenkeime in der Praxis seit langem gebräuchliche Warmwasserbad, bei dem die Maiblumenkeime vor dem Treiben über Nacht in Wasser von etwa 35° C gelegt werden, eine Temperatur, durch die eine Abtötung der in Frage kommenden Schadorganismen nicht erreicht werden kann, bleibt hier unberücksichtigt.) Aus der Literatur ist nur ein Heißwasserbeizversuch bekannt, der in Holland im Jahre 1919 zur Bekämpfung des Wiesenälchens (*Pratylenchus pratensis* de Man) an zur Ausfuhr bestimmten Maiblumenkeimen durchgeführt wurde und ergab, daß durch halbstündiges Eintauchen der Keime in Wasser von 47° C die Älchen zwar abgetötet, die Keime aber für den Versand untauglich wurden (s. Verslag over de werkzaamheden van den Phytopatholog. Dienst in het jaar 1919. Wageningen 1920).

Über die unveröffentlichten Ergebnisse von Heißwasserbeizversuchen an Maiblumenkeimen mit Temperaturen bis zu 50° C, die kurz vor dem zweiten Weltkrieg von Goffart zur Bekämpfung des Wiesenälchens und gleichzeitig von mir gegen den Pilz des „Schwarzwerdens“ der Maiblumenkeime (*Sclerotium denigrans* Pape) an der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt durchgeführt wurden, kann aus der Erinnerung — die Versuchs-

protokolle gingen durch Kriegseinwirkung verloren — nur noch so viel gesagt werden, daß Wassertemperaturen von 46°C an aufwärts die Blühfähigkeit der Maiblumenkeime zu beeinträchtigen schienen.

Bei dieser unserer geringen und lückenhaften Kenntnis der Wirkung der Heißwasserbeizung auf die Maiblumenkeime erschien es dringend notwendig, das von den amerikanischen Stellen vorgeschlagene Verfahren daraufhin zu

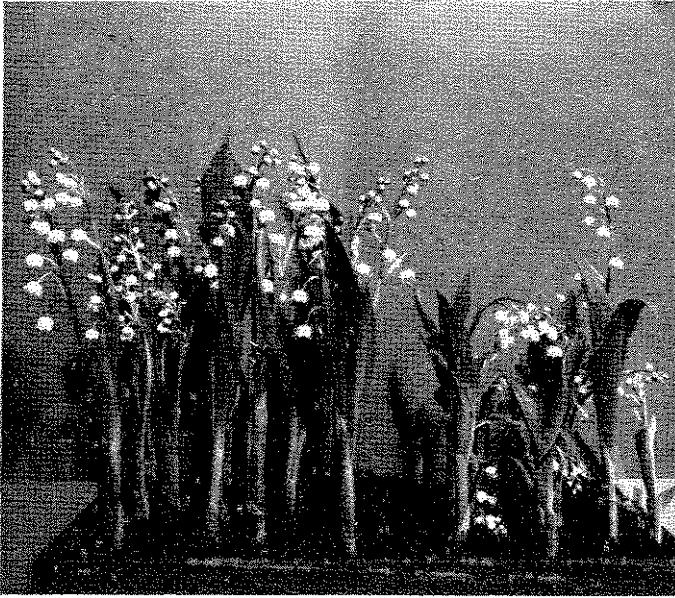


Abb. 1. Ergebnis eines Treibversuches mit Maiblumenkeimen von leichtem Boden.

Links: Keime unbehandelt.

Rechts: Keime Mitte Dezember 1950 einer Heißwasserbeize (49°C , 30 Minuten) unterzogen.
(Keime zum Treiben angesetzt am 12. 1. 1951, Aufnahme am 1. 3. 1951.)

prüfen, ob es die Maiblumenkeime schädigte. Es wurde daher von mir ab Mitte Dezember 1950 eine Reihe von Versuchen mit im Herbst 1950 geernteten Maiblumenkeimen angesetzt und während des Winters 1950/51 durchgeführt, über die hier kurz berichtet sei:

Für die Versuche standen Maiblumenkeime vier verschiedener Herkunft zur Verfügung, von denen eine von mittelschwerem und drei von leichtem Boden stammten. In der Mehrzahl der Versuche betrug entsprechend dem Vorschlag der amerikanischen Stellen die Heißwasserbadtemperatur 49°C und die Beizezeit $\frac{1}{2}$ Stunde; in einem dieser Versuche wurde die Beizezeit auf 50 Minuten ausgedehnt. Einige Versuche wurden auch mit Heißwasserbadtemperaturen von 47° und 51°C (bei Beizezeiten von $\frac{1}{2}$ Stunde) durchgeführt. Die Behandlungen wurden zu verschiedenen Zeiten vorgenommen, und zwar Mitte Dezember, in der ersten Januarhälfte, Anfang März und im ersten Drittel des April. Außerdem wurden die Maiblumenkeime nach der Beizung

im Gefrierraum¹⁾ verschieden lange Zeit gelagert, bis sie zum Treiben angesetzt wurden.

Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt angeben:

1. Allgemein ist festzustellen, daß die Heißwasserbeizung die Maiblumenkeime in allen Fällen schädigte. Die Treib- und Blühfähigkeit der behandelten Keime war gegenüber der der unbehandelten stets herabgesetzt (s. Abb. 1).

So ergaben z. B. in einem Fall

| | | |
|--------------------|----------|-----------------------------|
| behandelte Keime | 40—52 % | gute, verkaufsfähige Blumen |
| unbehandelte Keime | 96—100 % | gute, verkaufsfähige Blumen |

oder in einem anderen Fall

| | | |
|--------------------|---------|-----------------------------|
| behandelte Keime | 10—12 % | gute, verkaufsfähige Blumen |
| unbehandelte Keime | 76—80 % | gute, verkaufsfähige Blumen |

Die Faserwurzeln und z. T. auch die Rhizome der gebeizten Maiblumenkeime waren bei Abschluß der Treibversuche nach Herausnahme aus den Treibkästen dunkelbraun verfärbt und mehr oder weniger faulig, während die der ungebeizten hell, fest und gesund waren. Die Schädigung war verschieden stark je nach dem Zeitpunkt der Beizung, der Dauer der Lagerung der Keime im Gefrierraum im Anschluß an die Beizung und der Herkunft der Keime.

2. Je später die Heißwasserbeizung in der Jahreszeit erfolgte, desto mehr wurden die Keime geschädigt.

So ergaben

| | | |
|--------------------------------|---------|-------------|
| am 13. Dezember gebeizte Keime | 40—52 % | gute Blumen |
| am 11. Januar gebeizte Keime | 10—12 % | gute Blumen |
| am 6. März gebeizte Keime | 0 % | gute Blumen |

3. Je länger nach der Heißwasserbeizung die Keime im Gefrierraum gelagert wurden, desto größer war der Ausfall.

So ergaben

| | | |
|--------------------------|---------|-------------|
| 29 Tage gelagerte Keime | 40—52 % | gute Blumen |
| 83 Tage gelagerte Keime | 24—28 % | gute Blumen |
| 109 Tage gelagerte Keime | 0 % | gute Blumen |

4. Von leichteren Böden stammende Maiblumenkeime schienen mehr geschädigt zu werden als von schwereren Böden stammende.
5. Schon Unterschiede von 2° C in der Heißwasserbadtemperatur und eine Überschreitung der Beizdauer um einige Minuten wirkten sich merklich im Grad der Schädigung der Keime aus. So war bei 1½stündiger Beizdauer die Schädigung z. B. bei Erhöhung der Wassertemperatur auf 51° C erheblich stärker, bei Herabsetzung auf 47° C deutlich geringer als bei 49° C. Wurde bei 49° C Wassertemperatur die Beizdauer auf 50 Minuten ausgedehnt, war die Schädigung sichtlich größer als bei einer Beizdauer von 30 Minuten.

¹⁾ In dem benutzten Gefrierraum sank bzw. stieg die Temperatur in 7tägigen Zeiträumen periodisch von 2° C auf —5° C bzw. von —5° C auf 2° C.

Die Versuche haben also ergeben, daß die von den amerikanischen Stellen vorgeschlagene Heißwasserbeizung zu erheblichen Schädigungen der Maiblumenkeime führt und daher in der Praxis nicht angewandt werden kann. Ein von einer am Maiblumenkeimexport besonders interessierten Hamburger Großgärtnerei im November 1950 nach den amerikanischen Vorschlägen durchgeführter Heißwasserbeizversuch mit 200000 Maiblumenkeimen, die nach der Behandlung eingefroren nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika geschickt und dort getrieben wurden, brachte ebenfalls einen Mißerfolg, da das in Amerika festgestellte Treibergebnis schlecht war. —

Nachdem sich somit die von den Amerikanern vorgeschlagene Heißwasserbehandlung wegen ihrer nachteiligen Wirkung auf die Maiblumenkeime als ungeeignet erwiesen hat und es sonstige für die Praxis geeignete Entseuchungsverfahren bisher nicht gibt, muß ein anderer Weg beschritten werden, um zu erreichen, daß die zur Ausfuhr gelangenden Maiblumenkeime frei von Kartoffelnematodenzysten sind. Der hier zu gehende Weg könnte der sein, daß zum Export künftig nur Maiblumenkeime von Böden kommen, die auf Grund der Untersuchung des Pflanzenschutzamtes frei von Kartoffelälchen gefunden wurden und daß auch nur für solche Herkünfte Ausfuhrzeugnisse ausgestellt werden. Von der Pflanzenschutzbezirksstelle Lübeck ist in dieser Richtung durch systematische Untersuchung der Maiblumenanbauflächen um Lübeck auf Kartoffelnematoden schon vorbildlich gute Arbeit geleistet worden. Es bleibt zu wünschen und zu hoffen, daß auch die amerikanischen Stellen diesen Weg als gangbar ansehen und uns auf ihm entgegenkommen.

Diskussion zu den Nematodenvorträgen:

Lüdecke berichtet, daß er Gelegenheit hatte, seinerzeit an verschiedenen Fruchtfolgearten den Besatz mit Rübenematodenzysten zu prüfen. Es handelte sich um 1-, 2-, 3- und 4-Felderwirtschaften. Die Laufzeit der Fruchtfolge betrug 25 Jahre. Auffallend war, daß der stärkste Besatz nicht bei der 2-Felder-, sondern bei der 4-Felderwirtschaft festgestellt wurde. Es scheint sehr bedenklich, daß nach einer Fruchtfolge von 4 Jahren der Besatz in keiner Weise gemindert, sondern sogar sehr stark geworden ist. Es sei notwendig, nicht nur 4 Jahre mit dem Rübenbau auszusetzen, sondern viel längere Zeit, nämlich mindestens 8 Jahre.

Böning bemerkt, daß auch beim Auftreten von Kleesälchen ein langjähriger (bis neunjähriger) Fruchtwechsel notwendig sei.

Oostenbrink fügt hinzu, daß auch die Anzahl der Wirtspflanzen von großer Wichtigkeit sei.

Rademacher betont, es gäbe auf bestimmten Böden ein Optimum des Nematodenbefalls, manches spreche auch dafür, daß gewisse Nematoden wuchsstoffähnliche Stoffe ausscheiden, so Roggen- und Wurzelälchen. Das äußere Krankheitsbild bei Stengelälchenbefall erinnere mitunter sehr an die Symptome, die durch Überdosierung von Wuchshormonen (z. B. bei der Unkrautbekämpfung mit Hormonmitteln) entstehen.

Forstschutz

Forstmeister Dr. Dr. G. Wellenstein,

Forstschutzstelle Südwest, Ringingen

Neue Wege zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit in der forstlichen Schädlingsbekämpfung

Die deutsche Forstwirtschaft hat durch den zweiten Weltkrieg 22 % ihrer Produktionsfläche und seit 1933 nahezu 50 % ihres Holzvorrats verloren. Gleichzeitig ist der Holzbedarf ungewöhnlich angestiegen. Große Anstrengungen auf allen forstlichen Teilgebieten sind nötig, um diese gefährliche Krise zu überwinden. In solcher Zeit gewinnt der Forstschutz erhöhte Bedeutung. Sie wird besonders unterstrichen durch die Tatsache, daß wir in Feld und Wald unter einer ständig wachsenden Insektengefahr leiden.

So haben z. B. Forleule und Kiefernspanner in den letzten 70 Jahren 17mal mehr Waldfläche verwüstet als in dem gleichen vorhergehenden Zeitraum. Wir kennen nicht wenig Reviere, in denen Raupenvermehrungen in kurzer Folge die Bestände heimsuchen und die Wirtschaft weitgehend bestimmen. In jüngster Zeit haben uns besonders forstschädliche Käfer zu schaffen gemacht. Es sei an die gewaltige Borkenkäferplage erinnert, die allein in Mitteleuropa etwa 30 Millionen fm Holz zum Absterben gebracht hat und in deren Gefolge vielerorts kulturzerstörende Rüssel- und Bastkäfer auftraten. Auch die Engerlingsschäden sind sehr fühlbar und neuerdings beunruhigt uns eine Massenvermehrung der Buchen- und Eichenprachtkäfer, die allein in Württemberg-Hohenzollern rund 0,5 Millionen fm Holz befallen haben, das zur Vermeidung einer weiteren Käferausbreitung und Wertminderung durch Pilze zum größten Teil eingeschlagen werden muß.

Wenn sich die Forstleute auch mehr denn je bemühen, die großen Reinbestandskomplexe in ungleichaltrige Bestände bzw. Mischwaldflächen aufzulösen, und damit die Voraussetzungen für ein pathologisches Insektenauftreten beseitigt werden, so erfordert dieser Umstellungsprozeß doch Jahrzehnte. Wir können also auch im Walde auf die moderne Pflanzenschutztechnik nicht verzichten. Diese aber unterliegt, wie alle anderen Maßnahmen, heute dem zwingenden Gesetz der Rentabilität! Die straffe Organisation der deutschen Forstverwaltungen gestattet eine schnelle Durchführung aller zur Leistungssteigerung erforderlichen Richtlinien. Hier fällt gerade den Forstschutzstellen, als den Bindegliedern zwischen Wissenschaft und Praxis, die Aufgabe zu, durch eigene Grundlagenforschung und Auswertung der Literatur den Forstämtern die z. Z. sichersten und preisgünstigsten Verfahren zu empfehlen. Die wirtschaftlichen Auswirkungen dieser Beratungstätigkeit seien nunmehr an einigen Beispielen gezeigt:

In zwei Jahren Borkenkäferbekämpfung wurden allein in Württemberg-Hohenzollern, Südbaden und dem Reg.-Bezirk Trier 596 t Berührungsgift und 235 t Kalkarsenat im Werte von fast 1 Million DM verbraucht. Es leuchtet ein, daß bei derartig großen Giftmengen preisgünstiger Einkauf und sparsamer.

richtig gelenkter Einsatz den Gesamtkostenaufwand einer Verwaltung entscheidend bestimmen.

Nachdem wir auch in der Forstwirtschaft die alten mechanischen Methoden weitgehend durch chemische Bekämpfungsmaßnahmen ersetzt haben, liegt der Schwerpunkt in der richtigen Auswahl und Anwendung der vielen von der Biologischen Bundesanstalt anerkannten Mittel.

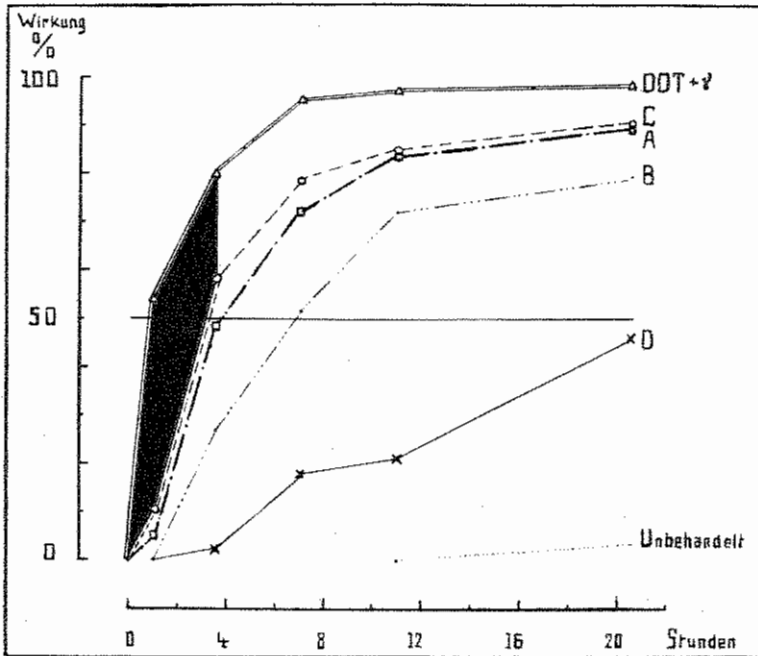


Abb. 1

Abb. 1 zeigt beispielsweise das Prüfungsergebnis verschiedener Roh-Hexa-Stäube (A—D) in zwei Testungen mit je 34 Malikäfern pro Giftmittel. Es handelt sich um anerkannte Präparate, die kurz vor einer größeren Bekämpfungsaktion unmittelbar von den Firmen bezogen wurden. Die im Labor und Freiland gefundenen Wirkungsunterschiede sind beträchtlich. Da ein solcher Leistungsabfall bei länger lagernden Hexa-Mitteln noch mehr zu erwarten ist, lohnt es sich immer, den Einkauf größerer Giftmengen von einer vorherigen Prüfung abhängig zu machen.

Eine solche Untersuchung erstreckt sich auch auf die Schwebefähigkeit der Stäube- bzw. Spritzmittel, ihre chemische Entmischbarkeit und ihr Haftvermögen. Gerade letztgenanntes spielt im Walde eine besondere Rolle, weil unsere schädlichen Käfer oft eine wochenlange Flugzeit haben. Präparate mit der längsten Wirkungsdauer — also z. Z. die verrauch- oder versprühbaren DDT-Hexa-Mischgifte — ersparen uns unter Umständen einen zweiten Arbeitsgang, erhöhen aber immer die Betriebssicherheit. Die Dauerwirkung wird im

kombinierten Labor-Freilandversuch geprüft: Mehrere mit demselben Präparat behandelte Pflanzen werden in gewissen Zeitabständen aus dem Walde geholt, wo sie allen natürlichen Einflüssen unterlagen, und im Institut mit durchweg 33 Testtieren besetzt. Abb. 2 zeigt das Ergebnis einer solchen Prüfung am großen braunen Rüsselkäfer. Es ist nicht nur für die Herstellerfirmen aufschlußreich, sondern auch für die Praxis entscheidend wichtig, wie nachstehende Mitteilungen verdeutlichen:

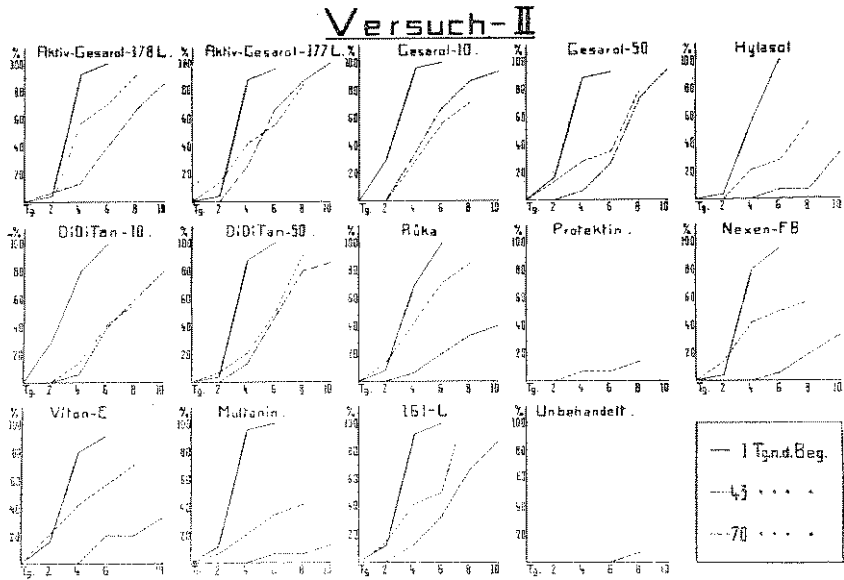


Abb. 2. Wirkungskurven der verschiedenen Gifte im jeweils 10tägigen Zuchtversuch (I, 43 und 70 Tage nach der Spritzung im Walde)

In den Reg.-Bez. Koblenz und Trier sowie in Württemberg-Hohenzollern wurden 1950 und 1951 insgesamt ca. 15000 ha Jungkulturen mindestens einmal gegen Rüsselkäferfraß mit Chemikalien geschützt. In Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen erfolgte dieselbe Abwehr 1950 nach 7 grundverschiedenen Methoden, darunter waren 4 chemische mit 22 Präparaten! Die Kosten schwankten zwischen 5 und 46 DM je ha (1), ein Beweis, wie notwendig es ist, sich auf ein oder zwei der wirtschaftlichsten Verfahren zu beschränken, wie dies in Bayern und Südwestdeutschland seit 1949 geschieht. Ohne den Bekämpfungserfolg zu gefährden, können dadurch dem Waldbesitzer tausende von Mark gespart werden!

Es ist aber nicht damit getan, die Anwendungsverfahren zu verbessern, sondern es muß auch ihre richtige Durchführung in der Praxis erreicht werden. Hierbei zeigten sich örtliche Beratungen den schriftlichen Anweisungen weit überlegen. Beim Beschreiten neuer Wege leiten uns folgende Gesichtspunkte: Die Bekämpfungstechnik soll einfach, jedem Waldarbeiter einleuchtend.

ungefährlich und billig sein. Aus diesem Grund ist Frauenarbeit erwünschter: sie geschieht durchweg zuverlässiger und ist billiger als Männereinsatz. Zur Vermeidung waldhygienischer Schäden ist möglichst eine der Biologie angepasste Punktbegiftung der Großflächenbehandlung vorzuziehen. Diesen Wünschen kommt z. B. die Verwendung von F l i t s p r i t z e n beim Ausbringen flüssiger Wildverbissmittel und die S c h u t z t a u c h u n g sehr entgegen:

Vor dem Aussetzen werden die jungen Nadelhölzer vollständig in 1%ige Giftbrühe getaucht und dadurch für mehrere Wochen gegen Rüsselkäfer, Bastkäfer und Engerlinge geschützt. Hierfür kommen vorerst nur die Mischgifte in Frage, weil sie neben ihrer langen chemischen Wirkungsdauer und großen Haftfähigkeit auch unschädlich für die Pflanzenwurzeln sind. Unsere diesbezüglichen Testungen mit je 60 Käfern ergaben innerhalb von 8 Zuchttagen an den vor 6 Wochen getauchten Fichten eine 100%ige Lähmung, während die unbehandelte Vergleichszucht nur eine 10%ige Schädigung aufwies. Der Fraß war an den unbehandelten Pflanzen in derselben Zeit dreimal stärker als an den getauchten.

Dieses neuartige Schutzverfahren ist eine typische Frauenarbeit, während das Hantieren mit den schweren Rückenspritzen nur Männern zugemutet werden kann. Die neuerdings als Ersatz für die Rückenspritzen empfohlene Verwendung von Gifflaschen mit siebartig durchlöcherterem Korken (2) bzw. das Bepinseln der Pflanzen vermag zwar die Männerarbeit zu umgehen, ist aber wegen des ständigen Bückens anstrengend und zeitraubend. Uns scheint deshalb für neue Kulturen die Schutztauchung, für bereits ausgepflanzte Nadelhölzer die Schutzspritzung mittels Rückenspritze, Zangendüse, 0,6 mm weiten Düsenplättchen und Druckhebelverschluss das wirtschaftlichste Verfahren zur R ü s s e l k ä f e r b e k ä m p f u n g zu sein. Es kostet bei der Tauchung 4 bis 5 DM, bei der Spritzung 22—25 DM je ha. Demgegenüber besitzt das Auslegen von Fangrinde, -reisig und -knüppeln nur eine Berechtigung als Kontrollverfahren; es ist keine sichere Bekämpfungsmethode, auch nicht, wenn man die Fangstellen vergiftet (3), weil erfahrungsgemäß durchweg nur 75% aller Käfer angelockt werden, bei starkem Besatz also die überlebenden ausreichen, um die Kulturen zu vernichten.

Im Gegensatz zur Auffassung mancher Kollegen des landwirtschaftlichen Pflanzenschutzes sehen wir Forstleute noch immer große Möglichkeiten für eine sichere M a i k ä f e r b e k ä m p f u n g im Hauptflugjahr durch Ausstäuben bzw. Ausnebeln von Giften. Je geschlossener die Waldgebiete sind, je sorgfältiger das tägliche Beobachten der Anflugfronten erfolgt, um so wirksamer arbeitet diese Methode. So gelang es z. B. 1951 in dem Pfälzer Bienwald durch eine Großbekämpfung auf ca. 8000 ha den Besatz auf durchschnittlich 1,9 Jungengerlinge je qm zu senken. 37% der 1343 Probegrabungen waren befallsfrei, nur in 6% wurde die Zahl von 5 Engerlingen je qm überschritten. Während bei den Rohhexa-Stäuben ein dreimaliger Arbeitsgang auf derselben Fläche notwendig war, um die gesamte Käferpopulation zu fassen, genügte beim Aktiv-Gesarolstaub infolge seiner längeren chemischen Wirkungsdauer ein 1—2maliger Arbeitsgang. Zur Bodenbehandlung hat sich in demselben Waldgebiet das ungereinigte Forstrapidin als pflanzenunschädlich und sogar gegen ausgewachsene Engerlinge vollwirksam erwiesen, wenn man 5 g in jeden Setzspalt einstreut.

Abschließend sei noch über die Borkenkäferbekämpfung gesprochen: Die Umstellung vom rein mechanischen Verfahren des Holzeinschlags, Entrindens und Rindeverbrennens zur zusätzlichen chemischen Bekämpfung hat bei geringfügiger Erhöhung der Kosten Arbeiterleichterungen gebracht, die besonders in Hauptbefallsgebieten sehr fühlbar geworden sind: Das Bestäuben der frisch geschälten Stämme mit einem Berührungsgift hat ein Verbrennen der Rinde überflüssig gemacht und damit durchweg 15 Arbeitsminuten je fm eingespart, ganz abgesehen vom Wegfall der Brandgefahr bei trocken-heißem Wetter. Das Spritzen der Stöcke im Frühjahr sowie der Fang- und Brutbäume in der ganzen Vegetationszeit mit 5 %igem Kalkarsenat hat im Verlauf von 1—3. Monaten sämtliche Käfer samt Brut in den Stämmen getötet. Dadurch erübrigte sich das sofortige Entrinden, Bestäuben oder Verbrennen der Käferrinde und wurden 45 Arbeitsminuten je fm eingespart. Darüber hinaus gestattete die radikale Wirkung des Kalkarsens, die Fangholzmasse um das Fünffache zu senken. Trotz dieser fühlbaren Fortschritte blieb aber als größte Schwierigkeit das Gebot einer schnellen Fällung und Entseuchung der Käferbäume bestehen. Auch eine vorbeugende Vernebelung gefährdeter Waldbestände war hierfür kein vollwertiger Ersatz. Es lag deshalb der keineswegs neue Gedanke nahe, lösliche Gifte in den aufsteigenden Saftstrom der Bäume zu leiten, um dadurch alle schädlichen Insekten bzw. Pilze zu vernichten.

Unsere diesbezüglichen Versuche gehen bis auf das Jahr 1946 zurück. Aber erst im Juni 1948 gelang meinem Mitarbeiter, Herrn Oberförster Schüler, durch ringförmiges Entfernen der Rinde in Mannshöhe und allseitiges Bestreichen des frischen Splintholzes mit Osmolit-Paste die Abtötung der Borkenkäfer in stehenden Fichten. Seit dieser Zeit haben wir viele hundert Stämme mit den verschiedensten Giften und Anwendungsformen behandelt. Da es uns zunächst darauf ankam, die sofortige Fällung bereits käferbesetzter Bäume und den hohen Giftaufwand von 12—17 Liter je fm bei der Arsenspritzung zu umgehen, haben wir auf eine Erhaltung der an sich todgeweihten Bäume keinen Wert gelegt, sondern dies erst als zweiten Entwicklungsschritt angesehen. Dementsprechend wurde von uns überwiegend mit der Ringelung gearbeitet, und zwar sowohl mit der durch Olpapierbandage geschützten Giftpackung, als auch dem Anstrich hochkonzentrierter flüssiger Gifte auf das frische Splintholz. Aus der Überlegung, daß die Giftmenge der Höhe und Dicke des Baumes angepaßt werden muß, wählten wir innerhalb derselben Gifte verschiedene Konzentrationen bzw. Dosierungen, z. B.: zweimaliger Anstrich mit zusammen 70 ccm Natriumarsenitlösung je Stamm 10 %, 20 %, 25 %, 33 %, sodann Bandagenpackung mit 18, 50, 150 und 250 g Natriumarsenitpulver. Diese Reihe entsprach einer Giftmenge von 7—250 g je Stamm. Hierbei zeigte sich, daß auch beim Vorhandensein fortgeschrittener Brutbilder in der warmen Jahreszeit bereits 20 g Natriumarsenit genügen, um eine 20 m hohe Fichte bis in den Wipfel hinreichend zu vergiften. Im Herbst sind dagegen 50 g nötig, weil die Schädlinge dann nicht mehr so viel fressen. Bereits 4 Tage nach der Behandlung werden frisch angebohrte Bäume von den Altkäfern verlassen, die sich sterbend am Stammfuß häufen. Bei fortgeschrittener Entwicklung reagieren die Jungkäfer in derselben Weise. Viele verenden aber auch in den Puppenwiegen und Muttergängen, welche sie sterbend aufsuchen (Abb. 3). Neuanfliegende Käfer sterben meist schon beim Einbohren, die Brut geht in ihren Fraßgängen zugrunde, deren gleichmäßige Breite auf die frühzeitige Wachstumsstörung schließen läßt (Abb. 4—6). Die Gifte gruppieren sich in ihrer Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit wie folgt:

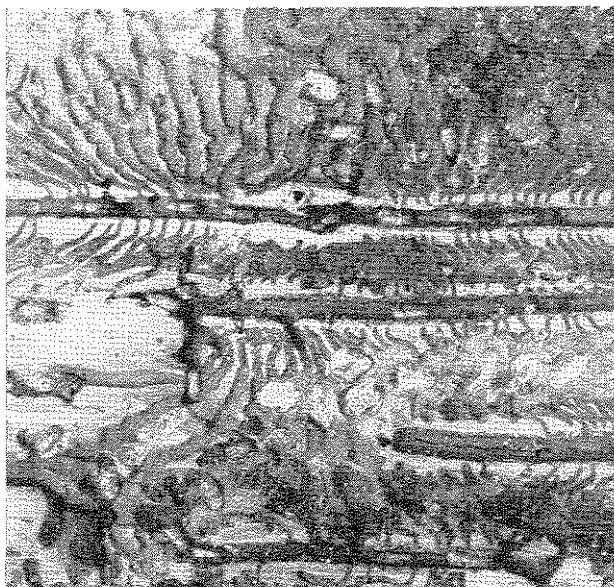


Abb. 3

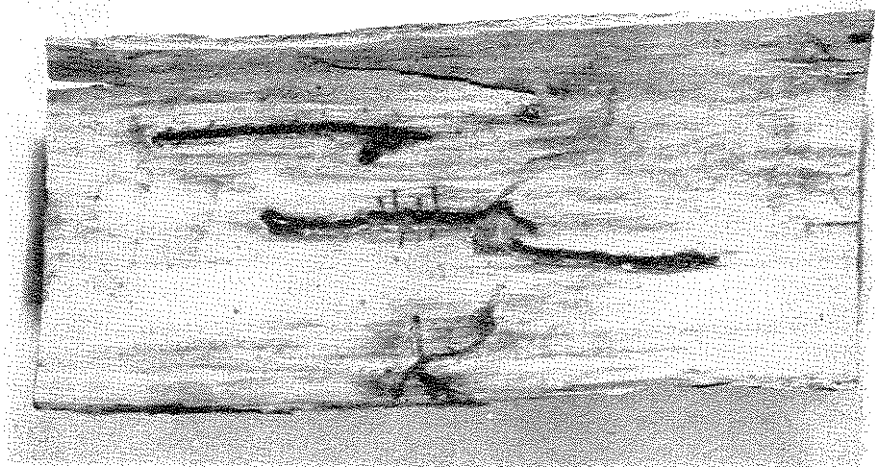


Abb. 4

| Nr. | Giftart | Mindestmenge | Preis |
|-----|----------------|--------------|---------|
| 1 | Na-Arsenit | 50 g | 0,11 DM |
| 2 | Albork mit As | 140 g | 0,22 DM |
| 3 | Na-Arsenat | 100 g | 0,26 DM |
| 4 | Na-Fluorid | 500 g | 0,95 DM |
| 5 | Kochsalz | 1000 g | 0,06 DM |
| 6 | Kalisalz (40%) | 1000 g | 0,10 DM |
| 7 | E 605 forte | 70 g | 5,00 DM |

Die wasserlöslichen Arsenverbindungen stehen also an der Spitze. Albork D ohne Arsen hat versagt. Natriumfluorid bedarf zum sicheren Erfolg leider einer hohen Dosierung und ist solange unwirtschaftlich, bis es gelingt, eine bessere Aufnahme durch den Baum zu erzielen. Die Brauchbarkeit von Kochsalz, Kalisalz und E 605 f ist noch nicht genügend geklärt. Das letztgenannte Mittel kommt schon wegen seines hohen Preises praktisch nicht in Betracht. Mit Kochsalzbandagen wurden im geschlossenen Bestand sehr gute Wirkungen erzielt; dem stehen schlechte Ergebnisse aus besonnenen Randstämmen gegenüber. An der Giftwirkung auf die Käfer und ihre Brut ist nach früheren Untersuchungen nicht zu zweifeln (4). Das Verfahren ist also vorerst nur auf der Arsenbasis praxisreif. Je nach benötigter Giftmenge ist Anstrich oder Packung zu wählen. Die Material- und Arbeitskosten beim erstgenannten Verfahren betragen ca. 30 Pfg. je Baum, bei der Bandage dagegen rd. 60 Pfg. Der Zeitaufwand liegt bei 5—10 Arbeitsminuten je Stamm. Die Wirtschaftlichkeit ist also um das Mehrfache größer als bei den bisher üblichen Entseuchungsverfahren (s. Tab.).

Borkenkäferbekämpfung

| Verfahren | Zeitaufwand | Kosten |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Entrinden und Verbrennen der Rinde | 65 Min. je fm | 1,50 DM je fm |
| Arsen-Hexa-Spritzung | 20 Min. je fm | 1,70 DM je fm |
| dreimal Stäuben | 30 Min. je fm | 2,00 DM je fm |
| Giftbandage | 10 Min. je fm | 0,60 DM je fm |
| Giftanstrich | 5 Min. je fm | 0,30 DM je fm |

Der Hauptvorteil aber liegt in der Umgehung eines sofortigen Einschlags des Käferholzes, für den in den Sommermonaten vielerorts keine Arbeitskräfte zu finden sind. Die Wirkung erfolgt offenbar über den aufsteigenden Saftstrom im Splintholz, zu dem die Gifte durch Osmose bzw. Diffusion vordringen. Die Bäume sterben infolge Totalvergiftung ihrer Wachstumszone ab. Die Rinde löst sich nach mehreren Wochen leicht, das Holz trocknet ohne Schwinderisse und ohne schädliche Verpilzung auf dem Stock. Auch hierin liegen erhebliche Vorteile und Arbeiterleichterungen bei der später vorzunehmenden Aufbereitung (5).

Insgesamt gesehen, bringt uns die Ausnutzung des Saftstromes zur Abtötung rinden- bzw. holzbrütender Insekten einen großen Fortschritt, der besonders im Hinblick auf innertherapeutische Mittel Interesse verdient.

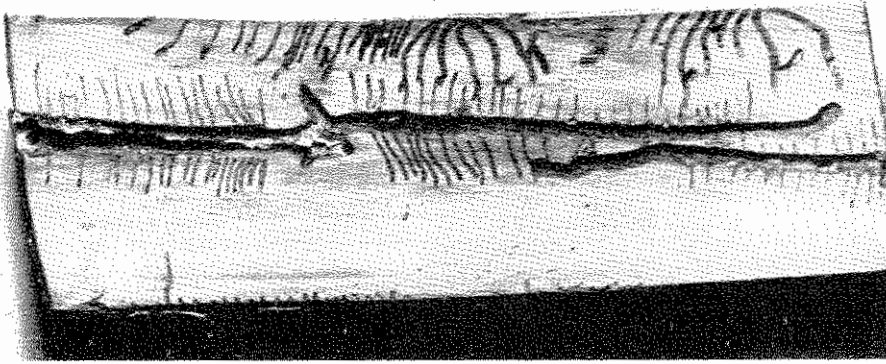


Abb. 5

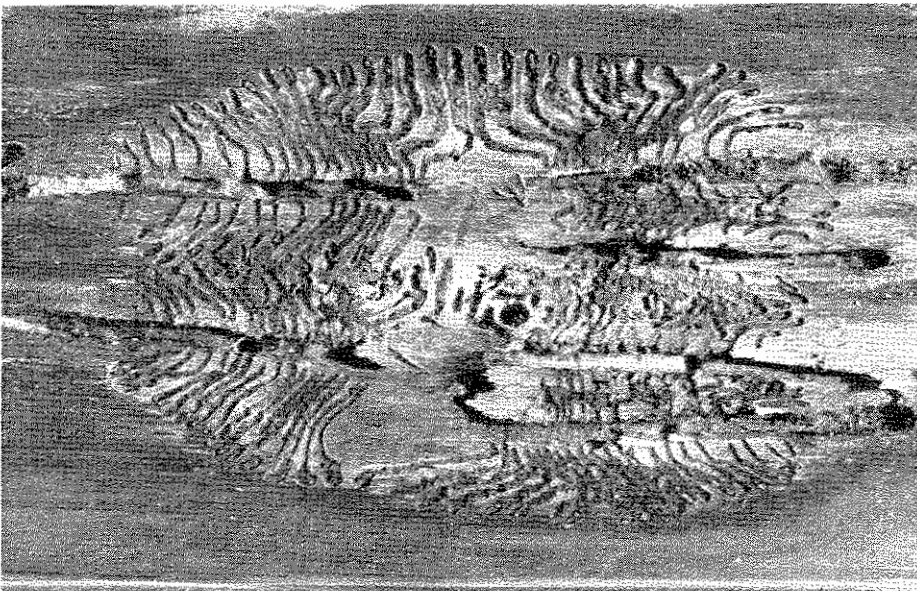


Abb. 6

Schrifttum

1. Schwerdtfeger: Praktische Erfahrungen bei der Rüsselkäferbekämpfung. Holz-Zentralblatt Nr. 29, 1951.
2. Moser: Vereinfachtes Spritzverfahren bei der Rüsselkäferbekämpfung. Allg. Forstzeitschrift Nr. 14, 1951.
3. Rausch: Neue Wege der Rüsselkäferbekämpfung. Ebenda.
4. Wellenstein: Salz statt Arsen gegen Fichtenborkenkäfer? Ebenda, Nr. 21, 1951.
5. Gläser: Chemische Behandlung stehender Bäume zur Verbesserung der Schälbareit und Verminderung des Holzgewichts. Holz-Zentralblatt Nr. 87, 1951.

Dr. Walter Thalenhorst,
Sieber/Harz

Erfahrungen mit zwei forstlichen Dauerschädlingen (Eichenwickler und Kleine Fichtenblattwespe)

Wenn von Forstschädlings-Kalamitäten gesprochen wird, denkt man wohl in erster Linie an die ausgedehnten Nadelholz-Bestände Ostdeutschlands mit ihren periodischen Massenvermehrungen von Forleule, Kiefernspinner, Kiefernspanner, Nonne und Kiefernblattwespe. Deren Bekämpfung ertorderte zwar einen erheblichen Aufwand, war aber schon vor der Entwicklung der modernen Kontaktinsektizide höchstens ein organisatorisches bzw. technisches Problem. Die vielen erfolgreichen Flugzeug-Einsätze vor und noch in den Kriegsjahren geben dafür Zeugnis.

Es ist weniger bekannt, daß auch die kleineren und aufgelockerten Waldflächen Nordwestdeutschlands von durchaus ernst zu nehmenden Schädlingen heimgesucht werden. Abgesehen von dem inzwischen wieder zurückgedrängten Borkenkäfer und einigen gelegentlich zu Massenvermehrungen aufsteigenden, aber relativ harmlosen Insekten haben wir es derzeit insbesondere mit zwei typischen Dauerschädlingen zu tun, dem Eichenwickler *Tortrix viridana* L. und der zu den Nematinen gehörigen Kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora (Lygaeonematus) pini* Retz. Der Eichenwickler verursacht durch seinen chronischen Fraß in den Eichenbeständen vor allem Westfalens einen Zuwachsverlust, der von dem verstorbenen Landforstmeister Hertz-Kleptow auf 3 Millionen DM pro Jahr geschätzt worden ist. Die Fichtenblattwespe macht sich besonders im Weser-Ems-Gebiet und in angrenzenden Bezirken bemerkbar, unterbindet durch alljährlichen Fraß an den jungen Spitzentrieben praktisch jedes Höhenwachstum der von ihr befallenen Bestände und setzt damit auch den Massenzuwachs merklich herab.

Die Problematik des Kampfes gegen derartige Dauerschädlinge ist im wesentlichen durch folgende Momente gekennzeichnet:

1. Die Tatsache des Dauerschadens besagt, daß in den betroffenen Beständen ein biozönotisches Gleichgewicht bei hoher Populationsdichte des Schädlings besteht. Ein Schwanken zwischen oft langjährigem Einzelvorkommen und kurzem, aber explosionsartigem Massenaufreten wie bei den eingangs genannten ostdeutschen Forstschädlingen gibt es hier nicht. Punkt 2 steht damit in engster Verbindung: es kommt weder zu absolutem Kahlfraß, der entweder durch Verhungern der Schädlinge oder gar durch Absterben der Waldbestände der Massenvermehrung ein Ende setzt, noch bricht die Kalamität durch Überhandnehmen der natürlichen Feinde einschließlich von Krankheiten zusammen. Das bedeutet für die Praxis, daß einmalige direkte Bekämpfungsmaßnahmen selbst bei einem befriedigenden Augenblickserfolg keine nachhaltige Wirkung hinterlassen können, weil damit zu rechnen ist, daß sich der normale Gleichgewichtszustand mit seiner hohen Populationsdichte des Schädlings im Laufe nur weniger Jahre wieder einstellt. Dies wird bei der Kleinen Fichtenblattwespe noch dadurch beschleunigt, daß stets ein gewisser Anteil der Bevölkerung im Boden überliegt und daher von einer Begiftung überhaupt nicht betroffen wird. Ein alle paar Jahre zu wiederholender Großeinsatz von Insektiziden ist wirtschaftlich natürlich untragbar.

Es kommt hinzu, daß uns die genannten Schädlinge bei der Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen vor besondere Schwierigkeiten stellen. Die Raupen des Eichenwicklers sitzen in ihren Wickeln, und es war die Frage, ob sie dadurch nicht vor dem Gift weitgehend geschützt sind. Ich darf hier schon vorwegnehmen, daß es in einem ersten Versuch mit dem Nebelgerät der Firma Gebr. Borchers, Goslar, unter Anwendung von DDT tatsächlich gelang, einen hoffnungsvollen Erfolg zu erzielen: die Raupen spannen sich aus ihren Wickeln ab und gelangten so erst recht in den Nebel. Wenn das Ergebnis nicht voll befriedigte, so lag dies daran, daß die Bekämpfung aus technischen Gründen zu einem reichlich späten Zeitpunkt durchgeführt wurde.

Die Larven der Fichtenblattwespe wiederum fressen insbesondere in den oberen Kronenspitzen und sind daher vom Boden aus schwer zu erreichen.

Wenn wir im Auftrage der Landesforstverwaltungen trotz dieser grundsätzlichen Bedenken wenigstens Versuche zur chemischen Bekämpfung der hier genannten Schädlinge durchgeführt haben, so ließen wir uns von dem Gedauken leiten, einen anhaltenden Erfolg vielleicht durch Kombination dieser Maßnahmen mit indirekten Verfahren erreichen zu können. In erster Linie sollte erprobt werden, ob nicht nach dem gewaltsamen Herabdrücken der Populationsdichte durch Anwendung von Insektiziden Parasiten und andere Feinde doch ein heilsames Übergewicht über den betreffenden Schädling gewinnen könnten, das Gleichgewicht sich also wenigstens für eine gewisse Dauer zu seinen Ungunsten verlagern würde. Insbesondere sollte durch Aufhängen von Nistkästen die Vogelwelt angereichert und in dieser Richtung planmäßig eingesetzt werden. Als zweites wurde versucht, durch Ausbringen von Kalk und starke Durchlichtung der Fichtenbestände deren Bodendecke zu einer stärkeren Vegetationsbildung anzuregen und damit in einen für die Blattwespe ungünstigen Zustand zu versetzen: ist es doch aus den Arbeiten des Schweizer N ä g e l i bekannt, daß der Schädling ziemlich enge Ansprüche an sein Winterquartier stellt und weitgehend an das Vorhandensein einer dichten Nadelstreu-Rohhumus-Schicht mit höchstens Moosauflage gebunden ist. Der Erfolg dieser kombinierten Maßnahmen kann nach so kurzer Zeit noch nicht beurteilt werden; auf jeden Fall scheint sich aber die Voraussage zu bestätigen, daß eine direkte chemische Bekämpfungsaktion allein höchstens eine vorübergehende Entlastung der Bestände mit sich bringt.

Aber nicht nur das: selbst der Augenblickserfolg unserer Begiftungsversuche war z. T. enttäuschend. Ich erwähnte schon die Schwierigkeiten, denen wir bei der Bekämpfung der Blattwespe zu begegnen hatten. Als wirklich erfolgreich erwies sich 1950 nur die Bestäubung von Dickungen mit DDT oder Hexa: mit Hilfe eines tragbaren Motorverstäubers mit einem Aufsatzrohr und unter Ausnutzung eines leichten Windes konnte die Staubwolke gerade durch die von den Blattwespenlarven besetzte Ebene der Baumspitzen getrieben werden. Dieser Erfolg nützte uns allerdings wenig, da die Blattwespe sich in Dickungen offenbar noch nicht ständig halten kann, hier höchstens in geringer Zahl von benachbarten älteren Hölzern her einfliegt und daher in der Regel nur schwachen Schaden anrichtet. Die 50—60jährigen Hauptschadbestände wurden auf größerer Fläche teils (1950) mit dem Borchers-Gerät benebelt, teils (1951) von einem Hubschrauber aus besprüht. Der vom Boden aus abgeblasene Nebel erreichte die mit der Hauptmasse der Larven besetzten Kronen-

spitzen nicht in voll befriedigendem Maße. Hier versprach der Einsatz eines Hubschraubers, also die Begiftung von oben her, besseren Erfolg: einen eingehenden Bericht über diese Aktion wird im Rahmen der Tagung Herr Forstreferendar N e s s e n i u s erstatten. Ich kann mich auf den kurzen Hinweis beschränken, daß dieser Versuch nur infolge einiger in Zukunft beherrschbarer Kinderkrankheiten noch nicht alle Erwartungen befriedigte.

In den bisher geschilderten Versuchen wurden die Larven der Blattwespe begiftet. Infolge der rapiden Entwicklung dieser Tiere einerseits und einer starken phänologischen Streuung andererseits sind es fast nur wenige Tage, zu denen man die gesamte Population zugleich in einem für die Bekämpfung günstigen Zeitpunkt vorfindet; bei der Schwerfälligkeit mancher Großaktionen, deren lange vorher anberaumter Termin sich nicht so einfach von heute auf morgen verschieben läßt, ist man oft der Gefahr ausgesetzt, zu früh oder zu spät arbeiten zu müssen. Die Anwendung des lange wirksam bleibenden DDT bietet hier allerdings eine gewisse Erleichterung. Wir sind dann — ohne Kenntnis paralleler Versuche, die Herr Prof. S c h e d l in Österreich durchgeführt hat — auf den Gedanken verfallen, durch Begiftung der Bodenstreu und später durch Benebelung im wesentlichen des unteren Kronenraumes die Imagines der Blattwespen beim Herauskommen aus dem Boden oder auf ihrem Wege zu den Kronenspitzen abzufangen und so vor der Eiablage zu vernichten. Auch diese Versuche haben enttäuscht: die Wirkung war in den ersten Tagen z. T. recht gut, ließ aber in allen Fällen nach einigen Tagen, z. T. wetterbedingt, rapide nach, so daß die später schlüpfenden Tiere ungeschoren blieben.

Man berichtet im allgemeinen ungern über Mißerfolge. Ich glaube aber, daß wir aus ihnen eine Lehre ziehen können und müssen. Die Bereicherung unseres Giftschrankes um DDT, Hexa und andere Mittel hat — so wenig wir sie in manchen Fällen entbehren können — zu einer Überbewertung der direkten Bekämpfungsmaßnahmen geführt. Ein Blick in die Literatur, die heute eine geradezu beängstigende Einseitigkeit in dieser Richtung verrät, zeigt das dem Einsichtigen deutlich genug. Daß wir uns damit in eine Sackgasse verrennen können, beweisen die hier mitgeteilten Erfahrungen an Dauerschädlingen. Wir müssen wieder den Weg zurück — oder besser: weiter vorwärts — finden zur ökologischen Forschung, mit deren Hilfe wir wahrscheinlich allein den archimedischen Punkt finden können, von dem aus wir das biozönotische Gleichgewicht zu unseren Gunsten verlagern können. Daß wir gleichzeitig mit den geschilderten Versuchen auch auf diesem Gebiet gearbeitet und durchaus hoffnungsvolle Aussichten gefunden haben, kann ich zum Schluß noch kurz erwähnen.

So hat sich herausgestellt, daß der Eichenwickler gewisse spätreibende Eichen-Provenienzen nicht befällt, weil sie erst eine beträchtliche Zeit nach dem Schlüpfen der Jungraupen ihre Belaubung entfalten. Die praktische Auswertung dieser Erkenntnisse bringt natürlich auch Schwierigkeiten mit sich, da man Eichenwälder nun einmal nicht kurzerhand auf solche unanfälligen Provenienzen umstellen kann. Außerdem bleibt die Frage nach einer eventuellen phänologischen Anpassung des Schädlings, etwa durch Auslese von Spätschlüpfern, offen. Auch bei der Kleinen Fichtenblattwespe scheinen sich gewisse Zusammenhänge zwischen der Intensität des Befalles und einmal den

Bodenverhältnissen, zweitens wiederum dem Zeitpunkt des Austreibens der Knospen herauszustellen. Ohne hier schon gesicherte Ergebnisse vorweisen zu können, glaube ich doch mit aller Zuversicht sagen zu dürfen, daß uns in bestimmten Fällen ökologische Forschung, für die nur ein Bruchteil der für chemische Großaktionen ausgeschütteten Gelder notwendig wäre, auf die Dauer weiter bringt als jede noch so gewaltsame Anwendung aller Mittel unserer Technik.

Ich las kürzlich ein sehr besinnliches Wort von Edgar Dacqué, nach dem unsere Zivilisation heute auf dem Wege aus dem technischen in ein biologisches Zeitalter ist. Das klingt in einem Moment, in dem etwa die Medizin in steigendem Maße Antibiotika an Stelle der chemotherapeutischen Mittel anwendet, recht einleuchtend. In gleicher Richtung liegen auf unserem Fachgebiet etwa die Bemühungen besonders der Amerikaner und Kanadier um eine biologische Bekämpfung ihrer Schädlinge. Es wäre bedauerlich, wenn wir vor lauter Begeisterung über die Errungenschaften der chemischen Industrie diese Tendenz der Zeit übersehen sollten.

D i s k u s s i o n

Zeumer meint, es könne durch den Vortrag von Dr. Wellenstein der Eindruck entstehen, daß die Hexa-Präparate auch im Pflanzenschutz den übrigen Präparaten haushoch unterlegen sind. Es sei jedoch zu bedenken, daß die Spezialanforderungen an die Mittel im Forstschutz ganz andere als im allgemeinen Pflanzenschutz sind. Besonders wichtig sei für den Forstschutz die Haftfähigkeit der dort verwendeten Mittel.

Trappmann betont, daß die unterschiedlichen Anforderungen des Forst- und des Pflanzenschutzes auf vielen Gebieten zu beobachten seien. Als Beispiel seien die Wildverbißmittel anzuführen. Während vom Forstschutz eine möglichst lange Wirkungsdauer dieser Mittel gewünscht wird, sei von seiten des Pflanzenschutzes zu bedenken, daß eine zu lange Haftfähigkeit die Ernte und die Genießbarkeit u. U. gefährden könne. Ebenso erkläre es sich, daß ein Hexamittel, das vielleicht für die Landwirtschaft brauchbar ist, für den Forstschutz eine zu kurze Wirkungsdauer besitze.

Pflanzenschutz im Obstbau

Prof. Dr. F. D u s p i v a ,

Institut für Obstbau, Heidelberg

Der Einfluß der H-Ionen-Konzentration auf die Wirksamkeit der Winterspritzmittel im Obstbau

Manche Nitro- und Chlorphenole rufen eine Stimulation der Zellatmung hervor und blockieren die Zellteilung. Für diese Wirksamkeit ist außer einem phenolischen OH und den Substituenten ein zwischen 3,5—5,0 liegendes pK' (Säureexponent) erforderlich. Dinitro-*o*-cresol (DOC) erfüllt diese Bedingungen, sein pK' liegt je nach dem Salzgehalt des Mediums bei 4,2—4,4. Eine DOC-Lösung ist je nach ihrem pH-Wert mehr oder weniger in Ionen aufgespalten. Krahl und Clowes (1938) haben gezeigt, daß Nitrophenole nur in der Form des undissoziierten Moleküls in das lebende Ei des Seeigels *Arbacia punctulata* eindringen. Auch die bekannte phytotoxische Wirkung von DOC ist an das undissoziierte Molekül gebunden (Fögg, 1948). Die Wirksamkeit von DOC auf die Eier der Mehlmotte wird nach Dierick (1942) wesentlich von dem Anteil an undissoziierten Phenolmolekülen am eingesetzten Wirkstoff bestimmt, die Alkalisalze haben eine schwächere Wirkung. Von der Dissoziationsstufe sind die Löslichkeit von DOC in Wasser und die Verteilung von DOC in einem Mehrphasengemisch zwischen Öl- und Wasserphase abhängig. Die geringe Löslichkeit von DOC in Wasser ist wohl der Grund, weswegen die Kombination von DOC mit emulgiertem Teeröl oder Mineralöl als Winterspritzmittel eine so weite Verbreitung gefunden hat. In solchen Brühen kommt es zu einer vom pH abhängigen Verteilung von DOC auf die Wasser- und Ölphase. Zur Zeit gehen die Meinungen noch stark auseinander, ob auch die Toxizität einer solchen kombinierten Brühe vom pH abhängt. Boyce, Kagy, Percing und Hansen (1939) möchten zur Kontrolle der Eier von *Lygaeus calmi* sauren Emulsionen den Vorzug einräumen. Ähnlich denken Barker, Ripper und Warburg (1945), die mit Eiern von *Aphis fabae* gearbeitet haben, während Davies und Eaton (1949) keinen Einfluß der Azidität auf die Wirkung der Brühe auf Eier von *Aphis pomi* feststellen konnten. Erst bei pH 10 trat ein erhebliches Nachlassen der Wirkung ein. Alle genannten Arbeiten betrachten nur die physikochemischen Verhältnisse der Spritzbrühen. Es werden Eier in Lösungen der Gelbspritzmittel getaucht, wobei stillschweigend angenommen wird, daß die wesentlichsten Vorgänge, die zur Vergiftung der Eier führen, während der kurzen Zeit der Immersion ablaufen. Dementsprechend wird die toxische Wirkung in eine direkte Relation zu den Dissoziationsverhältnissen des DOC in der Spritzbrühe gesetzt. Im Pflanzenschutz wird aber von einem Winterspritzmittel auch eine kontaktinsektizide Wirkung gefordert, die von dem am Substrat angetrockneten Spritzbelag auszugehen hat. Es ist aber m. W. heute noch nicht bekannt, ob und inwieweit sich die Azidität der Brühe hinsichtlich der biologischen Wirksamkeit auch in dem Trockenrückstand äußert. In einem festen Spritzbelag kann natürlich von einem pH nicht mehr gesprochen werden. Das Dissoziationsgleichgewicht der Ionen existiert nicht mehr. Es

bleiben nur freies Phenol oder Phenolsalze, oder aber Gemische beider zurück, die zwar in ihrem gegenseitigen Verhältnis noch irgendwie vom pH der ursprünglichen Spritzbrühe abhängen; diese Abhängigkeit ist aber keine direkte, sondern sie ist in einem hohen Grade von den Eigenschaften der begleitenden Salze und sonstigen Bestandteile der Brühe abhängig.

In einem ersten Teil der Versuche wurden aliquote Mengen der Versuchslösungen in einem abgegrenzten Areal auf Glasplatten ausgebreitet und eintrocknen gelassen. Das Versuchstier, *Calandra granaria*, wurde vor der Aus-

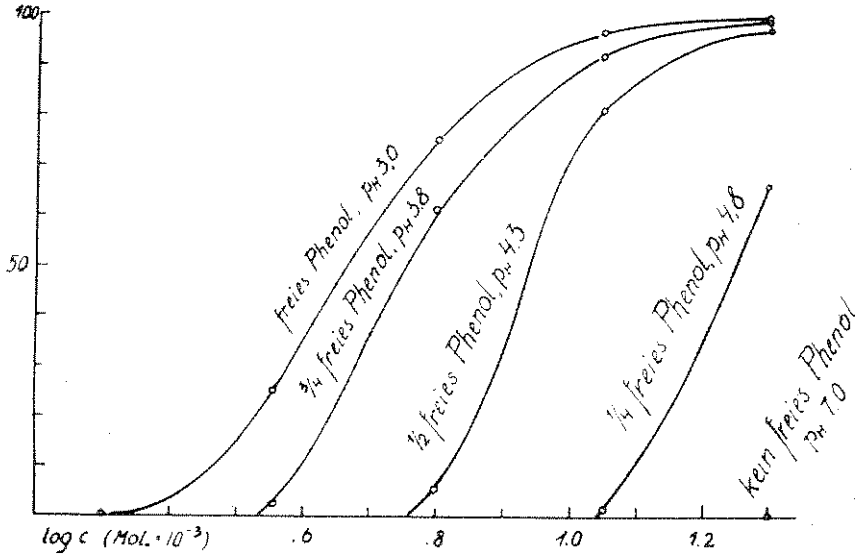


Abb. 1 Die kontaktinsektizide Wirkung von Dinitro-o-cresol als freies Phenol und in Mischung mit dem Na-Salz. Kornkäfer. Abszisse: Konzentration von DOC in der Testlösung, logarithmisch aufgetragen. Höchste geprüfte Konzentration entspricht einer 0,4%igen Lösung von DOC. Ordinate: Mortalität in %

wertung 48 Stunden lang auf diesem trockenen Film gehalten. Prüft man mit dieser Methode eine Konzentrationsreihe von DOC, so erhält man die bekannte sigmoide Dosis-Mortalitätskurve, wenn man den Logarithmus der Konzentration auf der Abszisse und die Mortalität auf der Ordinate aufträgt. Setzt man molare Lösungen von DOC an, so kann man mit normaler Natronlauge beliebige Anteile des Phenols in das Phenolsalz verwandeln. In solchen Lösungen ist das Mischungsverhältnis des freien Phenols zum Phenolsalz von vornherein bekannt. Wie Abb. 1 zeigt, steht die Toxizität des Trockenrückstandes solcher Lösungen in einer einfachen Beziehung zum Anteil an freiem Phenol im Spritzbelag. Das reine DOC-Salz hat unter unseren Versuchsbedingungen auf den Kornkäfer überhaupt keine kontaktinsektizide Wirkung, ganz gleichgültig, in welcher Konzentration man es anwendet. Verwandelt man die Mortalitätswerte eines jeden der Kurvenpunkte aus Abb. 1 in Probit und trägt diese Werte gegen den Logarithmus der jeweils zugehörigen Konzentration an freiem Phenol auf (die sich leicht ausrechnen läßt).

so müßten sich alle auf den verschiedenen Kurven der Abb. 1 liegenden Punkte auf einer einzigen Geraden vereinigen lassen, wenn nur das freie Phenol die einzig wirksame toxische Komponente ist. Die Punkte lassen sich in der Tat auf einer Probitlinie vereinigen, allerdings nur bis zu Konzentrationen an freiem Phenol, die in der Nähe der DL_{50} liegen. Die Punkte, welche höheren Verdünnungsstufen des freien Wirkstoffes entsprechen, liegen zunehmend tiefer als diese Gerade. Die Ursache hierfür ist offensichtlich ein Verlust an Wirkstoff, der durch ein Verdunsten desselben während der Versuchsdauer

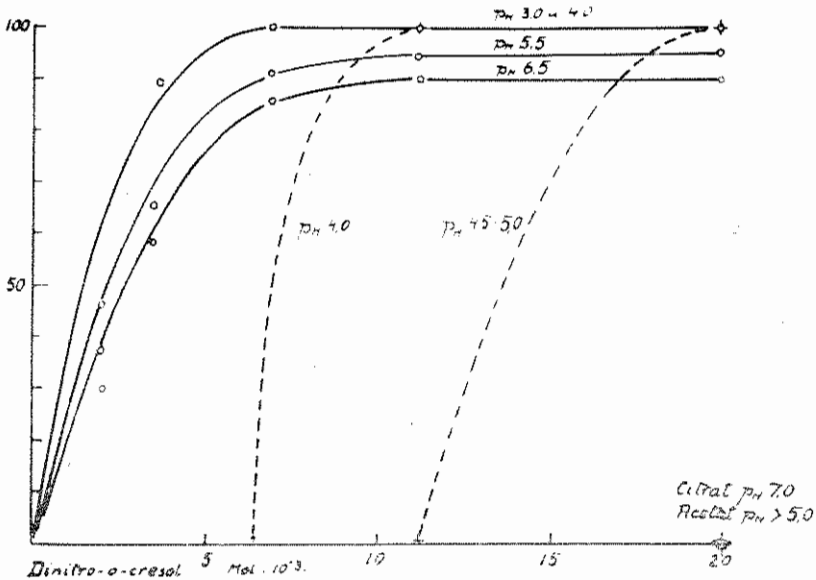


Abb. 2. Der Einfluß von Pufferlösungen auf die insektizide Wirkung von DOC. Kornkäfer. Abszisse: Konzentration von DOC in der Testlösung, linear aufgetragen. Höchste geprüfte Konzentration entspricht einer 0,4%igen Lösung von DOC. Ordinate: Mortalität in %.

erklärt werden kann und besonders bei den höheren Verdünnungsstufen störend in Erscheinung tritt.

Wenn man eine Spritzbrühe herstellen wollte, welche nur freies Phenol enthalten soll, hat man mit der Schwierigkeit zu kämpfen, das freie Phenol in genügender Menge in Lösung zu halten und die Salzbildung zu verhindern, die durch die Basen des Brunnenwassers und evtl. durch solche auf den Pflanzenteilen bewirkt wird und einen Teil des Wirkstoffes in die unwirksame Form bringen könnte. Das Nächstliegende wäre, die Spritzbrühe zu puffern. Ein solcher Vorschlag wurde bereits von Barker, Ripper und Warburg gemacht, ohne aber bisher erprobt worden zu sein. Setzt man gleichartigen Konzentrationsreihen, wie sie Abb. 1 zeigt, einen 0,1 n-Zitronensäure-Zitratpuffer zu, so ergibt sich nach der Austestung des Trockenrückstandes mit dem Kornkäfer, daß in einem breiten pH-Gebiet alle Konzentrationsreihen hoch toxisch sind (Abb. 2). Bis pH 6 ist kein wesentlicher

Einfluß der Azidität auf die Toxizität des Trockenrückstandes zu bemerken. Allein, wenn pH 7 erreicht ist, d. h. wenn auch der letzte Rest an saurem Zitrat in das tertiäre Salz übergeführt ist, fällt die Toxizität sprunghaft auf Null zurück. Man muß sich wohl vorstellen, daß beim Eintrocknen des Zitratpuffers durch vorzeitiges Auskristallisieren von neutralem Zitrat das pH ständig fällt, wobei der Überschuß an saurem Zitrat das gesamte Phenolsalz in freies Phenol überführt. Dieser Mechanismus versagt, wenn nach erschöpfendem Zusatz von Natronlauge kein saures Zitrat mehr vorliegt. Saure pH-Werte lassen sich auch mit dem Azetatpuffer einstellen. Bei der Austestung aber zeigt sich, daß DOC-Azetatpuffergemische schon bei pH 4 den entsprechenden Zitratpuffergemischen unterlegen sind und von pH 5 ab überhaupt keine Toxizität mehr aufweisen. Die Erklärung hierfür ist wohl in der Flüchtigkeit der freien Essigsäure zu suchen, die sich beim Eintrocknen aus dem Ionengleichgewicht entzieht. Die Versuche zeigen also, daß unter bestimmten Voraussetzungen beim Eintrocknen der Spritzbrühe so bedeutende Umwandlungen von Phenolat in freies Phenol und umgekehrt erfolgen können, daß der biologische Test in keiner Korrelation zu den Dissoziationsverhältnissen in der Brühe steht. Mit einem geeigneten Puffergemisch können in der Praxis Vorteile erzielt werden, da schon verhältnismäßig schwach saure Lösungen, die noch keine Korrosion der Metallteile an den Spritzen bewirken, einen hochgradig insektiziden Spritzbelag hinterlassen.

Sehr komplizierte Dosis-Mortalitätskurven treten auf, wenn man Mischungen von DOC mit emulgiertem Obstbaumkarbolineum testet. Das Teeröl hat beim Kornkäfer keine Kontaktwirkung. Die Wirksamkeit höherer DOC-Dosen wird durch einen Teerölzusatz stets bedeutend herabgesetzt. Bei niederen DOC-Dosen, die für die Praxis bedeutungslos sind, tritt eine relative Wirksamkeitssteigerung auf. Offenbar entziehen die Teeröltröpfchen aus einer DOC-Lösung, die freies Phenol neben Phenolat enthält, aus beiden Anteilen freies Phenol, wobei die Reaktion der Brühe umso stärker nach der alkalischen Seite verschoben wird, je höher die Konzentration der Phenolsalze ist. In verdünnten Brühen resultiert in der Gleichgewichtslage eine relativ höhere Anreicherung an freiem Phenol als in stärkeren Brühen.

Die Eier des Frostspanners sind ein gänzlich anderer Typus von Versuchsobjekten; die Beschaffenheit der Eihüllen unterscheidet sich grundlegend vom Chitin der Insektenkutikula. Die Eier wurden in die Brühe getaucht und vor der Auswertung viele Wochen lang im Keller verwahrt. Die Eier reagieren auf DOC in gut reproduzierbarer Weise. Trägt man die Wirkung gegen den Logarithmus der Konzentration an Wirkstoff auf, so erhält man schöne sigmoide Dosismortalitätskurven. Mit steigendem pH der Brühen findet eine Parallelverschiebung der S-Kurven in Richtung der höheren Wirkstoffkonzentrationen statt. Bei pH 8 muß man mindestens das 20fache an Wirkstoff zur Erreichung eines Effektes einsetzen, den man mit einer Brühe von pH 4 erreicht hat (Abb. 3). Im Gegensatz zum Kornkäfer reagieren Frostspannereier auf Brühen von pH 7 und darüber. Erst bei pH 10 erlischt die Wirksamkeit völlig. Ob Phenolsalz in die Eier eindringt, ist schwer zu entscheiden. Die lange Versuchsdauer läßt auch die Möglichkeit einer allmählichen Zerlegung der Phenolsalze durch die Luftkohlensäure zu, wobei laufend geringste Mengen an freiem Phenol entstehen. Auch könnten Austauschvorgänge in den Eihüllen ablaufen. Bei einem Basenüberschuß werden alle

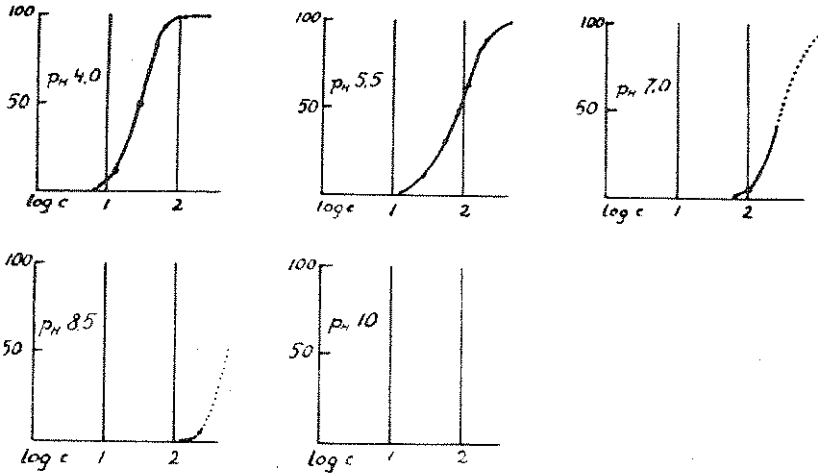


Abb. 3. Der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die ovicide Wirkung von DOC-Lösungen. Frostspannerer. Abszisse: Konzentration von DOC in der Tauchbrühe, logarithmisch aufgetragen. Höchste geprüfte Konzentration entspricht einer 0,25 %igen Lösung von DOC. Ordinate: Mortalität in %

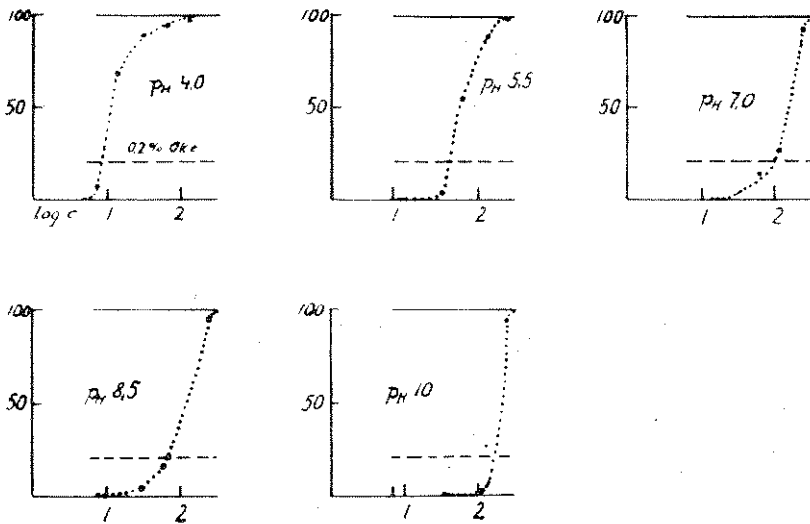


Abb. 4. Der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die ovicide Wirkung einer Kombination von 0,2 %igem emulgiertem Obstbaumkarbolineum mit DOC-Lösungen verschiedener Konzentration. Frostspannerer. Abszisse: Konzentration von DOC in der Tauchbrühe, logarithmisch aufgetragen. Höchste geprüfte Konzentration entspricht einer 0,25 %igen Lösung von DOC. Ordinate: Mortalität in %. ———— Mortalität beim Schlüpfen. - - - - - Mortalität während der Entwicklung.

diese Vorgänge sistiert. In Mischungen von DOC mit emulgiertem Obstbaumkarbolineum treten pH-Effekte weitgehend zurück (Abb. 4). Die Konzentration des emulgierten Obstbaumkarbolineums wurde so eingestellt, daß dieses allein etwa 20 % Mortalität gibt. Ein gewisser Einfluß der Azidität äußert

sich darin, daß die Embryonen in den sauren Brühen bereits auf einem frühen Stadium absterben. Wenn es in der Praxis bei einer Winterspritzung nur darauf ankäme, Frostspannererier zu kontrollieren — wahrscheinlich auch für die Eier von Blattläusen zutreffend —, so ist ohne Zweifel die Anwendung von Gelbkarbolen sehr zu empfehlen. In einer solchen kombinierten Brühe ist nämlich die pH-Einstellung von untergeordneter Bedeutung, die Wirksamkeit der Brühe kann auch durch noch so hartes Wasser nicht herabgesetzt werden. Allerdings gelten diese Feststellungen nur für die genannten Objekte.

Versuche mit der San-José-Schildlaus sind zeitraubend. Infolge der hohen und wechselnden natürlichen Mortalität und unterschiedlichen Empfindlichkeit dieser Tiere muß mit einem sehr großen Material gearbeitet werden. Die statistische Berechnung der Versuchsergebnisse ist schwierig. Taucht man befallene Zweige in Suspensionen von DOC, die auf pH 4 und 7

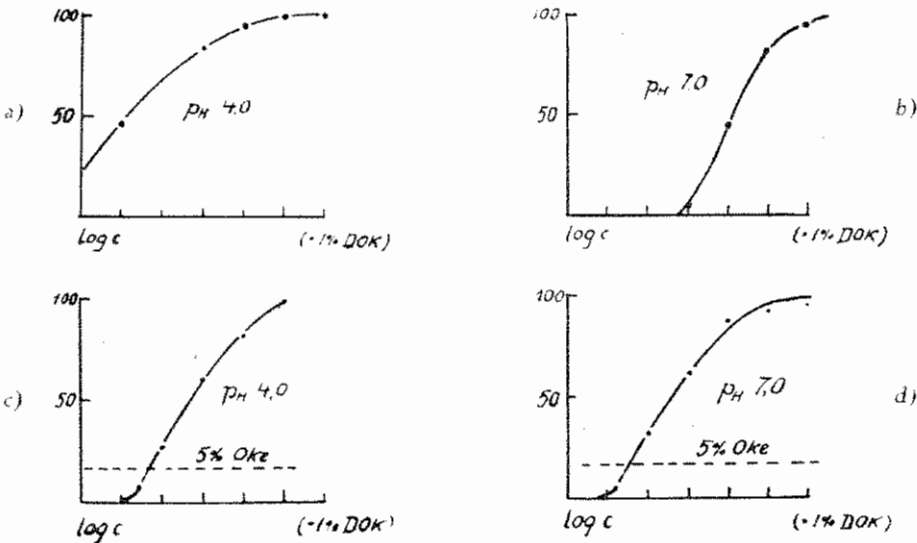


Abb. 5. Der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Wirkung von Winterspritzmittel San-José-Schildlaus. a, b, Gelbspritzmittel, c, d, Gelbkarbole. Abszisse: Konzentration von DOC (Wirkstoff) in der Tauchbrühe, logarithmisch aufgetragen. Höchste geprüfte Konzentration entspricht einer 1%igen Lösung von DOC, jeder folgende Teilstrich bedeutet die jeweils halbe Konzentration. Ordinate: Mortalität in %

eingestellt wurden und läßt man die Zweige bis zur Auswertung 4—6 Wochen im Keller stehen, so bekommt man mit der sauren 1%igen Wirkstofflösung eine sichere 100%ige Abtötung der Schildläuse; bei pH 7 ist diese Sicherheit nicht mehr gegeben. Bei Behandlung mit neutralen Brühen fallen die Mortalitätswerte mit der Verdünnung der Brühe rascher als bei Verwendung von sauren Suspensionen. Es besteht also ein Gegensatz in der Reaktion der Schildlaus zum Frostspannererier, der noch deutlicher wird, wenn man Mischungen von DOC mit emulgiertem Obstbaumkarbolineum testet. Im sauren Gebiet sind solche kombinierte Brühen keineswegs besser als reine DOC-Lösun-

gen gleicher Wirkstoffkonzentration, eher etwas schlechter. Im neutralen und schwach alkalischen Gebiet ist ebenfalls kein in die Augen springender Vorteil gegeben. Die bis jetzt vorliegenden Versuche sprechen dafür, daß man bei der San-José-Schildlaus mit reinen DOC-Lösungen, wenn dieselben den Wirkstoff in Form des freien Phenols enthalten, mindestens den gleichen Erfolg hat wie mit Gelbkarbolen. Verschiedene vom Institut für Obst- und Gemüsebau in Heidelberg durchgeführte Freilandversuche führten nach einer persönlichen Mitteilung von Herrn ORR. Dr. Thiem zu ganz ähnlichen Resultaten.

Gelbkarbole sind nach den bisherigen Erfahrungen nur bei solchen Insektenarten erfolgversprechend, bei welchen beide Wirkstoffkomponenten für sich allein schon einen guten, wenn auch nicht 100%igen Effekt haben. Bei der San-José-Schildlaus hat das emulgierte Obstbaumkarbolineum eine zu geringe Wirksamkeit.

Versuche mit gepufferten Brühen sollen im kommenden Winter fortgesetzt und auch im Freiland erprobt werden.

Schrifttum

- Barker, C. H., Ripper, W. E., u. J. W. Warburg: J. Soc. chem. Ind., London, **64**, 187—188, 1945.
 Boyce, A. M., Kagy, J. F., Persing, O. C., u. J. W. Hansen: J. econ. Ent. **32**, 432—450, 1939.
 Davies, R. G., u. J. K. Eaton: Annual Rep. East Malling Res. St. **36**, 111—117, 1948.
 Dierick, G. F. E. M.: Dissert. Univ. Amsterdam, 117 pp., 1942.
 Fogg, G. E.: An. appl. Biol. **35**, 315—330, 1948.
 Krahl, M. E., u. G. H. A. Clowes: J. cell. comp. Physiol. **11**, 1—20, 21—39, 1938.

Diskussion

Blunck hält es für wünschenswert, dem Referenten Gelegenheit zu geben, das im Vortrag zusammengefaßte wertvolle Material den interessierten Kreisen in Form einer ausführlicheren Veröffentlichung zugänglich zu machen.

Direktor Dr. E. L. Loewel.

Obstbauversuchsanstalt Jork

Der augenblickliche Stand der Mittelfrage in der Fusikladiumbekämpfung unter besonderer Berücksichtigung von Netzschwefel und Quecksilber

In den Nachkriegsjahren zeichnen sich in den nordwestdeutschen Obstbaugebieten zwei typische Schorfjahre ab, die Jahre 1949 und 1951. Beide Jahre boten die Möglichkeit einer guten Beurteilung von Fungiziden. Überhaupt kann wohl das Niederelbegebiet als das schorfgefährdetste Anbauggebiet im Westen gelten. Der Vergleich mit ungespritzten Bäumen gleicher Sorte in anderen Obstlagen Deutschlands bestätigte ganz besonders in diesem Jahr wieder diese Erkenntnis.

Während 1949 wie wohl überhaupt in den meisten Jahren der Schwerpunkt der Schorfbekämpfung bei den Vorblütespritzungen lag, können wir in diesem

Jahr feststellen, daß die Nachblütespritzungen bis zum Juli hinein den Erfolg entscheidend beeinflussen konnten, da dauernde Regenperioden im Juni und Juli (allein mit etwa 210 mm Regen während dieser beiden Monate) Blätter und Früchte der Bäume nicht mehr abtrocknen ließen. Dazu kam die späte Blüte, verbunden mit einem sehr heftigen Askosporenstoß am Ende der Apfelblüte noch mehrere Tage vor der ersten Nachblütespritzung, und die bisherige in unserem Lande geübte Schonung der Blütezeit hat wieder zu größten Nachteilen für den Obstbauer geführt.

So machte sich 1951 in den alljährlich laufenden Standardversuchen zur Kontrolle der einzelnen Spritzungen das Auslassen der ersten und auch der zweiten Nachblütespritzung im Endeffekt am meisten bemerkbar, und zwar zum ersten Male mehr als das Auslassen der Vorblütespritzungen.

Das Jahr 1949 hatte die klare Erkenntnis gebracht, daß die „Kupfervorlage“ vor der Blüte noch nicht angetastet werden durfte und daß die damals schon zur Verfügung stehenden Fungizide wie Fuciasin und Pomarsol die Kupfermittel vor der Blüte nicht ersetzen konnten. Die Kupferschäden haben sich auf der anderen Seite besonders bei empfindlichen Sorten aber auch immer deutlicher gezeigt. Kommt Frost vor der Blüte zum Kupferschaden noch hinzu, so sind die kleinen Blättchen des ersten Blattkranzes nur unvollkommen in der Lage, der Blüte zum Ansatz zu verhelfen. Auch müssen stets berostete und gerissene Früchte als Folge der Vorblütespritzung mit Kupfer in Kauf genommen werden.

Die holländischen Obstanbaugebiete mit ähnlichen klimatischen Verhältnissen haben sich mit Quecksilberpräparaten (Phenylquecksilber) geholfen und sind von ihren Erfolgen so überzeugt, daß sie in ihren offiziellen Empfehlungen schon Quecksilberspritzungen mit 0,2 % und später 0,15 % an Stelle von Kupferspritzungen vor der Blüte vorsehen. Auch unsere Versuche waren in dem weniger schorfbegünstigten Jahr 1950 so gut verlaufen, daß die Kupferwirkung durch den Einsatz von Quecksilber vor der Blüte zu etwa 95 % erreicht wurde. In diesem Jahr liefen die Versuche auf breiterer Grundlage weiter. Blattzustand und Trieb waren während und kurz nach der Blüte bei allen mit „Quecksilbervorlage“ gespritzten Bäumen überraschend gut. Das Fusikladiumergebnis reichte aber nicht aus: während 1950 etwa 95 % der Kupferwirkung erreicht werden konnte, waren es 1951 nur noch etwa 65 %, wenn man das holländische Mittel AAventa als Standard zugrunde legt. Bei den diesjährigen Vergleichsversuchen mit deutschen Präparaten gab es schlechtere, die nur 41 %, und auch bessere, die etwa 86 % der Kupferwirkung erreichten. Es ist also ein weiter Spielraum vorhanden, der zeigt, daß über den Einsatz der Quecksilbermittel das letzte Wort noch nicht gesprochen ist und auf diesem Gebiete weitergearbeitet werden muß, da die Vorzüge der Quecksilbervorlage, die im Erhalt vielleicht sogar positiver Beeinflussung der sich entwickelnden Belaubung liegen, von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind. Dazu kommt noch die Preisfrage, die sich bei den immer mehr anziehenden Kupferpreisen deutlich zugunsten des Quecksilbers entschieden hat.

Günstigere Verhältnisse ergaben sich bei der Anwendung von Quecksilber bei Birnen. Auf gute Erfolge bei Birnen haben holländische Fachleute bereits mehrfach hingewiesen. Hier ist die Erhaltung einer großen unberosteten Frucht mit weicher Schale besonders wichtig. Bei normaler Kupfervorlage waren in einem diesjährigen Versuch zu Köstliche von Charneu 93 % der

Früchte berostet, bei Quecksilbervorlage nur 0,3%. Mit der Quecksilberanwendung wurde immerhin 96% der Kupferwirkung erreicht.

Auch nach der Blüte kam Quecksilber zum Einsatz, doch traten die für Quecksilber typischen Punktverbrennungen selbst bei sonst sehr blattrobusten Sorten auf, so daß schon deshalb Quecksilber für die Nachblütespritzungen ausscheidet, ganz abgesehen von der großen Vergiftungsgefahr. Die Fusikladiumwirkung war auch nicht besser als die der organischen Fungizide wie Fuclasin oder Nirit.

Infolge der zunehmenden Mehltau- und Rote-Spinne-Gefahr neigt sich das Interesse — ebenfalls durch Entwicklungen im Ausland, vor allem in der Schweiz, beeinflußt — immer mehr dem Netzschwefel zu. Während bei uns die flüssigen Schwefel mehr nach der Richtung feinsten Teilchengröße bei sparsamster Verwendung von Schwefel entwickelt wurden, war man im Ausland bei einer mittleren Teilchengröße von etwa 3 My und mehr geblieben und hatte die Mittel mit etwa 70—80% Schwefelgehalt herausgebracht. Schon im vergangenen Jahr zeigte sich, daß diese Netzschwefel in Konzentrationen von zuerst 0,7%, später 0,5% vor der Blüte angewandt, der Schwefelkalkbrühe in der Wirkung überlegen waren, ohne allerdings an die Wirkung der Kupfervorlage heranreichen zu können. In diesem Jahr wurde eine Reihe von Versuchen mit reinem Netzschwefel und mit Zusatz von hochkonzentriertem Kupfer durchgespritzt. Die Ergebnisse zeigten, daß bei fusikladiumempfindlichen Sorten die Netzschwefel trotz des dreimaligen Kupferzusatzes vor der Blüte nicht ausreichten. Man wird sich also bei der Mehltauspritzfolge in fusikladiumempfindlichen Lagen entweder auf noch stärkere Kupferzusätze einlassen oder die 2%ige Kupferkalkvorlage beibehalten müssen.

Wir sehen, für die stark schorfgefährdeten Gebiete der Niederelbe ist auf Kupferspritzungen vor der Blüte noch nicht zu verzichten. Bei dem geringeren Schorfbefall in anderen Anbaugebieten scheint mir jedoch sowohl mit den guten Quecksilbermitteln als auch mit den durch Kupferzusätze verstärkten Netzschwefeln auszukommen zu sein, so daß man dort die großen Vorteile der Quecksilberanwendung ausschöpfen und auch die Bekämpfung des in den südlichen und südwestlichen Gebieten stärker auftretenden Mehltaus erfolgreich gestalten kann.

Bisher war nur generell von Netzschwefeln die Rede und hierbei in der Hauptsache das Schweizer Präparat Thiovit berücksichtigt. Bei weiteren Versuchen mit deutschen Netzschwefeln gleichen Schwefelgehalts ergaben sich wesentliche Unterschiede in der Fusikladium- und Mehltauwirkung. Setzt man die Fusikladiumwirkung des besten Netzschwefels gleich 100, so lagen die Vergleichsmittel beispielsweise bei 90, 77 und sogar nur 66%. Diese Werte konnten ungewollt kontrolliert werden, da die genaue Untersuchung der Mittel auf Teilchengröße und physikalische Eigenschaften ergab, daß gleiche Mittel von verschiedenen Firmen in die Versuche gegeben waren.

Die Fusikladiumwirkung ging mit der kleineren Teilchengröße, mit der guten Verteilung des Schwefels in Tropfen, mit der Dichte des Belages und der Haftfestigkeit überein. Je intensiver, haltbarer und sichtbarer der Belag, desto besser die Fusikladiumwirkung! Dazu kam noch bei den Netzschwefeln mit guten Belägen ein sehr deutlicher Reiz auf die Belaubung, wie wir ihn vom Bleiarsen her kennen.

Umgekehrt lagen die Dinge beim Mehltau. Hier waren die unterschiedlichen Wirkungen der einzelnen Netzschwefel noch krasser und sichtbarer. So blieben nach Anwendung des bestwirkenden Netzschwefels auf 20jährigen gutgewachsenen Hochstämmen der Sorte Krügers Dickstiel nur noch etwa 35 mehлтаubefallene Triebe übrig gegen 730 bei unbehandelt. Die Zahlen für die anderen Netzschwefel lagen dazwischen mit 269, 270, 463 und 468 mehлтаubefallenen Trieben. Im Gegensatz zum Fusikladium waren hier die Netzschwefel mit den größeren gröberen Kristallen ohne Haftfähigkeitszusätze und ohne sichtbare Belag- und Reizwirkung am wirksamsten, und damit dürfte die alte Gärtnererfahrung bestätigt sein, daß man mit Ventilatorschwefel stets viel bessere Erfolge erzielt als mit den sogenannten kolloidalen Schwefeln.

Sowohl die unterschiedliche Fusikladiumwirkung als auch die großen Unterschiede in der Mehлтаubekämpfung bei den in diesem Jahr zum Einsatz gekommenen Netzschwefeln können uns für die Weiterentwicklung hoffnungsvoll stimmen. Vielleicht werden wir zu zwei verschiedenen Typen kommen müssen: dem Fusikladiumtyp mit geringerer Mehлтаuwirkung für den Norden und Nordwesten resp. dem Mehлтаutyp für Lagen, in denen der Schorf keine so große Rolle spielt.

Auch Netzmittel wurden in die Versuche mit einbezogen. Es ergab sich dabei, daß keines der verwandten Netzmittel die Fusikladiumwirkung erhöhen konnte. Die so häufig erwähnte, dadurch sichere Mehлтаuwirkung der Netzschwefel konnte in unseren Versuchen ebenfalls noch nicht bestätigt werden.

In den Nachblütespritzungen gegen Fusikladium zeigte sich der Netzschwefel der Schwefelkalkbrühe überlegen, dem Fuclasin, dem Nirit und dem Pomarsol jedoch unterlegen. Die Wirksamkeit der Netzschwefel konnte durch Bleiarsenzusatz deutlich gesteigert werden. Die Beibehaltung der Konzentration von 0.5 % für die dritte und vierte Nachblütespritzung scheint nicht möglich zu sein, da bei den späteren Spritzungen häufig Blattschäden auftreten. Sie beginnen mit einem Aufhellen des Chlorophylls im Blatt, gefolgt von einer Vergilbung und später Rotfärbung der Blattoberfläche. Meist tritt sehr plötzlicher und schneller Blattfall ein.

Der feuchte Sommer war zur nochmaligen Überprüfung der Fusikladiumwirkung von Fuclasin, Nirit und Pomarsol ebenfalls sehr geeignet. Grundsätzlich schnitt in allen Versuchen Nirit in der Fusikladiumwirkung am besten ab. Ein deutlicher Unterschied zwischen Fuclasin und Pomarsol war nicht festzustellen, doch konnte beobachtet werden, daß das Pomarsol in der Lage war, stark zunehmenden Befall eher zu stoppen, als die beiden anderen Mittel.

Die Wirkung auf die Belaubung ist bei Fuclasin am deutlichsten. Auch Nirit übt noch einen Einfluß aus. Bei Pomarsol fällt dieser Reiz fort; im Gegenteil kann man feststellen, daß einige Tage nach der Spritzung das Laub deutlich geschockt ist. Es kann diese Wirkung willkommen sein, wenn es heißt, eine zu starke und geile Laubentwicklung im Juli zu unterbrechen, um einen rechtzeitigen Triebabschluß zu erreichen. Mit dieser Wirkung des Pomarsols ist auch ein günstiger Einfluß auf die Färbung der Früchte verbunden. Leider führte die Anwendung von Pomarsol und Bleiarsen wieder zu starken Blattverbrennungen.

Bei allen genannten Fungiziden konnten die Bleiarsenzusätze die Schorfwirkung wieder erheblich steigern: Ölzusätze waren dagegen ohne Einfluß

auf den Fusikladiumbefall geblieben. Leider haben aber als Folge des feuchten Sommers die Ölzusätze zu Verbrennungen geführt, die 1949 und 1950 nicht zu beobachten waren. Die Mischung mit Euclasin war, wenn sie ein- bis zweimal zur Anwendung kam, noch tragbar; die Mischung mit Nirit ergab schwerste Verbrennung der Blätter und tintenklecksartige Flecke auf den Früchten. Noch schlimmer waren die Ölverbrennungen, wenn außer Öl noch Bleiarsen zugefügt wurde. Der sehr deutliche Einfluß auf die Belaubung durch die Ölzusätze, der uns bei den ersten Anwendungen überraschte, kam auch in den diesjährigen Versuchen wieder zutage und wäre ein sehr angenehmes Mittel, um da, wo es nötig ist, Belaubung und Trieb zu fördern, wenn nur das Risiko der Verbrennungen nicht wäre. Auf Grund dieser Versuche dürfte es vorläufig noch keine Möglichkeit geben, das Bleiarsen wie beabsichtigt durch Öl zu ersetzen.

Bleiarsen bleibt nach wie vor in den Nachblütespritzungen der beste Sicherheitsfaktor zur Erhöhung der Wirkung gegen den Schorf bei den uns bisher zur Verfügung stehenden Fungiziden, die für Blatt und Frucht ungefährlich sind und durch Kupferzusätze nicht wieder gefährlich gemacht werden dürfen.

Aus den Versuchen geht deutlich hervor, daß uns die bei der Schorfbekämpfung im Auslande gemachten Erfahrungen wertvolle Anregungen für die Ausarbeitung der Spritzpläne für das nächste Jahr geben konnten. Der Einsatz von Quecksilber wird in Gegenden mit geringerem Schorfbefall viel zu einer „saufteren“ Spritzung beitragen. Die Verwendung von Netzschwefeln wird die Bekämpfung der drei wichtigsten Schädlinge Schorf, Mehltau und Rote Spinne einfacher und wirkungsvoller gestalten!

Diskussion

Blunck meint, die deutsche Pflanzenschutzmittelindustrie habe zwar bereits stark aufgeholt, aber doch noch nicht die Leistungsfähigkeit des Auslandes erreicht. Bleiarsen sei im Obstbau noch immer nicht völlig entbehrlich.

Dr. H. Reich,
Obstbauversuchsanstalt Jork

Der augenblickliche Stand der Bekämpfung von Blattlaus und Roter Spinne im Erwerbsobstbau

Blattlaus und Rote Spinne sind unter den Schädlingen des Erwerbsobstbaues deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie im Gegensatz etwa zum Apfelblattsauger, Blütenstecher und Frostspanner durch die Mehrzahl ihrer Generationen in der Lage sind, innerhalb der Vegetationsperioden neue Schadpopulationen aufzubauen. So erfordern Blattlaus und Rote Spinne außer der Bekämpfung ihrer Wintereier noch eine Sommerbekämpfung.

Die Ergebnisse unserer Versuche mit verschiedenen Winterspritzmitteln zeigen, daß man die Wintereier der Blattlaus mit sämtlichen verfügbaren Winterspritzmitteln 100 %ig bekämpfen kann. Man kann aber mit der Konzentration der Dinitrokarbolinen heruntergehen, um unerwünschte Nebenwirkungen, vor allem die Zunahme der Roten Spinne, möglichst gering zu

halten. Schon 1% DÖK reicht für die Bekämpfung der Wintereier von Blattläusen völlig aus. Allerdings wird man überall da, wo noch starke Eiablagen des Apfelblattsaugers vorhanden sind, nicht unter 2% DÖK heruntergehen können, weil nur mit dieser Konzentration noch eine genügende Wirkung gegen den Apfelblattsauger erreicht werden kann. Eine Sommerbekämpfung ist nur da notwendig, wo in Streulagen eine Neuinfektion durch Anflug stattfindet. In geschlossenen Anbaugebieten ist dies nicht der Fall.

Anders liegt es bei der Bekämpfung der Wintereier der Roten Spinne. Hier wirkt auch das beste Winterspritzmittel nicht so, daß alle Wintereier abgetötet werden. In den Versuchen wurde ermittelt, daß 2 Monate nach dem Schlüpfen der ersten Generation aus den Wintereiern bei einer Spritzung mit 4% Mineralöl schon wieder 510 Sommereier auf je 100 Blättern vorhanden waren. Nach 4% Teeröl-Mineralöl waren 1892, nach 4% Gelböl 1806, nach 4% DÖK 2034 Sommereier vorhanden. Die unbehandelte Parzelle zeigte mit 946 Sommereiern einen geringeren Befall als die mit den schlecht wirkenden Mitteln behandelten. Das liegt an der fehlenden Fusikladiumbekämpfung. Hieraus ergibt sich deutlich, daß die Spritzung mit Mineralöl den besten Wirkungsgrad von allen Mitteln erzielte. Wir müssen aber beachten, daß die Zahl der Sommereier in der Mineralölparzelle noch groß genug ist, um die Population in der nächsten Generation wieder in die Höhe schnellen zu lassen. Also enthebt uns die Spritzung mit Mineralöl auch nicht der Notwendigkeit, eine Sommerbehandlung durchzuführen, zumal auch noch mit Anwehungen gerechnet werden muß. Wenn ich aber eine Sommerbehandlung sowieso durchführen muß, dann ist zu überlegen, ob ich dann nicht lieber bei den phytotoxisch weniger gefährlichen Dinitrokarbolinen bleibe, die außer ihrer größeren Breitenwirkung noch den Vorzug haben, billiger zu sein. Hier trennen sich die Wege. Ist Spritzung mit Mineralöl aus anderen Gründen wie z. B. bei der San-José-Schildlaus notwendig, dann muß man trotz der geringeren Breitenwirkung dabei bleiben. Im nordwestdeutschen Raum dagegen können wir auf das Mineralöl verzichten.

Der relativ geringe Befall mit Roter Spinne in den unbehandelten Parzellen ist auf den starken Schorfbefall zurückzuführen. Mit Schorf stark befallene Blätter sind kein geeignetes Substrat für optimale Entwicklung der Roten Spinne. Man hebt also durch Schorfbekämpfung mit organischen Fungiziden den Befall mit Roter Spinne. Dies und Möglichkeiten zur Sommerbekämpfung können an einem Versuch zu Finkenwärdler Herbstprinz gezeigt werden. Die Bäume wurden im Laufe der Vegetationsperiode 6mal fungizid gespritzt. Nach Abschluß der Spritzung am 9. 7. wurde der Befall mit Eiern ausgewertet. Das Ergebnis ist folgendes:

| | Eier auf je 100 Blättern |
|---|-----------------------------|
| Unbehandelt | 342 |
| 2% Kupferkalkbrühe, 5 × 1 Fudasin und 1% Bleiarsenpaste | 2687 |
| 2% Kupferkalkbrühe, 5 × 1% Schwefelkalkbrühe und 1% Bleiarsenpaste | 132 |
| 2 × 0,7% Netzschwefel, 4 × 0,5% Netzschwefel x und 1% Bleiarsenpaste | 122 |

Das heißt also, daß das organische Fungizid Fuclasin den Befall hebt, die alte Schwefelkalkbrühe gut wirkt und der Netzschwefel x der Schwefelkalkbrühe entspricht. Unter den Fungiziden ragt der Netzschwefel heraus und zeigt damit einen Weg zur Vereinfachung der Spritzfolge, da wir ja nicht zur Schwefelkalkbrühe zurückkehren wollen. Allerdings ergeben sich wie beim Fusikladium und Mehltau auch hier Unterschiede in der Wirkung der Netzschwefel.

In einem Versuch zu Hauszwetsche ergab die letzte Auswertung 25 Tage nach der letzten Spritzung von zweien folgendes Bild:

| Mittel | Anzahl der Eier auf je 100 Blättern | % |
|-----------------------|--|------|
| Unbehandelt | 344 | 100 |
| 1 % Schwefelkalkbrühe | | 26 |
| 0,5 % Netzschwefel y | | 51 |
| 0,5 % Netzschwefel z | | 28,5 |
| 1 % Sommeröl | | 1,3 |
| 0,03 % E 605 | | 5 |
| 0,05 % Systox | | 0,2 |

Die Wirkung des Netzschwefels z entspricht auch hier etwa der Wirkung der Schwefelkalkbrühe und damit der Wirkung von Netzschwefel x im vorigen Versuch. Netzschwefel y ist schlechter. Physikalisch sind die Netzschwefel x und z sehr ähnlich. Hier scheint eine Parallele zur Fusikladiumwirkung vorzuliegen. Wenn Netzschwefel sich zur Bekämpfung der Roten Spinne durchsetzen sollen, muß die Beziehung ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften zu ihrer Wirksamkeit geklärt werden. Ob es möglich sein wird, die drei Eigenschaften verschiedener Netzschwefel — Wirkung gegen Rote Spinne, Fusikladium und Mehltau — in einem Präparat zu vereinigen, wird sich zeigen. Für den Komplex Rote Spinne/Fusikladium erscheint es möglich.

Neben den Netzschwefeln sind in diesem Versuch noch andere Präparate geprüft. Ausgezeichnet wirkt das Sommeröl, so daß seiner Anwendung nichts im Wege stünde, wenn es mit den organischen Fungiziden mischbar wäre. Sommeröl mit Fuclasin kann aber nach den diesjährigen Erfahrungen zu Blattverbrennungen führen, die sich bei gleichzeitigem Zusatz von Bleiarzen erheblich verstärken. Sommeröl mit Nirit führt außer zu Blattschäden auch noch zu Fruchtschäden, so daß diese Kombinationen entfallen, denn es ist im Erwerbsofbau nicht tragbar, etwa die Spritzungen gegen Fusikladium und Rote Spinne getrennt durchzuführen, möglicherweise noch mit einer 14tägigen Karenzzeit zwischen den Spritzungen. Wollen wir die organischen Fungizide beibehalten, bleibt zur Bekämpfung der Roten Spinne nur der Weg einer Kombination mit Esterpräparaten übrig, deren Wirkung sehr gut ist. Bei E 605 sind dabei allerdings mindestens 2 Spritzungen im Abstand von 14 Tagen notwendig. Wesentlich durchschlagender wirkt das neue innertherapeutische Mittel Systox, das den Befall praktisch auf 0 herabdrückt.

Bei der Sommerbekämpfung von *Doralis pomii* können wir zwei Möglichkeiten erkennen. Die erste liegt in der Bekämpfung der frisch geschlüpften

Larven vor der Blüte. Sie ist sowohl mit DDT wie mit Hexamitteln und Esterpräparaten sehr gut durchzuführen. Damit ist von der insektiziden Seite aus die Auslassung der Winterspritzung geklärt. Inwieweit von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht werden kann, ist im Einzelfalle zu entscheiden.

Trotzdem ist besonders in Streulagen und in Baumschulen eine Sommerbekämpfung von *Doralis pomi* nicht zu umgehen. Von den verfügbaren Mitteln zeichnen sich Nikotin und Quassia durch eine schnelle und gründliche Wirkung aus, die aber ebenso schnell einen Neubefall zuläßt. Die Wirkung der DDT-Präparate ist schlechter als die des Nikotins und reicht nicht aus. Von den Hexamitteln versprochen wir uns vor drei Jahren einen sicheren Dauererfolg. Inzwischen ist aber aus anderen Gründen, vor allem wegen der Geschmacksbeeinträchtigung bei den meisten Präparaten eine Umstellung auf die γ -Isomere erfolgt. Wir können nun feststellen, daß diese γ -Präparate gegen *Doralis pomi* wesentlich schlechter wirken und den Esterpräparaten, mit denen gleichfalls kein hinreichender Erfolg erzielt werden konnte, gleichzusetzen sind. Hier klaffte eine Lücke, die nun aber ausgefüllt werden kann durch Systox. Wie gegen die Rote Spinne, so wirkt es auch gegen *Doralis pomi*, d. h. nach einmaliger Anwendung mit durchschlagendem Dauererfolg.

D i s k u s s i o n

Sy stellt die Frage, ob der Zusatz eines Netzmittels eingeführt worden ist.

Reich erwidert, daß über diese Frage noch nichts ausgesagt werden kann, da die betreffenden Versuche noch laufen.

Blunck betont, daß Haftvermögen und Wirkung beim Netzschwefel aufs engste zusammenhängen. Besonders interessant seien die Ausführungen über die Wirkung von Systox auf die Rote Spinne. Es sei anzunehmen, daß diese Ergebnisse zu besonders intensiven weiteren Versuchen anregen werden. Noch nicht hinreichend geklärt sei die überraschende Widerstandsfähigkeit der *Doralis pomi*. Es wäre wünschenswert, daß auch in unseren wissenschaftlichen Instituten und Hochschulen (nicht nur in den Laboratorien der Industrie) Fragen solcher Art intensiver als bisher nachgegangen würde.

Dr. Roesler.
Neustadt/Weinstr.

Über schädliche Spinnmilben an Obstbäumen in der Pfalz

In der Pfalz war in den letzten Jahren das Auftreten der Spinnmilben an Obstbäumen sehr stark. Es handelt sich hierbei um drei Arten: *Paratetranychus pilosus*, *Bryobia praetiosa* und *Amphitetranychus crataegi* (= *vien-nensis*).

Die starke Vermehrung der Milben wird auf die heiße und meist trockene Sommerwitterung, die in den letzten zehn Jahren vorherrschte, und auf den Rückgang der Anwendung von Schwefelspritzmitteln bei den Sommerspritzungen zurückgeführt.

Paratetranychus pilosus ist die häufigste Art und richtet den meisten Schaden an. Weil es praktisch kein Mittel gibt, um die Winter Eier in ausreichendem Maße zu bekämpfen, wird der Schwerpunkt der Bekämpfung auf die Vor- und Nachblütespritzungen und auf die Sommerbekämpfung verlegt und auf eine Winterbekämpfung ganz verzichtet. Bei den Spritzungen wirkten die Estermittel, auch die innertherapeutisch wirkenden Mittel auf derselben Basis, und Sommermineralöle sehr gut, während die Schwefelmittel weniger befriedigten. Die Fungizide Fuclasin, Pomarsol und Nirit, die selbst eine schwache acarizide Wirkung zu haben scheinen, beeinträchtigten die Wirksamkeit von E 605 nicht, während diese durch Kupferoxychloride etwas herabgesetzt wurde.

Bryobia praetiosa schädigt mit seiner an Obstbäumen lebenden Rasse in der Pfalz besonders Birnen, Äpfel und Pflirsiche. Diese Rasse hat im Gegensatz zu der einbrütigen Rasse auf Stachelbeeren vier Generationen, die deutlich voneinander getrennt, in etwa vierwöchigem Abstand von Mai bis Anfang September, auftreten. Ein mit fortschreitender Jahreszeit steigender Anteil der Eier überliegt bis zum nächsten Jahr. Die Milben sitzen meist an der Rinde, wo auch die Eier abgelegt werden, und suchen die Blätter nur zur Nahrungsaufnahme auf, um sofort wieder auf die Rinde zurückzukehren. Die befallenen Rindenstellen sind dicht mit einem weißen Belag aus leeren Eiern und Exuvien bedeckt. *Bryobia praetiosa* ist, besonders während der Häutung, etwas unempfindlicher als *Paratetranychus pilosus* gegenüber den Bekämpfungsmitteln. Die oben genannten Mittel reichten jedoch auch für die Bekämpfung von *Bryobia* aus, die ebenso durchgeführt wurde wie bei *Paratetranychus*.

Amphitetranychus crataegi hat weniger wirtschaftliche Bedeutung und tritt in der Pfalz an *Crataegus* häufiger auf als an Obstbäumen. Die überwinterten Milben sammeln sich massenhaft in Obstmadenfanggürteln an und können hier leicht vernichtet werden.

Die Feinde der Spinnmilben sind außer einigen räuberischen Milben dieselben wie bei Blattläusen.

D i s k u s s i o n

Blunck stellt die Frage, ob es möglich sei, angesichts der guten Ergebnisse mit den systemischen Insektiziden ganz auf die Winterspritzung zu verzichten.

Ehrenhardt berichtet über Versuche mit E 605 und 8169 im Gemüsebau. Die Versuche seien aber noch nicht ganz abgeschlossen. Noch nicht hinreichend geklärt erscheine die Frage der toxischen Wirkung.

Hus meint, es gäbe verschiedene Gründe, die Ölspritzung im Winter fallen zu lassen. Die Schorfbekämpfung werde dadurch sehr erschwert. Wenn man stets mit Öl spritzt, hätten die Mittel gegen Schorf nicht mehr.

Blunck bemerkt ergänzend dazu: Von besonderem Interesse waren wohl die Ausführungen über die Stachelbeerrasse. Es wird sich empfehlen, der Rassenbildung bei dieser Art und überhaupt bei den Spinnmilben weiter nachzugehen. Die Zoologen und insbesondere die Entomologen gewöhnen sich ja

leider nur schwer an das Auftreten von Biotypen bei ihren Arbeitsobjekten, während dies den Bakteriologen und Mykologen schon seit längerem geläufig ist. Es wäre gut, diesem Problem allgemein etwas mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Wir könnten uns dadurch vielleicht vor Überraschungen hüten. Es wurde in diesem Zusammenhang von dem Herrn Vortragenden auch das Thema „natürliche Feinde“ berührt. Immer wieder wird uns aus den Kreisen des Pflanzenschutzes der Vorwurf gemacht, daß wir die Bedeutung der natürlichen Feinde zu wenig berücksichtigen. Es erscheint notwendig, demgegenüber zu betonen, daß wir die Bedeutung der Biophagen keineswegs unterschätzen, aber allein mit ihnen im Pflanzenschutz nicht auskommen können, es sei denn, daß es sich um Schädlinge handelt, die aus dem Auslande eingeschleppt wurden und bei uns keine natürlichen Feinde haben.

Dr. H. Hochapfel,

Institut für Obstbau, Heidelberg

Stand der Apfelmehltaubekämpfung

In Südwestdeutschland ist seit 1948 ein verstärktes Auftreten des Apfelmehltaues festzustellen. Da dieser Schädling Trockenheit und Wärme liebt, wird der erhöhte Befall in erster Linie durch die extreme Trockenheit der Jahre 1947—1949 bedingt sein. Auch in der West- und Zentralschweiz wird seit 1946 über vermehrte Schäden durch den Apfelmehltau infolge der warmen und trockenen Witterung geklagt. Bütikofer macht für die Befallszunahme vor allem drei Faktoren verantwortlich: 1. Temperaturmittel im April über 11° C, 2. kurze Reguperioden und 3. eine mäßige Luftfeuchtigkeit bis höchstens 70%. Wenn alle drei Witterungsbedingungen gegeben sind, ist mit einem besonders starken Umsichgreifen des Pilzes zu rechnen.

Da die bisher üblichen Spritzungen beim Apfelmehltau versagt haben, wurde die Frage nach seiner Bekämpfung zu einem vordringlichen Problem. Auf Grund von Ergebnissen in den USA ging man in der Schweiz bald dazu über, gegen diesen Schädling Netzschwefelpräparate unter Zusatz eines Netzmittels zu verwenden. In den bisher vorliegenden Veröffentlichungen der Schweizer Versuchsstation in Lausanne werden gegen den Apfelmehltau folgende Spritzungen empfohlen: je nachdem, ob die vorblüteperiode rascher oder langsamer verläuft, sind zwei oder drei Vorblütespritzungen unter Zusatz eines Netzmittels erforderlich. Dann hat eine Kurznachblütespritzung und noch drei weitere Spritzungen im Abstand von 14 Tagen zu folgen. Nach der Blüte wird den Spritzbrühen kein Netzmittel mehr zugesetzt. Netzschwefelpräparate benutze man bei den Vorblütespritzungen und bei der Kurznachblütespritzung 20/0ig, bei den drei folgenden Nachblütespritzungen 10/0ig. Daneben wurden auch Versuche mit Schwefelkalkbrühe unter Zugabe von Eisenvitriol durchgeführt. Diese kombinierte Brühe erbrachte einen deutlich besseren Bekämpfungserfolg als die Netzschwefel. So wurde der Apfelmehltaubefall in einem Versuch um 80% gesenkt, mit Netzschwefel nur um rund 55%. Nach Angabe des Instituts verwenden aber die Schweizer Obstbauer trotzdem Netzschwefelpräparate, da die Schwefelkalkbrühe plus Eisenvitriol auf den Früchten schwarze Spritzflecken hinterläßt. Besonders zu be-

achten ist, daß diese 6—7 Spritzungen erst nach 3—4jähriger Wiederholung zu einem vollen Erfolg führen.

Hinsichtlich der Vorblütespritztermine wird angeraten, die erste Behandlung zwischen dem sogenannten Mäuseohrstadium und dem ersten grünen Blütenbüschelstadium vorzunehmen, die zweite beim Auseinanderspreizen der Blütenbüschel und die dritte im sogenannten roten Knospenstadium beim Öffnen der ersten Blüten, wobei auf die Stadieneinteilung von Fleckinger, Frankreich, Bezug genommen wird. Wichtig ist ferner ein sorgfältiges und reichliches Spritzen, damit die Triebe und Blätter allseitig gewaschen werden.

Wie die Schweizer Ergebnisse zeigen, ist die Bekämpfung des Apfelmehltaues schwierig und langwierig. Der Grund hierfür ist vor allem darin zu suchen, daß das Myzel gut geschützt in den Knospen überwintert und gleich beim Austrieb auf die jungen Blätter und Blüten überwächst. Der Apfelmehltau ist infolgedessen nicht vorbeugend zu bekämpfen. Er hat vielmehr schon einige Zeit mit seinem Angriff begonnen, ehe man ihn praktisch mit einem Fungizid erfassen kann. So ist mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln naturgemäß kein so durchschlagender Erfolg zu erzielen wie etwa gegen Fuskladium.

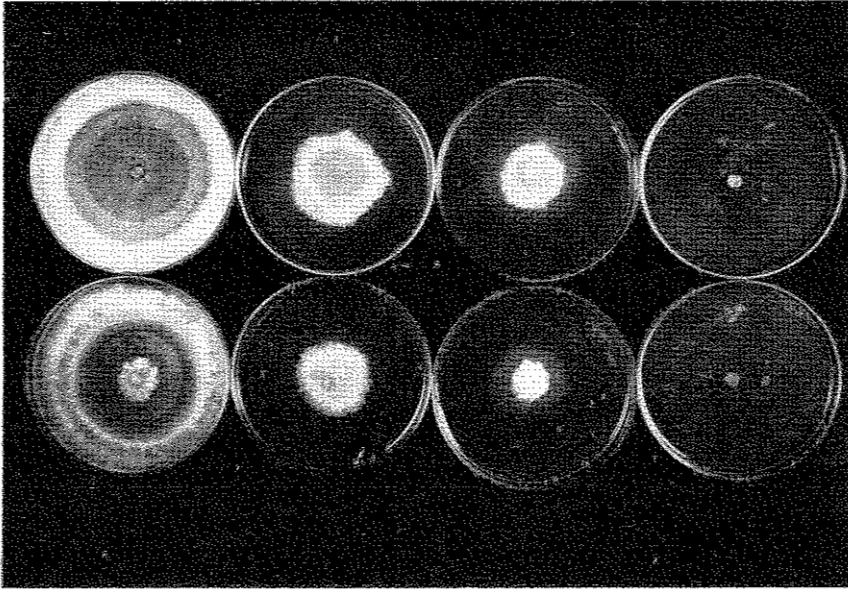
Da auf dem Versuchsfeld unseres Instituts in Heidelberg-Neuenheim in der Apfelbuschanlage 6 Apfelsorten stark befallen waren, konnten die Versuche hier durchgeführt werden. Im vergangenen Jahr verliefen Spritzungen mit 3 deutschen 50%igen Netzschwefeln in 0,2% Konzentration unter Netzmittelzusatz und bei 3 Vor- und Nachblütebehandlungen ergebnislos obwohl die Bäume entsprechend den Schweizer Erfahrungen im Gegensatz zur Spritztechnik bei der Schorfbekämpfung gründlich naßgespritzt worden waren. Da die Netzschwefel in ihrer bisherigen Konzentration auch in der Schorfbekämpfung nicht befriedigt hatten und im Ausland allgemein 80%ige Präparate im Handel sind, wurde von der Biologischen Bundesanstalt Ende 1950 für diese Mittel ein 80%iger Gehalt an Schwefel verlangt und als Anwendungskonzentration gegen Schorf 0,5 und 0,4% empfohlen.

Bei den diesjährigen Versuchen erhielten von den 6 befallenen Sorten Allington Pepping, Goldparmäne und Klarapfel 3 Vor- und Nachblütespritzungen, Cox Orangen, Nordhausen und Signe Tillich dagegen nur eine Vorblüte- und 3 Nachblütebehandlungen. Außerdem wurden die in ihrer Teilchengröße verschiedenen Schwefelpräparate bei den 4 oder 6 Behandlungen durchgehend in einer niedrigen und einer höheren Konzentration gespritzt. Es wurden 0,5—1,5 kg auf 100 l gegeben. Vor allem im Plantagenobstbau des Auslandes spielt es praktisch keine Rolle, ob 5- oder gar über 10mal gespritzt wird. Bei den Anbauverhältnissen Südwestdeutschlands ist die Sachlage jedoch wesentlich anders. Infolgedessen sollte zunächst einmal die Wirkung von 4 und 6 Behandlungen bei gleichzeitiger Variation der Mittelkonzentration überprüft werden.

Netzmittel werden noch nicht anerkannt. Für die Apfelmehltaubekämpfung muß die Netzmittelfrage jedoch eine Lösung finden. Es kann jede Firma wie in der Schweiz ein mit ihren Mitteln verträgliches gutes Präparat herstellen oder aber auch ein allgemein verwendbares Mittel. Zu verlangen wäre neben der Verträglichkeit eine hohe Netzfähigkeit ohne zu starke Beeinflussung der

Haftfähigkeit der Schwefelpräparate, eine möglichst hohe Pflanzenunschädlichkeit und vielleicht auch eine fungizide Wirkung. Bei einer Prüfung von 3 Netzmitteln hinsichtlich ihres Einflusses auf das Myzelwachstum zeigten sich deutliche Unterschiede. Eines dieser Mittel dürfte auf Pilzmyzel ebenso giftig wirken wie das Buna-Netzmittel, über das kürzlich Köhler, Aschersleben, berichtete (Abb.).

Zu den Vorblütespritzungen ist noch zu sagen, daß sie nur ungefähr bei den von der Versuchsstation Lausanne genannten Knospenstadien durch-



Myzelwachstum von *Rhizoctonia solani* auf Kartoffelsaftagar nach Zusatz von Netzmitteln. Obere Reihe 0,1 %, untere 1,0 %. Von links nach rechts: Kontrolle, Netzmittel I, II, III; bei letzterem völlige Abtötung des Myzels im Impfstück

geführt wurden. Außerdem erfolge keine individuelle Berücksichtigung der Früh- und Spätblüher, um so bei den einzelnen Sorten verschiedene Knospenstadien zu erfassen. Die Termine waren bei der einen Versuchsreihe der 19. April, bei der anderen der 6., 18. und 26. April. Der ungleiche Abstand von 11 und 7 Tagen ergab sich notwendigerweise aus einem Temperaturrückgang in der Zeit vom 7.—15. April. Das Temperaturmittel des Monats lag für Heidelberg verhältnismäßig tief, nämlich bei $6,9^{\circ}\text{C}$, d. h. $4,1^{\circ}\text{C}$ unter der von Schweizer Seite genannten kritischen Temperatur von 11°C .

Die Auswertung der Versuche erfolgte im August, so daß der Primärbefall, der von den Knospen ausgeht, und der Sekundärbefall durch die später auftretenden Konidien nicht getrennt erfaßt wurde. Bei den Buschbäumen war eine Auszählung einigermaßen leicht durchführbar. Bei Hochstämmen hat man sich in der Schweiz übrigens dahingehend geeinigt, daß man nicht

in die Kronen steigt, sondern daß jeder Baum von 4 Personen unter Benutzung eines Fernglases aus 10 oder 12 m Entfernung bewertet wird.

Die Versuche führten zu ähnlichen Ergebnissen wie in der Schweiz. Die Befallszahlen schwankten zwischen den drei Bäumen der Versuchspartellen z. T. stärker, was u. a. mit einem unterschiedlichen Primärbefall zusammenhängen dürfte. Hinsichtlich der Wirkung der drei Mittel ergaben sich keine eindeutigen Unterschiede. Dagegen zeigte die Versuchsreihe mit nur einer Vorblütespritzung bei allen drei Sorten folgende einheitliche Tendenz: bei den niedrigen Konzentrationen ging der Mehllaubbefall im Mittel um 48 % zurück, bei den höheren Konzentrationen dagegen um 67 %. In der Versuchsreihe mit drei Vorblütespritzungen reagierten die drei Versuchssorten jedoch unterschiedlich. Die Befallssenkung war hier beim Klarapfel am höchsten. Sie betrug 88 %. Dann folgte der Allington Pepping mit rund 80 %. Die Goldparmäne hatte hingegen mit etwa 54 % keine bessere Wirkung zu verzeichnen als bei der Spritzfolge mit nur einer Vorblütebehandlung. Zwischen den niederen und höheren Konzentrationen ergab sich hier kein Unterschied im Befall.

Solange wir die Bekämpfung des Apfelmehltaues nicht derart in der Hand haben, wie z. B. die des Apfelschorfs, kann man selbstverständlich keine in jedem Falle eindeutigen Ergebnisse erwarten. Dieser Mangel ist dadurch mit bedingt, daß beim Apfelmehltau noch nicht alle biologischen Zusammenhänge ausreichend analysiert sind. So ist auch noch nicht klar, ob die Spritztermine, wie sie sich bisher im Lausanner Gebiet bewährt haben, unter allen klimatischen Bedingungen zutreffen. Vielleicht geben die unterschiedlichen Ergebnisse in der Versuchsreihe mit den drei Vorblütespritzungen insofern einen weiteren Hinweis, als zur Zeit der „Kurzvorblütespritzung“ am 26. 4. der Klarapfel bereits zu 60—70 % beim Aufblühen war und der Allington Pepping zu 20—30 %, während sich die Goldparmäne noch im roten Knospenstadium befand. Bei ihr war aber der Bekämpfungserfolg am schlechtesten. Unter Umständen kann man also auch beim Apfelmehltau, wie beim Schorf, durch eine Spritzung in die Blüte den besten Erfolg erzielen. Dies wäre verständlich, da sich gerade in dieser Zeit eine stärkere Weiterentwicklung der jungen Blättchen vollzieht, deren Oberflächen dann spritztechnisch viel leichter erfaßbar werden. Jedenfalls sollten danach, wie bei der Fusikladiumbekämpfung, die Kurzvor- und Kurznachblütespritzung wenigstens möglichst dicht an die Blüte herangelegt werden.

Erwähnen möchte ich noch, daß auch bei nur 4 Spritzungen und einer Konzentration von 0,5 % das Auftreten der Roten Spinne praktisch völlig ausreichend unterdrückt wurde. Jetzt im Oktober stehen die unbehandelten Bäume infolge der starken Schädigung durch die Rote Spinne schon stark entlaubt da, während die behandelten Bäume eine normale herbstliche Belaubung zeigen.

Vor kurzem erschien der 50. Jahresbericht der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien. Darin wird die Apfelmehltaubekämpfung als ein noch immer ungeöstes Problem bezeichnet, da selbst nach mehrjähriger Behandlung die Wirkung der verschiedensten Schwefelpräparate unter Netzmittelzusatz sehr unbefriedigend blieb. Durchgeführt wurden drei Vor- und eine Nachblütespritzung. Diese kurzen Angaben lassen eine Beurteilung der negativen

Befunde nicht ohne weiteres zu. Möglicherweise sind aber zu geringe Schwefelkonzentrationen angewandt worden, und außerdem reicht eine Nachblütespritzung nicht aus. Jedenfalls macht diese Mitteilung auch wieder die Schwierigkeiten deutlich, die der planmäßigen Bekämpfung dieses Schädlings entgegenstehen.

Auf Grund der vorliegenden positiven Ergebnisse sollte man der Praxis aber doch wohl die Bekämpfung des Apfelmehltaues empfehlen, wie dies auch Kotte schon in seinem Buch „Krankheiten und Schädlinge im Obstbau“ unter Hinweis auf die Erfolge in der Schweiz getan hat. Die Obstbauer müssen nur eingehend über die Besonderheiten des Bekämpfungsganges unterrichtet werden, d. h. über Erfolgsaussichten, Spritztermine, Konzentration der Mittel, Netzmittelzusatz und die Spritztechnik. Dabei wäre auf den Vorteil einer gleichzeitigen Bekämpfung des Schorfs und vor allem der Roten Spinne hinzuweisen.

Diskussion

Zanon berichtet, daß bei starkem Mehлтаubefall ein Zusatz von 100—150 g Kaliumpermanganat zur Netzschwefelbrühe empfohlen und auch in den Spritzplan aufgenommen wurde.

Blunck regt an, daß auf der nächstjährigen Pflanzenschutztagung ein Schweizer Fachmann über dieses Thema sprechen möge. Der Apfelmehltau sei trotz der fortschreitenden Entwicklung der Bekämpfung immer noch in Zunahme begriffen. Daraus müsse man die Folgerungen ziehen.

Wartenberg meint, es sei ein Fehler, die Sache allzusehr von der Seite der chemischen Bekämpfung her zu betrachten. Es werde zu wenig beachtet, daß der Apfelmehltau bereits seit 1900 im Steigen begriffen ist. In Mitteldeutschland rechne man bereits mit einem Aussterben der Apfelbäume. In Naumburg sei deshalb ein umfangreiches Programm mit dem Ziele der Resistenzzüchtung aufgestellt worden. Es sei daher verfehlt, in diesem Zusammenhang von einer Krise zu sprechen. Trotz Krisen sei durch Resistenzzüchtungen mancherlei zu erreichen.

Blunck stellt fest, daß nicht beabsichtigt war, den Züchtern den Mut zu nehmen. Es sollte nur die Praxis vor übertriebenen Hoffnungen gewarnt werden. Resistente Sorten seien allemal wertvoller als Fungi- oder Insektizide.

Thiem ist der Meinung, das Auftreten des Apfelmehltaues habe in Abhängigkeit von ökologischen Faktoren immer gewissen Schwankungen unterlegen. Die Witterung sei häufig für das seuchenhafte Auftreten ausschlaggebend. Von einer absoluten Zunahme des Apfelmehltaues könne man nach seinen Erfahrungen aber nicht sprechen.

Blunck erwidert, man könne von einem gewissen Auf und Ab beim Auftreten des Mehлтаues sprechen, aber die Kurve sei nach seinen Erfahrungen doch ständig im Steigen begriffen.

Wartenberg bemerkt, z. Z. befänden wir uns in einer ungeheuren Epidemie; es habe eine tatsächliche Ausbreitung der Krankheit stattgefunden.

Blunck bittet, diesem Thema auch auf der nächstjährigen Pflanzenschutztagung Raum zu geben.

Dr. H. Hochapfel,

Institut für Obstbau, Heidelberg

Die Bedeutung des Bors bei der Kultur von Apfelsämlingen im Zusammenhang mit der Bodenmüdigkeit

In der Obst- und Gartenbau-Zeitschrift Württembergs erschien im Dezember-Heft 1949 eine Mitteilung von Klumpp unter dem Titel „Kupferschlackenmehl im Obstbau“. Darin wurde ausgeführt, daß Apfelbäume, die unmittelbar nach 140 Jahre alten Birnbäumen gepflanzt wurden, an den Stellen besser wuchsen, wo man zusätzlich 5 kg Kupferschlackenmehl in die Pflanzgrube gegeben hatte. Ebenso war nach einer Düngung mit Schlackenmehl in einem mit Typ IV aufgepflanzten Baumschulquartier ein deutlich freudigeres Wachstum gegenüber Unbehandelt eingetreten.

Auf Grund dieser Beobachtungen nimmt der Verfasser an, daß die sogenannte Bodenmüdigkeit weitgehend durch einen Mangel an Spurenelementen bedingt ist und daß dabei vor allem Kupfer eine Rolle spielt, dann aber auch Mangan, Zink, Kobalt und Molybdän, die ebenfalls im Kupferschlackenmehl enthalten sind. Falls aber die Bodenmüdigkeit tatsächlich auf einen gleichzeitigen Mangel an mehreren Spurenelementen zurückgeht, muß es etwas überraschen, daß dem Bor, das nicht im Schlackenmehl vorhanden ist, in diesem Falle keine Bedeutung zukommen soll. Bormangelkrankungen sind nach einer Zusammenstellung von Schropp bisher bei mindestens 160 Pflanzenarten versuchsmäßig nachgewiesen worden, auch bei Apfel, Birne, Pfirsich, Aprikose, Erdbeere und Brombeere. Bei Apfelsämlingen fand Maier 1940 sogar, daß zu ihrer normalen Weiterentwicklung von den 12 Spurenelementen der Hoagland'schen A-Z-Lösung nur Bor notwendig ist. Dieser Befund, der von Kobernuss 1950 unter fast gleichen Versuchsbedingungen bestätigt wurde, steht allerdings im Gegensatz zu der Erfahrung, daß die Pflanzen zu einem ungestörten Ablauf ihres Stoffwechselgeschehens eine ganze Reihe von Spurenelementen unbedingt brauchen. Außerdem sind ja auch im Obstbau Krankheits Symptome durch Mangan-, Kupfer- und Zinkmangel seit längerem bekannt.

Maier und auch Kobernuss haben in ihren Versuchen die van der Crone'sche Nährlösung benutzt und nicht die Knop'sche oder Hoagland'sche. Von dieser Lösung ist seit den ersten Untersuchungen von Hollrung im Jahre 1908 bekannt, daß sich in ihr im Gegensatz zu anderen Nährlösungen Obstgewächse einigermaßen normal weiterentwickeln, d. h. also auch ohne Zugabe von Spurenelementen.

Die Frage nach der Ursache für das unterschiedliche Wachstum in den verschiedenen Grundnährlösungen läßt Maier offen. Er stellt nur fest, daß der pH-Wert dafür wohl kaum ausschlaggebend ist. Nach den Versuchsergebnissen von Stout und Arnon dürfte aber vielleicht der unterschiedliche Reinheitsgrad der Salzgemische hinsichtlich des Gehalts an Spurenelementen als Grund in Betracht kommen. Beide wiesen 1939 in ihrer Arbeit darauf hin, daß bei derartigen Versuchen auch die Nährsalze einer besonderen Reinigung zu unterziehen sind, vor allem, wenn man tatsächlich mangan-, kupfer- und zinkfreie Kulturen mit den entsprechenden Wachstumshemmungen

erzielen will. Jedenfalls wählte ich zu den folgenden Versuchen die gewissermaßen ungünstigere Hoagland'sche Nährlösung.

Die Salze wurden in reiner Form von der Firma E. Merck - Darmstadt bezogen und das benötigte Wasser in einer seit Jahren gebrauchten Glasapparatur doppelt destilliert. Die benutzten Mitscherlichgefäße, die 7 kg Quarzsand faßten, waren gleichfalls schon Jahre in Gebrauch. Als Versuchspflanzen dienten selbst herangezogene Keimpflanzen des Roten Trierer Weinapfels, von denen wegen der erblichen Heterogenität möglichst gleichwüchsige gesund aussehende Pflanzen ausgewählt wurden, die bereits 5—6 Laubblätter ausgebildet hatten. Jeder Versuch umfaßte 6 Pflanzen. Mehr anzusetzen war nicht möglich, da unser Institut nur ein sehr kleines behelfsmäßiges Kalthaus zur Verfügung hat. Die Pflanzen standen rund 7 Wochen vom 22. August bis zum 12. Oktober, d. h. bei abnehmender Tageslichtdauer und bei Temperaturen zwischen 8 und 32° C. In den Versuchen wurde einmal als Kontrolle die Hoagland'sche Grundnährlösung von $\frac{1}{2}$ bis dreifach normal gestaffelt, sodann der normalen Lösung die A-Z-Lösung zugegeben und schließlich statt der 12 Spurenelemente nur Borsäure in steigender Konzentration von 10 bis 300 mg hinzugefügt. Bei Abschluß des Versuchs wurden die Pflanzen vorsichtig aus dem Quarzsand herausgenommen, damit das Wurzelwachstum beurteilt werden konnte. Das Ergebnis war folgendes:

In den Gefäßen mit der Hoagland'schen Grunddüngung von $\frac{1}{2}$ bis 3fach normal war zuerst ein verhältnismäßig starkes Triebwachstum erfolgt. Als die Stockung am Vegetationspunkt einsetzte, hatten die jungen Sämlinge gut doppelte Höhe erreicht. Die Wurzeln waren dagegen nur wenig gewachsen. Sie zeigten bei Herausnahme aus dem Quarzsand keine neuen weißen Zuwachszonen. Ihre Farbe war fast vollständig braun, nur nach den Spitzen zu heller. An den Blättern und Internodien traten im Verlauf der 7 Versuchswochen keine Mangelsymptome zutage. Ebenso fanden sich an den Wurzeln keine Verdickungen (Abb. 1). Es müssen daher aus den Keimblättern und während der Vorkultur in Torfmull vor allem für das Triebwachstum anfänglich ausreichende Mengen an Spurenelementen gespeichert worden sein. Bei Zusatz der A-Z-Lösung wurden die Triebe nicht viel länger, jedoch wuchsen die Spitzenblätter bis zuletzt langsam weiter, auch während der kühleren und kürzeren Tage im Oktober. Hinsichtlich der Wurzelkrone ergab sich jedoch das auch von anderen Pflanzen her gewohnte Bild einer ganz erheblichen Wachstumssteigerung gegenüber der Kontrolle. Dazu machten die Wurzeln einen völlig gesunden Eindruck: sie waren fast in ihrer ganzen Ausdehnung schön weiß und reich verzweigt (Abb. 1). Die je Topf mit der A-Z-Lösung gebotene Borsäuremenge betrug 4,3 mg. Die weiteren Versuchsgruppen mit den Grundnährstoffen und Borsäure allein wiesen im Gegensatz zu den Ergebnissen von Maier und Kobernuss in keinem Fall ein so ausgezeichnetes Wurzelwachstum wie bei Zugabe der A-Z-Lösung auf. 10 mg Borsäure hatte sogar keinen sichtlichen Einfluß auf das Trieb- und Wurzelwachstum. Der braune Farbton der Wurzeln war der gleiche wie bei den Hoagland'schen Grundnährsalzen allein (Abb. 1). Bei 25 mg Borsäure zeigte sich dagegen ein Triebwachstum wie bei Zugabe der A-Z-Lösung. Die Wurzelneubildung war aber kaum halb so stark wie dort, die Wurzeln kürzer und weniger verzweigt, ihre Farbe weiß bis auf die älteren hellbraunen Teile

(Abb. 1). Die 50-mg-Gruppe entsprach hinsichtlich Trieb- und Wurzelwachstum ungefähr der vorhergehenden mit 25 mg, jedoch traten hier an den Wurzeln schwache Schädigungen in Erscheinung. Die weißen Wurzeln waren stellenweise braun gefleckt und ihre Spitzen zum Teil leicht verdickt (Abb. 2). Rechnet man 50 mg auf Flächeneinheit um, so entspricht diese Menge ungefähr 16 kg Borsäure je ha. Bei 100 mg Borsäure war die Schädigung schon deutlich und das Triebwachstum kam frühzeitiger zum Abschluß. Die Trieblänge blieb gegenüber den anderen Gruppen etwa um $\frac{1}{3}$ kürzer. Die Wurzeln waren braun und nur an den Spitzen heller. 200 und 300 mg ließen nur noch ein ganz geringes Weiterwachstum der Triebe zu, die Wurzeln waren



Abb. 1. Von links nach rechts: Apfelsämlinge aus Quarzsand mit $\frac{1}{1}$ normaler Grunddüngung nach Hoagland ohne A—Z, desgl. mit A—Z, desgl. nur 10 mg Borsäure, desgl. 25 mg Borsäure

dunkelbraun gefärbt. Während der 7wöchigen Versuchsdauer erfolgte jedoch kein Absterben der Pflanzen.

Bemerken möchte ich noch, daß die Triebe in dem Versuch mit Zusatz der A-Z-Lösung eine geringere Stärkespeicherung aufwiesen als die in den anderen Gruppen.

Versuche mit Kupferschlackenmehl auf ausgesprochen apfelmüdem Baum-schulgelände verliefen ergebnislos. Die Bodenbehandlung erfolgte in Heidelberg Mitte Februar, in Landau Mitte März und in Ladenburg Mitte April mit 300, 600 und 900 kg je Hektar. Die Mittelmengen wurden mit feuchtem Sand gemischt ausgestreut. Die Sämlinge erreichten auf dem müden Boden bei „behandelt“ und „unbehandelt“ eine Durchschnittshöhe von 40 cm und eine Stärke von 5 mm. In nicht müdem Boden wurden die Pflanzen dagegen durch-

schnittlich 90 cm hoch bei einer Stärke von 10 mm. Erst bei Abschluß der Versuche kann hier festgestellt werden, ob an den Wurzeln Verdickungen wie bei Bormangel vorhanden sind.



Abb. 2. Durch 50 mg Borsäure geschädigte Wurzeln eines Apfelsämlings: braune Flecke und z. T. leicht verdickte Wurzelspitzen

Ebenso negativ blieb die Auswirkung einer Düngung in Heidelberg und Landau mit einem 3,5 und 7% Borsäure enthaltenden Kupferschlackemehl, wodurch bei 600 kg je Hektar gleichzeitig auch rund 20 und 40 kg Borsäure aufgebracht wurden. Kobernuss hat aber mit 40 kg Bor je ha auf kern- und steinobstmüden Böden in Mitteldeutschland eine fast völlige Beseitigung der Wachstumsstockung erzielt. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch ein kürzlich von Knickmann aus dem Rheinland berichteter Fall, wo die Bordüngung in einer schlechtwüchsigen Apfelfunganlage ohne Erfolg blieb. In dem gleichen Gelände reagierten jedoch Birnen und Kirschen schon nach wenigen Wochen auf die Borgabe.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß im Vegetationsversuch mit Quarzsand bei Verwendung der Hoagland'schen Grundnährsalze eine Zugabe von

Bor allein auch bei Apfelsämlingen kein normales Wachstum zuläßt. Ferner führt eine Düngung mit Kupferschlackenmehl selbst bei einem Borgehalt von 40 kg je ha in apfelmüden Böden Nordbadens und der Pfalz zu keiner Beseitigung der Wachstumshemmung. Diese widersprechenden Befunde aus Mittel- und Westdeutschland lassen noch keine ganz eindeutige Erklärung zu, besonders da von K o b e r n u s s bisher nur eine kurze vorläufige Mitteilung vorliegt. Es besteht aber die Möglichkeit, daß bei den Böden in Mitteldeutschland mehr Bormangel als Bodenmüdigkeit vorgelegen hat.

D i s k u s s i o n

B l u n c k betont die Notwendigkeit, alle Versuche mit Spurenelementen aufmerksam zu verfolgen.

F i s c h e r hebt die Wichtigkeit des Begriffs „Bodenmüdigkeit“ für das Baumschulenwesen hervor. Die günstigen Wirkungen von Kupferschlackenmehl, Mangan und Bor seien in der Praxis bekannt. Doch dürfe man Bodenmüdigkeit und Spurenelementmangel nicht miteinander verwechseln.

Wachsstoffmittel

Dr. H. Bömeke,

Obstbauversuchsanstalt Jork

Versuche mit Hormonen im Obstbau

Über den Wert der Hormonanwendung im Obstbau ist man häufig noch geteilter Meinung. Ich gebe zu, daß auf die Hormonmittel anfangs zu große Hoffnungen gesetzt worden sind, und daß bei falscher Anwendung der z. T. noch ungenügend erprobten Mittel Nachteile für Baum und Frucht entstehen können. Doch bei vorschriftsmäßiger Anwendung ist ein nicht zu unterschätzender Nutzen daraus zu ziehen.

Schon im Jahre 1935 hatte bereits Fischnich (1) mit der β -Indolyl-essigsäure an Coleuspflanzen Adventivwurzeln erhalten. Nicht lange währte es, bis diese Säure Eingang in die gärtnerische Praxis fand. Heute ist das Bewurzelungshormon weit bekannt und ermöglicht manche vegetative Vermehrung von Pflanzen, die früher nicht möglich war. Aber erst 1942 veröffentlichten Hitchcock und Zimmerman (2) die ersten Bewurzelungsversuche an Apfelstecklingen; doch darf man diese Bewurzelungsergebnisse nicht zu hoch bewerten, da es sich meistens um E. M.-Typen handelt, die sich von Natur aus größtenteils auch ohne Zufuhr von Wachsstoffen bewurzeln. Wir in Jork befaßten uns mit der Bewurzelung der Edelreiser von Kirschen und Äpfeln. Nach unseren Ergebnissen ließ sich nach einer Wachsstoffbehandlung wohl eine gute Kallusbildung erzielen, aber damit hörte es dann auch auf. Eine regelrechte Bewurzelung von Stein- und Kernobst-Stecklingen ist noch nicht geglückt und dürfte mit unseren heutigen Wachsstoffpräparaten auch nicht zu erreichen sein.

Da die Wachsstoffe die Kallusbildung begünstigen, lag es nahe, diese für die Veredlung von Obstbäumen auszunutzen. Im Laufe der Jahre sind viele Versuche in dieser Richtung gemacht worden. Aber befriedigende Ergebnisse liegen bis heute noch nicht vor.

Überoptimale Wachsstoffkonzentrationen hemmen bekanntlich das Wachstum der Pflanzen. Schon 1933 gelang es Laibach (3), durch Orchideen-Pollinien das Austreiben der Seitenknospen zu hemmen. Bekannt ist auch das Schulbeispiel, daß man durch Aufstreichen von Wachsstoffpaste auf einen dekapitierten Sproß die unter der Schnittfläche liegenden Augen am Austrieb hindern kann. Für Einkellerungskartoffeln haben wir bereits Stoffe auf Hormonbasis, die wirksam gegen das lästige Auskeimen sind. Ein harmloses Mittel zur Verzögerung des Knospenausstreibens zum Schutze gegen Blütenfröste wurde noch nicht gefunden. Alle bisher angewandten wirksamen Mittel und Dosierungen haben sich als schädlich für Blatt und Blüte erwiesen, so daß wir einstweilen dieses Problem wieder zurückgestellt haben. Eine Spritzung zur Austriebverzögerung hat nämlich nur dann einen wirtschaftlichen Wert, wenn der Austrieb ohne Schaden für die Bäume um einige Wochen verzögert werden kann, um so über die kühle Frühjahrswitterung mit größerer Wahrscheinlichkeit hinwegzukommen.

Weil die Austriebverzögerung mit Hormonmitteln nicht befriedigend gelöst werden konnte, versuchten wir, mit Hilfe von Hormonspritzungen Partheno-

karpie an Stein- und Kernobst hervorzurufen. Seit 1937 befassen sich verschiedene Forscher mit diesem Problem. Bei Tomaten lassen sich ohne Schwierigkeit Jungfernbrüchte erzielen. Bei Stein- und Kernobst auf diese Art Jungfernbrüchte zu erhalten, ist z. Z. noch so gut wie aussichtslos. Wir haben die Pasten- und Sprühmethode angewandt bei Kirschen- und Apfelsorten. Vor dem Aufblühen wurden die Blütenzweige eingetütet bzw. eingezeltet. Bei einem Mittel schienen anfänglich die behandelten Fruchtknoten besser zu wachsen als die unbehandelten. Später ließ jedoch das Wachstum nach, und die kleinen Früchte fielen vorzeitig von den Bäumen.

Die periodische Tragbarkeit ist eine unliebsame Erscheinung an gewissen Obstbäumen. In Tragjahren erschöpfen sich nämlich die Bäume derart, daß sie in diesen Jahren keine Blütenknospen bilden und geschwächt in den Winter gehen. Der Nachteil der periodischen Träger liegt nicht allein darin, daß diese Bäume in einem Jahr brechend voll hängen und im folgenden kaum eine Frucht bringen, sondern daß diese geschwächten Bäume nach den Tragjahren frostempfindlicher sind und in strengen Wintern leichter erfrieren. Es ist daher von großer wirtschaftlicher Bedeutung, die periodischen Träger in regelmäßige umzuwandeln.

Die sicherste, aber auch kostspieligste Methode ist die Ausdünnung mit der Hand. Auf den riesigen Obstplantagen Amerikas entwickelte man die chemische Blütenausdünnung. Zunächst versuchte man mit Dinitropräparaten und Teerölen dieses Ziel zu erreichen. Heute greift man lieber zu den milder wirkenden Hormonmitteln. Seit einigen Jahren befassen wir uns auch in Jork mit der Blütenausdünnung auf hormonalem Wege. Doch sind hierbei derart viele Faktoren zu beachten, daß wir diese Art der Blütenausdünnung unseren Obstbauern noch nicht zu empfehlen wagen, weil wir keine allgemein gültigen Anweisungen für die Spritzungen geben können. Das Blüt stadium am Spritztag, das Wetter während der Blühperiode, der Standort und der Ernährungszustand der Bäume, die Sorte u. a. m. sind nämlich oft so ausschlaggebend für den Erfolg bzw. Mißerfolg, daß u. U. die gesamten Blüten oder überhaupt keine vernichtet werden.

In jedem Jahr fallen bei gewissen Obstsorten kurz vor der Ernte große Mengen Früchte von den Bäumen. In Amerika fand man in der α -Naphthyl-essigsäure ein wirksames Mittel gegen den vorzeitigen Abfall von Kern- und Steinobst. In der Obstbauversuchsanstalt Jork sind seit zwei Jahren die ausländischen Ergebnisse eingehend überprüft und die von der deutschen Industrie entwickelten Präparate zum vergleichenden Einsatz gekommen. In der verfloßenen Vegetationsperiode prüften wir 12 Hormonpräparate gegen den Vorerntefruchtfall. Über 500 Bäume standen im Versuch mit mehr als 1 Million Früchte.

Aus der Vielfalt der Versuche konnten wir eine klare Linie über die Wirkungsweise der α -Naphthyl-essigsäure herausarbeiten, wie sie für die Praxis notwendig ist, so daß wir im letzten Frühjahr diese Hormonspritzung bereits unseren Obstbauern empfehlen konnten.

Nach unseren Erfahrungen ist der Wirkungsgrad der Wuchshormone temperaturabhängig. In den warmen Monaten Juli und August genügen geringere Konzentrationen von α -Naphthyl-essigsäure als im September, um die gleiche Wirkung zu erzielen. Hohe Hormonkonzentrationen wirken auf Frühsorten reifebeschleunigend. Beim Weißen Klarapfel kann man die Reife

um etwa 1 Woche vorverlegen. Bei Spätsorten unterbleibt die Reifebeschleunigung. Gekoppelt mit der Reifebeschleunigung ist eine Farbintensivierung bei rotgefärbten Früchten und vermutlich auch eine Wachstumsbeschleunigung, so daß zu gewissen Zeitpunkten die gespritzten Früchte dicker und schwerer sind als die ungespritzten. Bei hochkonzentrierten Hormonmitteln besteht bei Frühsorten die Gefahr des Platzens der Früchte. Die Hormonspritzung erwies sich mit 2 Wochen vor der Pflückreife am günstigsten. Die Hormonwirkung wird am zweiten oder dritten Tag nach der Spritzung sichtbar und dauert meistens 2 Wochen an. Zweimaliges Spritzen ist bei Sorten mit einer langen Fallperiode erforderlich. Bei diesigem Wetter mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit wirkt die Hormonspritzung besser als bei trockenem, sonnigem Wetter. Spritzungen am Abend erwiesen sich wirksamer gegen den Fruchtfall als Morgen- und Mittagspritzungen. Regen 1—2 Stunden nach der Spritzung beeinträchtigt die Wirkung der Hormonmittel kaum. Durch Zusatz gewisser Netzschwefel wird die Wirkung der Hormonmittel nicht verringert. Wie weit kupferhaltige Spritzmittel die Wirksamkeit beeinträchtigen, konnte noch nicht geklärt werden. Eine Geschmacksbeeinträchtigung hormongespritzter Früchte war nicht nachzuweisen; ebensowenig sind uns Fälle von Vergiftungen nach dem Genuß solcher Früchte bekanntgeworden. Verbrennungen und Verkrüppelungen der Blätter durch die Hormonmittel wurden bei keiner Obstsorte beobachtet, wenn die Mittel in der vorgeschriebenen Konzentration angewandt wurden. Lediglich bei Frühsorten trat eine Verbrennung der jungen Triebe auf.

Ein verständlicher Wunsch unserer Baumschuler ist, ihre Ware in blattlosem Zustand verschicken zu können. Das hat uns veranlaßt, mit Hormonmitteln die Blätter zum vorzeitigen Abfallen zu zwingen. Nach vielen Fehlschlägen sandte uns eine deutsche Firma ein Mittel, das wir Anfang September spritzten. Mitte Oktober waren ohne Vergilbungsercheinung die Blätter so locker, daß man sie mit der Hand leicht abstreifen konnte. Von den unbehandelten Pflanzen waren die Blätter nur mühsam zu entfernen.

Schrifttum

1. Fischnich, O., *Planta* 24, 552—583, 1935.
2. Hitchcock, A. E., and Zimmerman, *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, 40, 292—297, 1942.
3. Laibach, F., *Ber. D. bot. Ges.*, 51, 336—340, 1933.

Diskussion

Stapp warnt davor, mit allzu großer Sicherheit die Meinung zu vertreten, daß eine Bewurzelung von Stecklingen mit Hormonen unmöglich sei. Es stehe noch nicht fest, ob nicht eine ganze Reihe von Hormonen existiert, die positiv ausschlagen können.

Blunck betont die überaus mannigfaltigen und oft unvorhergesehenen Auswirkungen der Hormonbehandlung. Dieses Problem habe sich als wesentlich vielseitiger und gleichzeitig auch als viel fruchtbarer erwiesen, als die ersten Versuche mit Hormonpräparaten erkennen ließen. Die Mahnung des Vorredners gelte vielleicht im besonderen noch für das zuletzt angeschnittene Thema: Die Auslösung vorzeitigen Blattfalls. Man müsse jedenfalls erst abwarten, wie die im Jungstadium stehenden Pflanzen auf diesen Eingriff reagieren. Keineswegs seien vorzeitige Verallgemeinerungen am Platze.

Dr. Chr. Dettweiler,

Botanisches Institut der Technischen Hochschule Stuttgart

Keimhemmungsmittel und Physiologie der Kartoffelknolle

Nach zahlreichen, uns heute oft primitiv anmutenden vergeblichen Versuchen ist jetzt nach dem letzten Kriege bei uns eine Reihe von wesentlich besser wirkenden echten Keimhemmungsmitteln auf dem Markt erschienen und z. T. sogar erstmalig als solche amtlich anerkannt worden. Abgesehen von den älteren, nicht anerkannten Formalinmitteln, die sich nur gegen die Fäulnis richten, lassen sich heute zwei große Gruppen von Keimhemmungsmitteln unterscheiden: Einmal solche, die durch Anwendung überdosierter Wuchsstoffe die Keimung hemmen, zum anderen solche, die wie das erste amtlich anerkannte Mittel so wirken, daß die Keimung über eine Teilblockierung bestimmter Atmungsvorgänge in der Knolle kontrolliert wird.

Es ist das Verdienst Guthrie's vom Boyce-Thompson-Institut in USA, 1938 ff. durch Anwendung überdosierter Wuchsstoffe erstmalig ein auch in der Praxis anwendbares Verfahren zur Keimungshemmung der Kartoffel geschaffen zu haben. Er verwandte besonders den relativ leicht flüchtigen Methyl ester der α -Naphthylelessigsäure in erheblicher Überdosierung, später kamen noch andere Verbindungen aus der gleichen Gruppe dazu, auch wurden mit wechselndem Erfolge Homologe der 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure verwendet, z. T. zur Erhöhung der Flüchtigkeit ebenfalls mit Methylalkohol verestert. Auf diesem Verfahren beruht eine große Zahl von Handelspräparaten des In- und Auslandes mit allerdings oft recht unterschiedlicher Wirkung. Besonders bei einigen amerikanischen Präparaten kamen des öfteren völlige Versager vor (3), doch lassen auch unsere eigenen Präparate noch gelegentlich zu wünschen übrig. Da diese Mittel im Laborversuch gewiß alle gut gewirkt haben werden, müssen wir die Ursache für diese ungleichmäßige Wirkung woanders suchen. Die Schwierigkeit dieses Verfahrens liegt nun einmal darin, daß stets eine nicht unerhebliche Überdosierung angewandt werden muß, die anfangs wegen der zu großen Flüchtigkeit der Verbindungen sogar bei Herbstanwendung zu einer 10fach höheren Konzentration zwang als bei Anwendung direkt vor der Keimung im Frühjahr. Es muß also für ein Handelspräparat hier ein Kompromiß geschlossen werden, um nicht zu untragbar hohen Konzentrationen zu gelangen. So kann es durchaus vorkommen, daß ein derartiges Präparat nur eben genug Wirkstoff für eine baldige Verwendung enthielt, sich aber bei der oft unvermeidlichen längeren Lagerung bei Handel oder Verbraucher bereits teilweise erschöpft hat, wie es uns allen von den in Pappdosen verkauften Formalinmitteln her bekannt ist.

Daneben hat man in den USA neuerdings auch versucht, die Keimung der Knollen durch vorheriges Besprühen der ganzen Stauden im Feldbestand mit Wuchsstoffmitteln zu hemmen. Dies gelang auch recht gut; zur Anwendung gelangten hauptsächlich Homologe der 2,4-D, wie z. B. Salze der 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure. Die geernteten Knollen keimten auch tatsächlich im Lager mehrere Monate lang nicht aus, doch sanken durch diese Behandlung sowohl Knollengröße als auch der Ernteertrag erheblich, auch ließ sich zuweilen eine stark erhöhte Schorfanfälligkeit verzeichnen (2).

Zur Ergänzung sei noch mitgeteilt, daß neben den beiden genannten Hauptgruppen auch noch andere keimhemmende Verbindungen entdeckt wurden,

z. T. wohl mehr zufällig. So fand man z. B. in England, daß dem fungizid wirkenden chlorierten Mononitrobenzol auch eine gewisse Keimhemmende Wirkung bei der Kartoffel zukommt, die aber, soweit bekannt wurde, bei weitem nicht an die Wirkung einiger Verbindungen aus der dritten Gruppe, den Fermentgiften, herankommen dürfte.

Diese dritte, größere Gruppe enthält nun die bereits genannten Atmungshemmstoffe, die an genau beabsichtigter Stelle in die physiologischen Vorgänge bei der Kartoffelknolle eingreifen. Aus dieser Gruppe ging auch unser erstes amtlich anerkanntes Präparat zur Keimungshemmung hervor. Hierzu war zunächst eine möglichst genaue Kenntnis der tatsächlichen physiologischen Vorgänge bei der Atmung und dem Wachstum der Keime nötig, doch sind die Angaben hierüber in der Literatur noch außerordentlich spärlich. Wir wissen aber z. B. aus den Untersuchungen Hemberts, daß sich die bekannte Ruheperiode der Kartoffel im Winter in zwei Abschnitte einteilen läßt: Die frisch geerntete Knolle macht gleich darauf eine etwa 6—8 Wochen lange echte Ruhezeit durch, die durch einen in den äußeren Partien befindlichen, abschälbaren Hemmstoff unbekannter Natur hervorgerufen wird. Ist dieser nach etwa 8 Wochen vollständig verschwunden, so bleibt die Knolle in einer zweiten, unechten Ruheperiode bis zur Keimung im Frühjahr liegen, die aufrecht erhalten wird durch niedrigere Lagertemperatur und die Wuchsstoffkorrelation der einzelnen Augen untereinander, die durch Abkeimen leicht gestört werden kann (es treiben dann weitere Augen aus).

Über die Art der Atmungsvorgänge, die sich besonders im Frühjahr in der keimenden Knolle abspielen, war bisher nicht viel bekannt. Man wußte lediglich, daß in der Kartoffel mindestens drei verschiedene Atmungssysteme vorkommen, von denen man die Hauptwirkung dem Polyphenol-oxydasesystem zuschrieb. Eigene Untersuchungen erbrachten nun den Nachweis, daß die Keimung der Knolle von dem ungestörten Funktionieren eines anderen Systems, dem von Szent-Györgi, abhängt. Durch Blockierung speziell der Dehydrasen dieses Systems mit Halogenfettsäuren gelang es, die Keimung reversibel vollständig zu hemmen, was z. B. bei Anwendung von Cyaniden nur bedingt möglich ist (die Kartoffeln können da erst recht keimen). Die Wirkung dieser Verbindungen läßt sich so erklären, daß gerade das genannte Atmungssystem als einziges in der Knolle in der Lage ist, rasch genug die für das Wachstum der Keime nötige Aufbauenergie zu liefern, während die Grundatmung dafür zu träge arbeitet.

Aus praktischen Gründen wurden später dann nicht mehr die streng spezifisch arbeitenden Halogenfettsäuren bzw. deren flüchtigere Ester verwendet, sondern die an sich unspezifischer wirkenden Urethane. Diese haben jedoch einige erhebliche Vorteile für die Praxis, so besonders das Phenylurethan und einige andere ähnliche Verbindungen. Sie erfüllen bei sorgfältiger Auswahl der Verbindungen folgende Bedingungen in geradezu idealer Weise:

Sichere Wirkung zu jeder Jahreszeit — auch bei länger gelagerten Präparaten — infolge ihrer sehr geringen und stetigen Vergasung bei u. U. höchster Wirkung (0.5 g / 50 kg Kartoffeln!). Unschädlichkeit auch größerer Mengen des reinen Wirkstoffes, reichliche Dosierungsbreite und einfache und billige Zugänglichkeit. Ferner fast völlige Geruchlosigkeit.

Andere Urethane besitzen diese Eigenschaften nur teilweise, sie weisen z. B. einen unangenehmen starken Eigengeruch auf oder sind zu rasch flüchtig, so daß ihre Wirkung nicht über längere Zeit konstant genug bleibt.

Für die Behandlung von Speisekartoffeln haben sich Urethane in jeder Weise bewährt, ihre Verwendung bedeutet heute geradezu einen Freibrief für jede denkbar schlechte Lagerung. Dies gilt jedoch nicht für die Anwendung bei Saatkartoffeln. Dort schien es anfangs, als ob die Wuchsstoffpräparate überlegen seien, deren Wirkung sich nach einiger Zeit ja auch umkehrt in eine Wachstumsförderung. Andererseits wurden auch mit Urethanen wieder beste Ergebnisse mit erheblichen Ertragssteigerungen erzielt. Heute können wir sagen, daß sich bei Verwendung geeigneter Urethane, besonders Phenylurethan, diese Rückschläge völlig vermeiden lassen, wenn wir nur die Saatkartoffeln genau so sorgfältig behandeln wie sonst auch.

Alle im Handel befindlichen Keimhemmungspräparate bezeichnen sich auch gern als fäulniswidrig. Wie schon Quantz (6) mitteilte, trifft dies nicht ganz zu, die Fäulniserreger selbst werden durch die Mittel selber kaum abgetötet. Sie wirken vielmehr meist mehr indirekt, indem die behandelten Kartoffeln schon durch die meist reichlich gegebene Füllmasse trockener und durch den Fortfall des Keimfilzes luftiger liegen. Andererseits besitzen aber gerade einige Urethane eine hierdurch nicht allein erklärbare gute konservierende Wirkung.

Schrifttum

1. Guthrie, J. D., Science (N. Y.) **88**, 86, 1938.
2. Smith, O., Baeza, M. A., and J. H. Ellison, Bot. Gaz. **108**, 421, 1947.
3. Wilson, A. R., and R. K. McKee, Agriculture LV, 296, 1948.
4. Hemberg, T., Acta Horti Bergiani **14**, 133, 1947.
5. Quantz, L., Nachrbl. Biol. Zentralanst. Braunschweig **1**, Heft 7, 1949.
6. Quantz, L., Vortrag Pflanzenschutztagung 1949 (Fulda).
7. Baumeister, W., Angew. Bot. XXVI, 33, 1951.
8. Dettweiler, Chr., Kartoffelwirtsch. **1**, 1948.

Diskussion

Stapp betont, bei der Anwendung von Keimhemmungsmitteln bei Saatkartoffeln sei allergrößte Vorsicht geboten. Nach seinen eigenen Erfahrungen hätten die mit solchen Mitteln behandelten Kartoffeln im Frühjahr mehr oder weniger versagt. Meistens seien Keimverzögerungen von einigen Wochen eingetreten, die eine erhöhte Anfälligkeit der Knollen gegen bakterielle und pilzliche Infektionen zur Folge hatten. Je länger die Einwirkung des Mittels gedauert hätte, um so ungünstiger sei sein Einfluß gewesen. Die BBA habe die Keimhemmungsmittel nur für Verbrauchskartoffeln anerkannt, nicht dagegen für Saatkartoffeln. Es sei davor zu warnen, die Keimhemmungsmittel für Saatkartoffeln zu empfehlen.

Blunck bemerkt, es dürfe nicht übersehen werden, daß auch die Keimhemmungsmittel eine positive und eine negative Seite haben. Hier sei wiederum eine Parallele zur Humanmedizin zu erkennen. Im übrigen hätten die beiden letzten Referate gezeigt, daß auch der Pflanzenschutz in vielen Dingen ohne die chemischen Mittel auskommen kann. Vielleicht könne auch die ökologische Forschung neue Wege in dieser Beziehung aufzeigen und uns von den im Augenblick sehr im Vordergrund stehenden chemischen Mitteln etwas entlasten.

Insektizide

Prof. Dr. F. D u s p i v a ,
Institut für Obstbau, Heidelberg

Zentrale Stoffwechselfvorgänge in ihrer Beziehung zu neuzeitlichen Insektiziden

Der ungewöhnlich raschen Entwicklung neuartiger Insektizide im letzten Jahrzehnt folgte ihre Anwendung im Pflanzenschutz und in der Hygiene in einem großen Ausmaß. Zu den vielen neuen Möglichkeiten gesellten sich aber auch neue Probleme, wie z. B. das Auftreten resistenter Stämme der sonst im allgemeinen empfindlichen Arten, welche eine intensive Bearbeitung der Grundlagen anregten. Hierzu gehört auch die Frage nach dem Wirkungsmechanismus der Kontaktinsektizide. In diesem beschränkten Rahmen kann nur die stoffwechselphysiologische Seite dieses umfangreichen Fragenkomplexes erörtert werden.

Viele Biologen halten die Kontaktinsektizide für Nervengifte. Tatsächlich gelang D u B o i s & M a n g u n (1947) der Nachweis, daß Alkylpolyphosphate (Tetraäthylpyrophosphat und Hexaäthyltetraphosphat) sehr starke Inhibitoren der Cholinesterase von Wirbeltieren sind. Bald darauf wurde von D u B o i s, D u o l l, S a l e r n o & C o o n (1949) auch das Parathion in gleichem Sinne wirksam erkannt.

Unter den Neurophysiologen ist heute die Auffassung weit verbreitet, daß das Auftreten und Verschwinden von Acetylcholin (ACh) ein entscheidender Faktor bei der Erregungsleitung im Nerven ist. Für die physiologische Wirkung des ACh ist eine aktive Acetylcholinesterase (AChE) unerlässlich. Die AChE ist im Nerven- und Muskelgewebe des ganzen Tierreiches vorhanden. Der Gehalt an AChE ist in den Synapsen, vor allem des autonomen Systems, und in den Nervenendigungen an den Muskeln und Drüsen sehr hoch. Die AChE hydrolysiert das ACh überaus schnell (hohe Wechselzahl), so daß das Enzym wohl in der Lage ist, das im Nerven zwischen zwei einzelnen Erregungsstößen anfallende ACh zu entfernen. Wird die Aktivität der AChE gehemmt, so verschwindet das Aktionspotential des Nerven. Die Blockierung der AChE im Gehirn bedeutet den Tod. Man muß aber bedenken, daß neben der AChE, die auch im lebenden Organismus wohl ohne Zweifel das ACh spaltet, noch andere Esterasen vorkommen; viele von ihnen spalten ACh sehr gut, jedenfalls schneller als andere Ester. Manche von ihnen sind auch in den übrigen Eigenschaften der AChE der Nerven sehr ähnlich, z. B. das in der Membran der roten Blutkörperchen sitzende Enzym. Andere sind besser zu unterscheiden, sie alle werden Cholinesterasen (ChE) genannt. Diese Enzyme sind an der Leitung im Nerven nicht beteiligt. Ihre Funktion ist noch unbekannt. Es gibt spezifische Hemmstoffe für alle ChE. Man kann sie in 4 Gruppen aufteilen: 1. Quaternäre Ammoniumbasen (Prostigmin), 2. Physostigmin und andere Urethane, 3. Alkylfluorophosphat, 4. Alkylpolyphosphate und gewisse andere organische Phosphorester (E 600, E 605). Zu den Gruppen 2 und 4 zählen sehr wichtige Insektizide. Diese zunächst an Wirbeltieren gewonnenen

Feststellungen dürften im großen und ganzen auch für die Enzyme der Insekten Geltung haben, denn durch Esterpräparate getötete Insekten zeigen im Nervensystem keine ChE-Aktivität mehr. Metcalf & March (1949) haben die Inhibitorwirkung einer größeren Anzahl von Estern und Amiden der Phosphor- und Pyrophosphorsäure auf die ChE der Biene und Stubenfliege untersucht und festgestellt, daß die Toxizität dieser Stoffe im allgemeinen in einer direkten Korrelation zu dem Betrag der Aktivitätsverminderung der ChE steht. Es fiel dabei auf, daß das Di-isopropyl-p-nitrophenyl-thiophosphat für die Bienenarbeiterin als Kontaktinsektizid vollständig ungiftig und auch gleichzeitig *in vitro* für die Bienen-ChE ein sehr schwacher Hemmstoff ist. Dieselbe Verbindung ist aber für die Weibchen der Stubenfliege ein starkes Berührungsgift und dementsprechend *in vitro* ein wirksamer Hemmstoff der

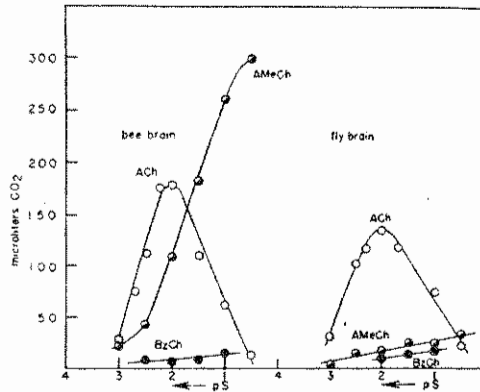


Abb. 1. Aktivitäts-pS-Kurven der enzymatischen Spaltung von Acetylcholin, Acetyl- β -methylcholin und Benzoylcholin durch Bienen- und Fliegenhirn-Cholinesterase (Nach Metcalf & March, 1950)

Fliegenhirn-ChE. Mit diesem Befund beginnt die Erforschung des Wirkungsmechanismus von selektiven Insektiziden. Nach Ansicht der Autoren verhindert eine Kombination von Isopropyl- und Thiophosphorylgruppen irgendwie die Kopplung des Hemmstoffes mit der Bienen-ChE. Das würde auf Unterschiede in der Proteinstruktur der betreffenden Enzyme aus dem Nervensystem der Fliege und Biene deuten. Die Beobachtung zeigt also, daß es unter den Phosphorestern Verbindungen gibt, die für gewisse Arten auf Grund einer inneren Resistenz ungiftig sind. Der Befund verdient deswegen unsere Aufmerksamkeit, weil es dem Pflanzenschutz in erster Linie darauf ankommt, die Schädlinge zu treffen, aber Bienen, räuberische und wirtschaftlich belanglose Insektenarten zur Erhaltung des biologischen Gleichgewichtes zu schonen. Bei einem eingehenden Vergleich der ChE von Biene, Stubenfliege, Schabe und Maus sind noch weitere bemerkenswerte Unterschiede gefunden worden. Das Homogenat aus Bienenköpfen gibt nach Metcalf & March (1950) bei der Spaltung von ACh die typische glockenförmige Substrat-pS-Kurve. Das gleiche Verhalten zeigen auch die Homogenate aus Fliegen-

köpfen und aus dem Gehirn der Maus. Acetyl- β -methylcholin wird in dieser charakteristischen Weise nur von dem Mäuseenzym gespalten. Bei der Biene steigt die Kurve mit der Substratkonzentration an, bei der Fliege findet man überhaupt nur eine geringe Spaltung (Abb. 1). Babers & Pratt (1951) meinten, daß bei der Fliege wahrscheinlich nur eine einzige Esterase vorkommt, welche sowohl ACh als auch β MCh hydrolysiert, während bei der Biene 2 Enzyme im Spiele sind. Auch gewisse Carbamate hemmen die ChE des Fliegen- und Bienegehirnes in verschiedener Weise (Metcalf & March 1950). Wiesmann, Gasser & Grob (1951) berichten über eine auswählende Wirkung der insektizid wirksamen Urethane G 19258 und G 22008. Eine artspezifische Wirkung ist auch bei den systemischen Insektiziden bekannt. Auf der vorjährigen Tagung konnte der Autor zeigen, daß das Octamethyltetramidopyrophosphat (Pestox 3) in vitro die ChE der Insekten nicht hemmt, aber im Körper empfindlicher Tiere in eine wirksame Anti-ChE umgewandelt wird. Der Wirkungsmechanismus von Pestox bei Insekten wurde noch im gleichen Jahre ganz unabhängig von dieser Untersuchung von Martin erkannt, nachdem vorher Gardiner & Kilby zeigten, daß auch die Kaninchenleber zu einer Umwandlung von Pestox in einen aktiven Inhibitor der Blut-ChE fähig ist. Dem Umbau von Insektiziden, die in ein Insekt eingedrungen sind, muß in Zukunft mehr Beachtung geschenkt werden. Nach Diggle & Gage (1951) hemmt eine hochgradig gereinigte Probe von Parathion die Rattenhirn-ChE in vitro nur wenig. Die gute Wirksamkeit einer technischen Probe soll im wesentlichen dem Gehalt an der Schwefeläthylisomere parallel gehen. In vivo entfaltet Parathion eine Hemmwirkung, welche nicht allein auf Verunreinigungen zurückgeht. Parathion hat auch eine beträchtliche övizide Wirkung, der ein anderer Mechanismus zugrunde liegen muß, als die Hemmung der ChE. Man kann an vielen Beispielen zeigen, daß die frühen Entwicklungsstadien der Tiere noch keine AChE-Aktivität besitzen. Die Ausbildung dieses Enzymsystems steht in einer direkten Korrelation zum Auftreten geordneter Bewegungen. Bei der Heuschrecke *Melanoplus differentialis* steigt die Aktivität der ChE an, sobald in der Neuralmasse eine sekundäre Differenzierung einsetzt. In den Eiern ist aber von Anfang an eine andere Esterase zugegen, die o-Nitrophenylacetat, nicht aber ACh spaltet (Lord & Potter, 1951). Tetraäthylpyrophosphat tötet die Eier mancher Schmetterlinge auf einem so frühen Entwicklungsstand ab, daß noch kein spezialisiertes Nervensystem vorkommt. Die unspezifische Esterase wird dabei vollständig gehemmt. Die Blockierung der AChE dürfte daher nicht die alleinige Ursache der toxischen Wirkung der E-Wirkstoffe sein. E 605 bewirkt auch eine Erhöhung der Sauerstoffrate, aber erst eine gewisse Zeit nach der Applikation (Lord 1950). Dieser Anstieg der Respiration ist, wie man direkt sehen kann, mit der Verlangsamung der Bewegungen der behandelten Tiere verbunden und geht später in einen Abfall der Sauerstoffrate über. Es besteht wahrscheinlich ein Zusammenhang zwischen Esteraseaktivität, Ionenpermeabilität und Atmung der Zelle, der aber heute noch zu wenig geklärt ist, um hier ausführlicher behandelt zu werden.

Ein schon lange bekanntes Kontaktinsektizid ist das Dinitro-o-cresol. Auch dieser Stoff erzeugt bei Insekten nach Lord (1950) anfänglich einen rapiden Anstieg der Sauerstoffaufnahme, welchem ein Abfall folgt, wenn die Tiere

absterben. Unsere Kenntnis von der Wirkungsweise des DOC auf die Zelle wurde in den letzten Jahren bedeutend gefördert. Es ist zur Gewißheit geworden, daß nicht nur das Warburgsche Atmungsferment, sondern auch der Enzymkomplex, welcher die Oxydation der Brenztraubensäure und der Fettsäuren über den sogenannten Zitronensäurezyklus bewirkt, an besondere, leicht sedimentierbare Elemente des Zellhomogenates gebunden ist. Es hat sich gezeigt, daß diese geformten Träger der aeroben Abbauvorgänge in der Zelle die den Cytologen schon lange bekannten Mitochondrien sind. In diesen Zellorganellen ist ein ganzes System von Enzymen vorhanden: die Enzyme des Zitronensäurezyklus, die Systeme des Elektronentransportes und die Enzymsysteme der oxydativen Phosphorylierungen. Eine Berechnung zeigte, daß etwa 60—80% des maximalen freien Energiegewinnes aus der Oxydation in Form von Phosphatbindungsenergie gewonnen werden können. Dabei bilden sich im Mitochondrium extrem labile Phosphorsäureester. Diese können ihre Energie z. B. auf Adenosindiphosphorsäure übertragen, das gebildete Adenosintriphosphat wandert im Plasma durch Diffusion an jene Orte, wo Bedarf an Energie vorliegt. Das Dinitrophenol und gewisse Derivate (DOC) sind ein Reagens, welches entweder mit dem Primärprozeß, dem mit der Atmung gekoppelten Einbau von anorganischem Phosphat interferiert oder mit dem Prozeß, bei dem das veresterte Phosphat schließlich auf die Acceptor-systeme, wie Glucose, Adenylsäure u. a. übertragen wird. Das Gift bewirkt also eine Entladung des primären Esters. Die Vergiftung durch Dinitrophenol ist demnach eine Entkopplung von Oxydation und Phosphorylation in der Zelle¹⁾. Die anfängliche Beschleunigung der Respiration und Glycolyse intakter Zellen durch DOC würde sich im Sinne einer gesteigerten Greifbarkeit von Orthophosphat und Adeninnucleotidacceptoren erklären lassen, welche beide normalerweise den intermediären Abbau der Kohlenhydrate in der lebenden Zelle begrenzen.

Über den physiologisch-chemischen Mechanismus der DDT-Vergiftung war man bis vor kurzem noch völlig im Unklaren. Die Hydrolysentheorie von Martin & Wain, nach der vitale Zellprozesse durch die beim Zerfall von DDT freiwerdende Salzsäure gestört werden, wie auch die L a u g e r s c h e Theorie, nach der die p-Chlorphenylgruppe die toxische Komponente darstellen soll, wurden bald widerlegt, bzw. konnten dem anfallenden experimentellen Tatsachenmaterial nicht gerecht werden. Ebenso erging es der ChE-Inhibitorhypothese von K e a r n & M e t c a l f. Es konnte niemals eine durch DDT bewirkte Hemmung der ChE in vitro, noch ein Einfluß auf die ACh-Synthese nachgewiesen werden. H u r s t (1947) dachte an eine unspezifische physikochemische Blockierung der lipoidreichen Zellhäute durch die Einlagerung von DDT. Lange suchte man ergebnislos nach einem Enzymsystem, welches durch DDT beeinflußt wird. J u d a h (1949) fand keinen Einfluß auf die Aldolase, Adenosintriphosphatase, Glutaminsäuredehydrase, Cholinoydase, Hexokinase, Bernsteinsäureoxydase u. a. Aber kürzlich gelang es J o h n s t o n (1951) mit DDT und verwandten Verbindungen einen sehr deutlichen Hemmeffekt auf das Bernsteinsäureoxydasesystem des Rattenherzens in vitro zu erzielen, unter der Voraussetzung, daß das DDT dem Organbrei nicht in ölicher Lösung.

¹⁾ J. T. Edsall, Enzymes and Enzyme Systems, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts 1951.

sondern als feine Suspension angeboten wird. Die Bernsteinsäureoxydase ist ein Glied des lebenswichtigen Enzymsystems in den Mitochondrien. Eine Hemmung ist auch bei der Cytochromoxydase zu sehen, fehlt aber bei der Bernsteinsäuredehydrase, dem Enzym, welches anaerob Wasserstoff von der Bernsteinsäure auf ein geeignetes Acceptorsystem überträgt. Damit ist also auch im Falle des DDT die Beziehung zum Zellstoffwechsel geknüpft. Es bleibt natürlich abzuwarten, ob sich damit die bekannten Störungen im Nervensystem und die letale Wirkung voll erklären lassen.

Außerordentlich wenig ist bisher über den Wirkungsmechanismus des γ -Hexachlorcyclohexans bekannt geworden. Die Hypothese der kompetitiven Verdrängung von Inosit, die Hydrolysentheorie, die Narkosetheorie, sowie die ChE-Hemmungstheorie befriedigen nicht, bzw. sind bereits als widerlegt zu betrachten. Die charakteristische Schädigung der Kernstruktur bei Pflanzen (Kostoff, 1949) deutet auf eine Beeinflussung von Stoffwechselprozessen der Zelle. Die Wirkung des γ -HCH auf den Sauerstoffverbrauch von *Tribolium castaneum* ist nach Lord (1950) komplexer Natur. Möglicherweise erfaßt man bei der Schädigung der Atmung nur eine sekundäre Wirkung des γ -HCH.

Die Betrachtung der Stoffwechselwirkung von Insektiziden kann natürlich bei der Beurteilung ihrer Eignung nicht der einzige Gesichtspunkt bleiben, da andere Faktoren, wie z. B. die Eindringungsgeschwindigkeit durch das Integument und die Stabilität der Verbindung den enzymatischen Faktoren der Säfte des Tieres gegenüber eine sehr wichtige Rolle spielen. Aber die Kenntnis der Prozesse am Wirkungsort des Giftes in der Zelle gibt die Grundlagen zu einem tieferen Verständnis.

Schrifttum

- Babers, F. H., and J. J. Pratt jr., *Physiol. Zool.* **24**, 127—131, 1951.
 Diggle, W. M., and J. C. Gage, *Biochem. J.* **48**, XXV, 1951.
 DuBois, K. P., and G. H. Mangun, *Proc. Exptl. Biol. Med.* **64**, 137—139, 1947.
 DuBois, K. P., J. Doull, R. P. Salerno and J. M. Coon, *J. Pharmacol. exp. Ther.* **95**, 79, 1949.
 Gardiner, J. E., and B. A. Kilby, *Biochem. J.* **46**, XXXII, 1950.
 Hurst, H., *Agric. Chemicals* **2**, 30, 1947.
 Johnston, C. D., *Arch. Biochem.* **31**, 375—382, 1951.
 Judah, J. D., *Brit. J. Pharmacol.* **4**, 120, 1949.
 Kearns, C. W., and R. L. Metcalf, *J. econ. Ent.* **38**, 661, 1945; Ref. bei R. Riem-schneider, *Pharmazie* **9**, Beiheft, 1. Erg. Bd., 1950.
 Kostoff, D., *Science* **109**, 467—468, 1949.
 Läger, P., H. Martin and P. Müller, *Helv. chim. Acta* **27**, 892—928, 1944.
 Lord, K. A., *Ann. appl. Biol.* **37**, 105—122, 1950.
 Lord, K. A., and C. Potter, *Ann. appl. Biol.* **38**, 495—507, 1951.
 Martin, H., and R. L. Wain, *Nature* **154**, 512—513, 1944.
 Martin, H., *Can. Entomologist* **82**, 247—249, 1950.
 Metcalf, R. L., and R. B. March, *J. econ. Ent.* **42**, 712—728, 1949.
 Metcalf, R. L., and R. B. March, *J. econ. Ent.* **43**, 670—677, 1950.
 Wiesmann, R. Gasser and H. Grob, *Experientia* **7**, 117—120, 1951.

Dr. Heinz Itzerott,
Kleinkarlbach über Grünstadt

Hat die Gamma-Isomere des Hexachlorcyclohexans eine Kontaktwirkung?

Im Anzeiger für Schädlingskunde ist von mir eine Veröffentlichung über die Wirkungsweise des Aktiv-Gesarols erschienen. In zahlreichen Zuschriften wurde mir bezüglich der Wirkungssteigerung durch Kombination von DDT und Gamma im Aktiv-Gesarol voll zugestimmt. Diese Leistungssteigerung beruht bekanntlich darauf, daß sich subletale Mengen von DDT und Gamma zu letalen Mengen summieren, so daß die Wirkung der Mischung früher beginnt als die ihrer Einzelkomponenten. Dagegen waren einige Kollegen nicht damit einverstanden, daß ich mich auf Grund meiner Versuche der Ansicht Heidenreichs anschloß, der in Goslar ausführte, daß das Gamma-HCH vorwiegend ein Verdampfungs- und wahrscheinlich ein Atemgift ist.

Fiedler teilte mir z. B. unter anderem mit, daß er bei der Wirkungsweise des Gamma auch einen sogenannten synergistischen Effekt für möglich halte, der sich aus Kontakt- und Atemgiftwirkung zusammensetzt. Diese Reaktion auf meine Veröffentlichung war mir der Anlaß, mich mit der Frage der Kontaktwirkung des Gamma-HCH noch einmal intensiv zu beschäftigen.

Die von Heidenreich im Vorjahre beschriebene Versuchsmethodik war von mir zunächst im wesentlichen übernommen worden. Aus Gründen, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, habe ich mich schließlich von den Filternutschen und den die Gase absorbierenden Filterpapieren getrennt und nach Durchführung vieler Versuche folgende Methode entwickelt, die sich bestens bewährte:

Auf Glasrichter werden Blechringe von gleichem Durchmesser luftdicht aufgesetzt, in die mit Hilfe etwas größerer Blechringe engmaschige Kupfersiebe mit 20 000 Maschen je qcm eingespannt werden. Die ausgeglühten Siebe werden vorher mit einer Gammalösung oder mit einer Suspension bzw. Emulsion besprüht. Besonders die echte Lösung bringt den Vorteil, daß der Wirkstoff fest auf der Unterlage haftet, also vom Luftstrom nicht abgesogen werden kann, und die Tiere sich beim Umfallen nicht beschmieren, so daß also tatsächlich nur ein Kontakt mit den Tarsen besteht. Dadurch, daß die Tiere keine Veranlassung haben, sich zu putzen, kommt auch eine eventuelle Fraßwirkung kaum in Frage. Um ein Hochkriechen der Tiere zu verhindern, werden mit Talkum versehene Glasringe bzw. Glaszylinder auf die Siebe gestellt. Je 2 Trichter werden direkt an die Saugluft angeschlossen und erst dann mit den unbehandelten Tieren besetzt. Zwischen Hauptleitung und Trichteranschluß wird ein Strömungsmesser eingeschaltet, damit eine ständige Kontrolle der Saugluft möglich ist. Die in unseren Versuchen verwendete Pumpe hatte eine Saugleistung von 95 l/min. d. h. durch jeden Trichter wurden in der Minute 47,5 l Luft hindurchgesogen. Die Zeit des Absaugens richtet sich nach dem Verhalten der jeweiligen Versuchstiere in der Vergleichskontrolle und erstreckt sich meist auf 3, 5 oder 8 Stunden. Durch diese Versuchsanordnung ist fraglos jede Atemgiftwirkung ausgeschaltet, weil der Luftstrom durch das Sieb viel schneller hindurchstreichen kann als durch das bremsende Filtrierpapier, welches die Gase festhält. Eine Ansammlung von Gasen über

dem Gammabelag ist also völlig unmöglich. Zum Vergleich gelangen Tiere auf behandelte Siebe, die nicht der Saugluft unterliegen.

Zu den Versuchen wurden verwendet: Junge Kartoffelkäfer, die ihren Reifungsfraß beendet hatten, L₄- und L₂-Stadien des Kartoffelkäfers, Erlenblattkäfer, eine nicht näher bestimmte Apionart, Kornkäfer, Mehlkäfer und Blattwespenlarven an Weiden.

Die begrenzte Zeit verbietet es mir, mit Zahlenmaterial aufzuwarten. Ich beschränke mich daher auf das Wesentliche. Die Versuche haben ergeben, daß auf mit Lösungen und Emulsionen gesprühter Unterlage weder die verschiedenen Käfer noch die ausgewachsenen Larven des Kartoffelkäfers irgendeine sichtbare Reaktion zeigten. Wenn die Kontrolltiere schon längst schwer geschädigt waren, verhielten sich die unter Saugluft stehenden Tiere immer noch völlig normal. Sie blieben auch später gesund. Auf Suspensionsunterlage wurde ein geringer Prozentsatz der Tiere, allerdings erst spät und auf die Gesamtwirkung ohne Einfluß, geschädigt. Damit jedem Einwand begegnet werden kann, durch den Luftstrom würde der Wirkstoff durch Verdampfung schnell verschwinden, so daß das Ausbleiben einer Kontaktwirkung einfach durch das Fehlen von Wirkstoff zu erklären ist, wurde im Verlauf einiger Versuche nach dem Eintritt der permanenten Rückenlage aller Vergleichstiere die Saugpumpe abgestellt. Nach wenigen Stunden waren die vorher gesunden Tiere ebenfalls alle schwer krank und starben ab. Einige Male wurden außerdem die gleichen Tiere nach Überprüfung der insektiziden Wirkung abgesaugter Siebe alle 30 bzw. 60 Minuten auf frisch behandelte Siebe umgesetzt, so daß sie stets mit Aktivsubstanz in Berührung kamen. Es trat ebenfalls keine Wirkung ein. Dadurch ist der Beweis geliefert, daß das Gamma-HCH nur als Atemgift zur Wirkung kommen kann, wenn sich die genannten Tiere auf hexabehandelte Unterlage bewegen. Auch bis zu 5fache Überdosierungen im Vergleich zu den normalen Aufwandmengen von 150 g Gamma je ha erbrachten immer wieder das gleiche Ergebnis. Auch bei 10° C angestellte Versuche ließen keine Kontaktwirkung erkennen. Bei tieferen Temperaturen wird also die schlechtere Gaswirkung nicht durch eine Kontaktwirkung ausgeglichen, was auch schon daraus hervorgeht, daß die Gesamtwirkung des Gamma-HCH bei 10° C wesentlich schlechter ist als z. B. bei 25° C. Es konnte gerade das Gegenteil nachgewiesen werden. Bei sehr starker Überdosierung tritt eine Kontaktwirkung ein, die zwar nur theoretischen Wert besitzt, die aber um so höhere Abtötungsziffern erreicht, je wärmer es ist. Bei L₂-Larven des Kartoffelkäfers und bei Weidenblattwespenlarven war eine Kontaktwirkung nachweisbar, allerdings trat sie auch erst dann ein, wenn die Tiere im Vergleichsversuch bereits k. o. waren. Für die Gesamtwirkung blieb sie also ebenfalls ohne praktische Bedeutung. Götz teilte mir mit, daß er bei Fliegen die gleiche Beobachtung gemacht hat. Die mit DDT angestellten vergleichenden Untersuchungen ergaben insofern nichts Neues, als auch die unter Saugluft stehenden Käfer und Larven frühzeitig stark geschädigt wurden. Auch auf E 605-Unterlage trat übrigens eine Kontaktwirkung ein.

Damit fanden Heidenreichs und meine eigenen Untersuchungen ihre Bestätigung. Man muß aus ihnen folgern, daß das Gamma-HCH durch die Tarsen nicht oder nur sehr schwer aufgenommen werden kann.

Um zu prüfen, ob vielleicht eine Aufnahme an anderen Stellen des Insektenkörpers möglich ist, wurden in weiteren Versuchen in Anlehnung an die prak-

fische Anwendung des Gamma-HCH die Tiere selbst damit besprüht oder bestäubt. Sie wurden sofort nach der Behandlung auf die unbehandelten Siebe gebracht, über denen zusätzlich noch in 30 cm Abstand ein Ventilator angebracht war, der eine Windstärke von 3 m/sec erzeugte. Zum Vergleich wurden die Tiere auch in einem entsprechenden Glasrohr gehalten, welches von Saugluft durchströmt wurde. Selbstverständlich ist dafür gesorgt worden, daß das Behandeln der Tiere und das Aufsetzen auf die Siebe in Sekundenschnelle erfolgte, damit keine Gaswirkung zustande kommen konnte.

Was geschah? Die verschiedenen Käferarten reagierten auf die üblichen Aufwandmengen überhaupt nicht und selbst bei sehr starker Überdosierung wurde nur ein Teil geschädigt. Von praktischer Bedeutung für die Bekämpfung der Kartoffelkäferimagines z. B. ist diese zudem noch spät einsetzende Kontaktwirkung also nicht. Bei L₄-Larven des Kartoffelkäfers wurde eine Kontaktwirkung festgestellt, welche die Gesamtwirkung zwar beeinflusste, die aber nicht imstande war, bei normaler Dosierung alle Larven abzutöten. Wir sehen also, daß die Gaswirkung des Gamma-HCH auch bei der Tierbehandlung den Bekämpfungserfolg entscheidet. Im Zusammenhang mit den Larvenversuchen ist übrigens bemerkenswert, daß sich die beobachtete Kontaktwirkung ebenfalls um so rascher entfaltet, je wärmer es ist. Dosierte man normal bei 15 bis 30° C, so werden bei beiden Temperaturen gleich viele Tiere geschädigt, nur erfolgt die Schädigung bei 30° C viel schneller als bei 15° C.

Zusammenfassend ist zu sagen: Ich beantworte die als Thema meines Vortrages gewählte Frage: Die Gamma-Isomere des HCH kann eine Kontaktwirkung ausüben. Für das Zustandekommen des Enderfolges spielt sie aber nur eine untergeordnete Rolle. Ich habe also keine Veranlassung, meine bekannte Ansicht zu revidieren.

Die Gamma-Isomere ist niemals im gleichen Sinne wie z. B. das DDT als Kontaktgift zu bezeichnen. Sie hat die typischen Eigenschaften eines Atemgiftes: Schnelle Initialwirkung, starker Leistungsabfall bei sehr windigem oder kühlem Wetter, begrenzte Dauerwirkung. Eigenschaften also, die für ein Kontaktinsektizid genau im umgekehrten Sinne zutreffen.

Wir finden erneut bestätigt, daß es sich beim DDT und Gamma-HCH um völlig gegensätzliche Insektizide handelt, die sich ausgezeichnet ergänzen und deren Vereinigung zu einer Einheit in den DDT-Gamma-Mischprodukten geradezu herausgefordert wurde.

Diskussion

Blunck wirft das Stichwort „Fraßgiftwirkung“ in die Debatte.

Itzerott erwidert hierauf, er habe über die Fraßgiftwirkung noch keine eigenen Versuche angestellt. Es konnte nicht festgestellt werden, daß die Dauerwirkung des Mischpräparates größer ist als die des Gesarols allein. Man müsse erkennen, daß das Gamma im Mischprodukt verhältnismäßig schneller verdampft, so daß die Dauerwirkung des Gamma vorläufig nur auf seiner DDT-Komponente beruhe.

Wenn man mit dem Mischprodukt und mit seinen Einzelkomponenten arbeite, so könne man feststellen, daß die Wirkung des Mischproduktes

früher beginne, und zwar wesentlich früher als die des Gamma und des DDT. Die Dauer des Mischproduktes sei deshalb nicht größer, weil die Gamma-Isomere eben sehr schnell verdampfe.

Beim DDT sei eine ausgesprochene Kontaktwirkung zu verzeichnen, während die Fraßgiftwirkung erst an zweiter Stelle komme und die Gaswirkung = 0 sei.

L a n g e n b u c h betont, die Fraßgiftwirkung übertreffe bei den Hexamitteln die Gaswirkung sehr. Die Atemgiftwirkung liege etwa in der Mitte zwischen Fraßgift- und Kontaktwirkung des Hexa.

S y ist überrascht, daß die Vermutung, daß es sich beim Hexa im wesentlichen um eine Gaswirkung handelt, unwidersprochen bleibt; er habe in eigenen Versuchen genau das Gegenteil feststellen müssen. Es wurden Versuche mit Fliegen gemacht, bei denen eine ausgesprochene Kontaktwirkung zu beobachten war.

Z e u m e r meint, die Diskussion habe gezeigt, daß man doch z. T. gegensätzlicher Ansicht sei. Er glaube, daß man berücksichtigen müsse, wie das Hexa überhaupt wirkt. Von Atemgiftwirkung zu sprechen, sei noch verfrüht. Er habe Versuche durchgeführt, um das Hexa auch durch die Wurzeln an die Pflanzen heranzubringen. Unter strengster Ausschaltung jeglicher Anwendung von DDT sei dies auch gelungen.

S y ist der Ansicht, daß wir bezüglich der Fraßgiftwirkung durch die Untersuchungen von L a n g e n b u c h und E. T h i e m zu der Erkenntnis gelangen, daß die Wirkung des Hexa über die Verdauungsorgane eine Rolle spielen wird und muß.

L a n g e n b u c h betont nochmals, daß er bei seinen Blattlausversuchen eine ausschließliche Fraßgiftwirkung des Hexa ermittelt habe.

Z e u m e r erwähnt Versuche mit Fliegen und Blattläusen bezüglich der Fraßgiftwirkung. Die Fliegen blieben am Leben, während die Blattläuse in kurzer Zeit tot waren. Daraus ergebe sich, daß eine Fraßgiftwirkung bei Blattläusen feststellbar ist.

T i s c h l e r erwähnt seine Feldversuche über die Wirkung solcher Kontaktinsektizide auf Collembolen und andere Organismen, die vor allem bezweckten, die Tiefenwirkung und die Wirkungsdauer dieser Mittel zu ergründen. Hierbei habe sich gezeigt, daß das Mischpräparat die kürzeste Wirkungsdauer auf diese Organismen aufwies. Nach 2 Wochen lagen die Zahlen sogar über denen der Kontrollflächen, während reine Hexamittel und E 605 etwa eine Wirkungsdauer von 6—7 Wochen aufwiesen. Diese Versuchsergebnisse seien noch nicht ganz zu erklären.

Z e u m e r betont, es komme sehr auf den Boden an. Auch die Verteilung des Hexa im Boden könne eine Rolle spielen.

T h i e m bemerkt, die stimulierende Wirkung dieser Mischpräparate stehe fest. Die Hexa-Präparate hätten in Verbindung mit dem Boden ganz andere Eigenschaften als im Freien. Bei einer Mischung von DDT und Hexa könne man eine gewisse Angleichung an die Verhältnisse, wie sie im Boden vorliegen, finden.

Itzerott warnt davor, nur immer Versuche mit Fliegen durchzuführen. Die Kontaktwirkung trete meistens erst dann in Erscheinung, wenn die Tiere im Vergleichsversuch bereits geschädigt sind. Die Kontaktwirkung komme also für die Gesamtwirkung zu spät.

Forstmeister G. Sproßmann,

Forstabteilung Karlsruhe

Forstschädlingsbekämpfung durch Einsatz von Nebelgeräten

Großflächenvergiftungen wurden bisher unter Verwendung von Flugzeugen, Motorpulverzerstäubern oder Sprühgeräten durchgeführt. Für den je nach Schädling und nach dem Fortschritt der chemischen Industrie verwendeten Giftstoff war charakteristisch, daß er mit einem besonderen, dem Gifte nicht verwandten Trägerstoff verbunden werden mußte.

Dadurch traten zu den Grenzen, die die Umweltbedingungen der Anwendung des Giftes selbst setzten, noch die, die in der Natur des Trägerstoffes lagen. Bei den pulverförmigen Trägerstoffen war es die enge Spanne, die gezogen war durch die Schwebefähigkeit als oberer und die Mikroluftwirbel auf den Oberflächen der Blattorgane der Pflanzen als unterer Grenze. Letztere bestimmen auch die Erfolgsmöglichkeiten bei der Verwendung von Geräten, die künstlichen oder echten Nebel als Träger verwenden, wobei bei einigen Nebelverfahren noch die Unsichtbarkeit des Nebelstrahls die Anwendung erheblich beeinträchtigte.

In dem Hexachlorcyclohexan haben wir nun einen Wirkstoff, der keines besonderen Trägers bedarf, da er sich zu einem weißen, gut sichtbaren Gas verdampfen läßt, das sich bei Abkühlung wieder als Kristall auf festen Gegenständen niederschlägt und äußerst fest haftet.

Diese besondere Eigenschaft des Hexa veranlaßte die Firma E. Merck, Darmstadt, ein Gerät zur Verdampfung von Hexachlorcyclohexan zu konstruieren und es zu einigen Versuchseinsätzen in der Forstschädlingsbekämpfung in Nordbaden zur Verfügung zu stellen.

Das Gerät und seine Bedienung ist äußerst einfach. Auf einem leichten PKW-Anhänger sind aufgebaut:

- 1 Verdampfungssofen für den reinen Wirkstoff, zunächst mit Holzkohle, demnächst mit elektrischer Heizplatte,
- 1 Gebläse mit einem 100 ccm Vergasermotor mit Kupplung,
- 1 Scheinwerfer mit Batterie.

Zur Bedienung sind zwei Personen erforderlich: Ein Kraftfahrer, zugleich Beobachter, und eine Person zum Nachfüllen des Wirkstoffs und zur Kontrolle der Arbeit des Motors.

Nach kurzem Anheizen steigt zunächst bläulicher, allmählich dichter und weißer werdender Nebel auf, der aus dem verdampften Hexamittel besteht. Es handelt sich also um einen reinen Gasnebel. Mit Hilfe des Ventilators mit

schwenkbarem Rohr wird der weiße Gasnebel auf das zu begiftende Objekt gerichtet. Je nach dessen Größe und Art geschieht dies entweder während langsamen Fahrens oder in mehreren Halten von etwa 10 Minuten Dauer in bestimmten Abständen.

Die Gasnebelwolke hat ein gutes Steigevermögen, da sie meist wärmer ist als die Luft im Walde. Gegenüber dem Stäuben besitzt sie ein größeres Schwebevermögen, so daß sich bald geschlossene, breite Nebelgasbänke bilden. In diesen beiden Eigenschaften ist das neue Verfahren den Motorpulverzerstäubern erheblich überlegen. Nach den bisherigen Beobachtungen läßt sich noch bei Windstärken bis etwa 5 m/sec. nebeln. Da der Nebel gut sichtbar und das leichte Gerät gut beweglich ist, kann man schnell den günstigsten Standort zum Objekt ermitteln. Winde bis zur angegebenen Stärke 3 nach Beaufort üben nach bisherigen Feststellungen keinen nachteiligen Einfluß auf die Ausfällung und Anlagerung der Giftkristalle auf die Blattorgane aus, da auf der windabgewandten Seite Gaswirbel zum Blatt entstehen und die Ausfällung zulassen.

Es wurden bisher folgende Einsätze durchgeführt: Maikäferbekämpfung im Forstamt Karlsruhe-Hardt auf 1200 ha. Hierbei wurden zugleich Raupen zahlreicher Spannerarten getötet, die fast jährlich Kahlfraß an Buche, Hainbuche und Eiche verursachen. Ergebnis: 0,42 Engerlinge je qm bei 686 Einschlägen, gegen 2 Engerlinge/qm 1949. Diprionbekämpfung gegen Larven 3 bis 5 in den Forstämmern Graben bei Bruchsal und Karlsruhe-Hardt auf 696 ha im September 1951. Hierbei wurden zugleich erhebliche Mengen Kiefernspanneraugen getötet. Ergebnis nach der Koffallmethode ermittelt im Forstamt Graben: In 5 Beständen von 14—24 m Höhe 73—99 % Abtötung, im Durchschnitt 87 % in 24 Stunden.

Die Kosten sind wesentlich geringer als bei allen anderen bisher bekannten Verfahren. Sie lagen unter Einrechnung der Kosten für einen Biologen als Bekämpfungsleiter mit 40,— DM/Tag und eines Monteurs mit 30,— DM/Tag zwischen 13,50 DM und 21,— DM/ha. Vergast wurden dabei 1,5—2,0 kg technisches Hexa/ha, entsprechend etwa 30 kg Hexastaub bei Einsatz eines Lawrence Acro-Mist-Sprayers. Bei Gestellung des Bekämpfungsleiters und des Monteurs aus vorhandenem Personal dürften die Begiftungskosten zwischen 10,— und 15,— DM/ha liegen. Das Verfahren ist das z. Z. wirtschaftlichste.

Das Nebelgerät ist das wendigste und beweglichste bisher bekannte Gerät.

Der Gasnebel übertrifft die Stäube an Schweb- und Steigefähigkeit und Haftfreudigkeit wie Haftfähigkeit.

Der Gasnebel übertrifft die Sprühnebel an Sichtbarkeit und indirekter Lenkbarkeit.

Der Gasnebel fällt nicht. Dadurch bleibt der Boden unbegiftet. Die Biozönose des Bodens wird geschont. Allerdings entfällt auch eine Nachbegiftung von den Kronen abgefallener Schädlinge am Boden.

Der Gasnebel wirkt rascher als die Stäube, da das Hexa bereits gasförmig ist und sofort eingeatmet wird.

Man kann von dem Gasnebel keine andere insektizide Wirkung erwarten, als sie dem Hexa an sich eigen ist. Die starke Temperaturabhängigkeit der Hexamittel ist auch dem Gasnebel eigen.

Dr. Nikolaus Malmus,

Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz

Erfahrungen bei der Maikäferbekämpfung 1951 in Bayern

Die 1951 in sieben bayerischen Landkreisen unter ungewöhnlich ungünstigen Bedingungen (Flug von der ersten bis zur letzten Maiwoche), unter Einsatz von 89 000 kg Bekämpfungsmittel und 31 motorisierten Geräten bei einem Geldaufwand von 74 500,— DM durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen erstreckten sich auf eine Waldfläche von 1826 ha, die einer Bekämpfungsfront von 1016 km entsprechen und auf 505 ha eine zweimalige Behandlung einschließen, auf eine landwirtschaftliche Nutzfläche von annähernd 31 000 ha und auf eine Engerlingshauptschadensfläche von 12 150 ha mit einer Schadenssumme von 2 Mill. DM. Sie boten Gelegenheit zu einer Reihe von Feststellungen und zu Untersuchungen hinsichtlich der Erhöhung der Erfolgssicherheit, der Verbesserung der Bekämpfungstechnik und der Verbilligung und Vereinfachung der Durchführung. Sie stehen letztlich im Zeichen der Frage, ob die Maikäferbekämpfung, die in letzter Zeit nicht überall mehr bedenkenlos anerkannt wird, infolge der nun vorhandenen Möglichkeit, Engerlinge unmittelbar im Boden zu vernichten, noch eine Berechtigung hat oder nicht.

Die in den bayerischen Hauptschadgebieten auch auf Dauergrünland zwar durchaus wirtschaftliche (aber aus Geldmangel unterbleibende) Engerlingsbekämpfung auf begrenzten Flächen unterbindet nicht das Zustandekommen von Maikäferhauptflügen. Die Maikäferbekämpfung dagegen wirkt großräumiger und insofern durchschlagender, rechtfertigt dadurch die Hilfe des Staates (sie kommt allen Nutzungsberechtigten zugute und kann im Gegensatz zur Engerlingsbekämpfung vom einzelnen Besitzer allein niemals mit Erfolg durchgeführt werden) und ist je ha Engerlingsschadfläche billiger.

Die erfolgreiche wirtschaftliche Gestaltung der Bekämpfung hängt von vielen grundsätzlichen und organisatorischen Gesichtspunkten ab, darunter an erster Stelle von frühzeitiger Vorbereitung der Projekte und Sicherstellung der finanziellen Mittel bis spätestens zum Beginn des Flugjahres, von sorgfältiger Berechnung des Bedarfs und der Leistungen auf der Basis Waldfläche in ha (nicht km Waldrand), von der Erhöhung der Stäubemittelmenge auf 150 kg je ha Waldfläche, von dem Einsatz sachkundiger technischer Kräfte, von der Vernichtung nicht nur des Hauptfluges, sondern auch des etwa 14 Tage später einsetzenden Nachfluges u. ä.

Die höheren Aufwandsmengen bedingen Veranschlagung von etwa 90,— DM Kosten statt bisher etwa 45,— DM je ha in Planung und Geldanforderung. Der Geldverbrauch kann in günstigen Jahren dennoch wesentlich niedriger liegen. Höhere Aufwendungen je ha Waldfläche bedeuten noch keine erhebliche Erhöhung der Kosten je ha Engerlingsschadfläche. Wirtschaftlichkeitsberechnungen sollten nur noch von Engerlingsschadflächen ausgehen; dadurch ist unmittelbarer Vergleich mit den Kosten der direkten Engerlingsbekämpfung möglich.

Das Rückgrat jeder Maikäferbekämpfung bildet in Bayern derzeit noch das Stäubeverfahren. Dabei arbeiten große Motorstäuber billiger und vorteilhafter als kleine. Dies wurde nachgewiesen namentlich für das in erster Linie als

Sprühgerät konstruierte amerikanische Lawrence-Gerät (Nebelblaser oder Aero-Mist-Sprayer), dessen besondere Vorteile als Stäubegerät zwar schon erkannt, aber bisher nicht in aller Eindeutigkeit herausgestellt wurden.

Unter Berücksichtigung der größeren Arbeitstiefe lagen die Gerätekosten (einschließlich Bedienung) für das Lawrence-Gerät mit 6,40 DM/ha um 30 % niedriger als die des Gespannmotorstäubers. Insgesamt leistete das Lawrence-Gerät 162 km, ein Gespannmotorstäuber im Durchschnitt 42,40 km in der Bekämpfungsperiode. Zumal für Flächenbehandlung läßt sich die große Leistungsreserve des Lawrence-Gerätes voll ausschöpfen. Stäubehöhen von 35 m und -tiefen von 40 m und mehr können erreicht werden. Stäubehöhe und damit Erfassung der ganzen Baumkrone ist wichtig, da das Einstäuben der unteren Kronenhälfte allein für die Vernichtung der Käfer im Jahre 1951 nicht genügte. Ein Großgerät kann besser auf sorgfältige Arbeit ausgerichtet und leichter überwacht werden als zwei bis drei Gespannmotorstäuber mit zusammen gleichen Leistungen.

Leider wird eine noch leistungshöhere und wirtschaftlichere Ausnutzung dieses Gerätes durch das Fehlen einer Dosiervorrichtung gehemmt. Bestenfalls können bei Stundengeschwindigkeit von 3,5 km nur 35 kg Stäubemittel je km ausgebracht werden, die nur durch langsamstes Fahren oder durch zusätzliche Zuführung von Stäubemitteln in den Ventilator zu steigern sind. Diesen Mangel konnte ich mit Hilfe eines konzentrierten Hexa-Stäubemittels von 1,75 % Gamma in günstiger Weise überwinden und zugleich damit die vorzügliche Eignung und große Wirtschaftlichkeit solcher Präparate für die Maikäferbekämpfung feststellen. Bei 1,4fachen Kosten ergab dieses 2,5fach-Präparat der Anorgana, Gendorf, eine nahezu 4fache Wirkung. Erst in Verbindung mit diesem Präparat wurde das Lawrence-Gerät zu höchster Leistung gebracht: 1 ha Waldfläche kostete insgesamt nur 23,40 DM (im günstigsten Fall sogar 16,90 DM) gegen 42,05 DM beim Gespann-Motorstäuber. Geringere Transportaufforderungen und vereinfachter Nachschub wirken sich vorteilhaft aus. Die Bevorzugung dieses Gerätetyps bei etwas leichter Bauart und besserer Geländegängigkeit ist naheliegend.

Für teils versuchsweisen, teils praktischen Einsatz standen drei verschiedene Nebelgeräte zur Verfügung. Das bekannte Borchers-Gerät mit schwerem Floitmann-Kompressor versprühte 11 Liter Nebellösung zum Gesamtkostensatz von 66,— DM je ha, erzielte eine gute Nebelbildung und -verteilung in 4 ha großem lockeren Eichenwald. Sicher würden 15 Liter Nebellösung/ha und etwas bewegteres Ziehen der Nebelschwaden durch die Baumkronen zu einer dauerhafteren Wirkung beigetragen haben. Der angestrebten notwendigen Kostensenkung würde die Erhöhung der Nebellösungsmenge auf mehr als 11 Liter, die in geschlossenen größeren Waldungen zudem ausreichen dürften, im Wege stehen.

In dem noch verbesserungsbedürftigen Versuchsgerät der Firma Merck wird Hexa als solches in einem Holzkohle-Ofen geschmolzen und verdampft. Ein schwaches Gebläse gibt dem gut sichtbaren Nebel eine geringe Richtungsbeschleunigung. Für eine Waldfläche von 60 ha wurden 200 kg technisches Hexa mit 15,0 % Gamma, also 500 g Gamma/ha, verbraucht. Auf etwa der halben Fläche wurde eine gute, vermutlich auch nachhaltige Wirkung erzielt, in den anderen Wäldern war das Ergebnis aus nicht eindeutig geklärten

Gründen unbefriedigend. Der große Vorteil liegt in den niedrigen Kosten von etwa 15,— bis 20,— DM/ha je nach Größe des Objekts. Besonders auch aus diesem Grunde ist die Weiterentwicklung dieses Verfahrens sehr zu wünschen.

Zum ersten Male kam ein ganz neuartiges, nach dem V1-Prinzip gebautes, von der Anorgana-Gendorf angeregtes handtragbares Schwingfeuer-Nebelgerät der Heizmotoren-Gesellschaft in Überlingen zur Verwendung, das durch Vereinigung großer Leistungsfähigkeit mit einfacher Konstruktion und geringem Gewicht einen bedeutenden Fortschritt in der Geräteentwicklung des Nebelverfahrens darstellt. Seine Entstehung geht zurück auf meine im Vorjahr an einem unzugänglichen, von Eichen bestandenen steilen Berghang mit einem Behelfsnebelgerät gemachten Erfahrungen. Trotz guter Nebelwirkung gelang es damals nicht, mit dem Gerät in den Wald zu fahren oder den jeweils günstigen Standort zum Nebeln nach Belieben schnell aufzusuchen. Aus dieser Situation heraus entsprang die Erkenntnis, daß zur Bearbeitung und lückenlosen Erfassung selbst des schwierigsten Geländes der Nebel allein noch nicht genügt, sondern vor allem ein handliches, tragbares, leichtbewegliches Nebelgerät benötigt wird. Für den Einsatz des Schwingfeuer-Nebelgerätes bestehen praktisch keine Geländehindernisse mehr.

Über 25 ha Wald wurden bei einem Aufwand von 81 Nebellösung/ha der Anorgana-Gendorf, entsprechend 600 g/ha Gamma, mit sehr gutem Erfolg behandelt. Aber auch 400 g Gamma und weniger reichten bereits aus. Auf mehrere hundert Meter Entfernung konnte häufig die Wirkung des Nebels verfolgt werden. Die Gesamtkosten je ha werden sich vermutlich auf 20,— bis 30,— DM belaufen, ein fester Preis für die Nebellösung existiert noch nicht. Das Gerät wird verhältnismäßig billig sein. Das Schwingfeuer-Nebelgerät kann zu mehreren zu einem Drillings- oder Vierlingsgerät auf einem leichten Zweiradanhänger vereinigt werden, um größere Flächenleistungen zu erzielen. Es kann vor allem wahlweise auch mit den Motorstäubern verschiedenster Art (dem tragbaren Schulze-Eckel-Gerät, den Gespannmotorstäubern, dem Nebelbläser) oder sonstigen Gebläsen gekoppelt werden, um die Gebläsekraft zum Richten des Nebels auszunutzen. Sehr große Vorteile verspricht der Einbau von Nebelgeräten in Flugzeuge, deren Tragkraft durch die ballastarme Nebelsubstanz am besten ausgenutzt werden kann.

Nebelbildungsvermögen und Sichtbarkeit des Nebels sind sehr gut. Die Wirkung stellt sich bald zögernd, bald schon nach Stunden ein. Auffällig ist, daß bei baldigem sehr starkem Bodenfall der Tod erst nach Tagen und Wochen eintritt, daß die geschädigten Käfer sich in ständiger langsamer Bewegung befinden, den Unterwuchs (auch Gräser und Kräuter) befressen oder zerkauen, zuweilen kopulieren, nach der Höhe streben und selbst an Bäumen hochklettern, um nach einiger Zeit wieder herunterzufallen. Mit Hilfe dieses Nebels konnten Massen von Käfern vernichtet werden. Doch liegen auch einige unbefriedigende Befunde insofern vor, als beim Nebeln in der wärmeren Tageszeit wohl ein schnellerer Bodenfall eintrat, aber am anderen Tag nicht mehr die gleiche Anzahl Käfer vorgefunden wurde. Vermutbare Gründe dafür: Käfer kamen nicht mit der erforderlichen Mindestmenge Wirkstoff in Berührung, da Nebeldosierung schwierig und nicht berechenbar, infolge Abtrieb zu weitgehende Verdünnung des Nebels, zu schnelle Reaktion des Käfers und zu frühes Abfallen vom Baum, Nebel häufig nur durch Baumkronen zieht und

sich nicht auf den Boden ablegt im Gegensatz zum Hexastaub und somit herabgefallene Käfer auf dem unbegifteten Boden sich wieder erholen. Hierüber sind noch Untersuchungen notwendig!

Das Nebelverfahren wird zweifellos die Maikäferbekämpfung erleichtern sowie erfolgreicher gestalten und, so steht zu hoffen, auch verbilligen. Zweckmäßig werden sich Stäube- und Nebelverfahren ergänzen müssen.

Auf Grund meiner diesjährigen Erfahrungen besteht Anlaß genug, an der Maikäferbekämpfung als einer wichtigen Maßnahme des praktischen Pflanzenschutzes festzuhalten. Die Kosten der Maikäferbekämpfung betragen je ha Engerlingsschadfläche 6,90 DM, während die Engerlingsbekämpfung mindestens 70,— DM je ha erfordert. Die Erfolgskontrolle an Hand von Grabungen ist derzeit noch nicht abgeschlossen, es ist aber bereits erkennbar, daß eine ganz bedeutende Verminderung des Engerlingsbesatzes erzielt wurde: Aus zahlreichen Grabungen ergibt sich ein Mittel von 4 E l/qm; im Gebiet mit durchwegs zwei Behandlungen ein solches von 0,9 E l/qm, ausschließlich auf einzelnen Luzerne-, Klee- und Wiesenparzellen weniger Gemeinden der Grenzzone des Bekämpfungsgebietes mit einmaliger, unzureichender Behandlung wurden bis zu 60 E l/qm gezählt, während die Nachbarfelder nahezu engerlingsfrei waren.

Die Tatsache, daß auf verschiedenen Wegen eine noch größere Erfolgssicherheit, eine erleichterte Durchführung der Bekämpfung und eine Herabsetzung der Kosten erreicht werden kann, und die Möglichkeit, in dieser Hinsicht weitere wesentliche Fortschritte zu erzielen, werden der Maikäferbekämpfung in Zukunft sicher eine erhöhte Bedeutung zukommen lassen.

Dr. Karl Warmbrunn,
Pflanzenschutzamt Stuttgart

Neue Erkenntnisse über die Engerlingsbekämpfung auf Dauerwiesen auf Grund einer Großaktion in Nordwürttemberg im Frühjahr 1951

Das Jahr 1950 brachte dem württembergischen Unterland zwischen Stuttgart und Heilbronn einen Maikäferflug in einer Stärke wie seit Jahrzehnten nicht mehr. Im Herbst wurden daher schwere Engerlingsschäden in den Dauerwiesen gemeldet. In den einzelnen Wiesen wurden durchschnittlich 80—150, in Ausnahmefällen auch 200 und mehr Engerlinge je qm gefunden. Große Flächen Dauergrünland waren in Gefahr, völlig vernichtet zu werden.

Da die Erfahrung gezeigt hat, daß vor allem ungepflegte Wiesen stark von Engerlingen befallen sind und daher besonders leiden, wurden zunächst Pflegemaßnahmen empfohlen. Neben einer guten Vollandung wurde in erster Linie ein Überfahren der geschädigten Wiesen mit schweren Wiesenwalzen noch im Herbst angeraten. Leider machte das feuchte Wetter den Einsatz der Walzen fast unmöglich.

Für die Durchführung der chemischen Bekämpfung war zunächst zu klären, ob die Mittel künstlich eingeschwenkt werden sollten. Hier wurde die größte Schwierigkeit für die praktische Durchführung der Bekämpfung auf breiter Basis erblickt. Scharmer und Schwertfeger verneinten

auf der Tagung in Goslar, daß die Hexamittel durch Niederschläge genügend tief eingeschwemmt werden könnten. Es wurde daher eine künstliche Einschwemmung den Bauern dringend empfohlen. Sie konnte aber nicht überall verlangt werden, da bei der besonderen betriebswirtschaftlichen Struktur der württembergischen Kleinbetriebe eine Einschwemmung von 400 l/a nicht mit Sicherheit gewährleistet war.

Die Frage, ob Gießmittel oder Streumittel, wurde für letztere entschieden, da erstere unbedingt 400 l/a Wasser oder Jauche zum Gießen verlangten. Außerdem waren die Streumittel auch wegen des billigeren Preises vorzuziehen.

Für die Entscheidung, ob technische oder gereinigte Hexamittel zu wählen seien, war die Frage der Geschmacksbeeinflussung des Grünfutters und damit der Milch von besonderer Bedeutung. Dieser Gefahr wurde durch Festsetzen des Termins der Behandlung vor Vegetationsbeginn begegnet. Der Zeitpunkt für das Ausstreuen der Mittel mußte daher zwischen dem Auftauen des Bodens und dem Beginn der Vegetation, also zwischen Mitte Februar und Anfang März liegen. So konnte eine Geschmacksbeeinflussung im Gras vermieden werden. Auf der anderen Seite waren in dieser Zeit genügend Niederschläge zu erwarten, um eine ausreichende natürliche Einschwemmung der Mittel mit mindestens 4 mm Regen zu gewährleisten.

Ungeklärt war, welche Aufwandmenge genüge, um eine ausreichende Wirkung gegen die Engerlinge zu erzielen. Nach Günthart genügen im Herbst des Flugjahres 12,5 g Gamma/a, nach Scharmer ist kurz vor der Entwicklung der Engerlinge zum Drittstadium erst bei 25—40 g Gamma/a eine Wirkung festgestellt worden, eine 100%ige Wirkung sogar erst bei 48 g Gamma/a. Günthart empfahl im Frühjahr nach dem Flugjahr etwa 18 bis 20 g Gamma/a, die seiner Ansicht nach so frühzeitig im Jahr ausreichen müßten. In Versuchen mit Mengen zwischen 18—30 g Gamma/a wurde die Frage geprüft, mit welcher geringsten Menge eine Wirkung erzielt werden könne.

Als letzte Frage war noch zu klären, ob eine Behandlung überhaupt wirtschaftlich tragbar sei. Die Anwendung der technischen Hexamittel, die bekanntlich erheblich billiger sind als die gereinigten Mittel, setzte die Kosten wesentlich herab. Durch zentrale Mittelbestellung wurde zusätzlich ein günstiger Mengenrabatt erzielt. Außerdem wurde noch ein Staatszuschuß von 0,28 DM/a gewährt, so daß der Mittelpreis je a für den einzelnen Bauern 0,45 DM betrug. Insgesamt wurden mit diesen verbilligten Mitteln etwa 485 ha Wiesenland behandelt.

Für die Großaktion wurden Richtlinien herausgegeben, in denen neben den oben angeführten Punkten noch darauf hingewiesen wurde, daß die Mittel kurz vor oder während eines Regens ausgebracht und nach Möglichkeit noch zusätzlich mit 400 l/a eingeschwemmt werden sollten. Ferner wurde erwähnt, daß das Absterben der Engerlinge erst nach einigen Monaten erfolgen könne, daß in erster Linie eine fraßabschreckende Wirkung angestrebt werde. Für das Frühjahr wurde ein Überwalzen der geschädigten Fläche empfohlen.

Leider brachten die Bauern zum größten Teil die Mittel nicht im Regen aus, schwemmen sie aber auch kaum ein, so daß Sorge bestand, ob die Wirkung ausreichen würde.

Die letzten größeren Niederschläge vor Beginn der allgemeinen Bekämpfung fielen am 22. 2. im östlichen Teil des Engerlingsgebietes mit 9,8 mm, im westlichen Teil mit 10,3 mm. Die nächsten bedeutenden Regen brachten erst am 15. 3. im östlichen Teil 15,5 mm, im westlichen Teil 7 mm. Zwischen diesen beiden Terminen wurde der Großteil der Mittel eingebracht.

Das Ergebnis der allgemeinen Bekämpfung war sehr günstig. Kein einziger Fall eines Mißerfolges wurde bekannt. Schon nach dem ersten Schnitt war der Großteil der unbehandelten Wiesen völlig zerstört, während die behandelten Flächen gesund und mit fester Grasnarbe deutlich von ersteren abstachen.

Merkwürdigerweise wurden aber während des ganzen Jahres unter den behandelten Flächen überall noch, oft in einer Tiefe von nur 1,5—2 cm unter der Oberfläche, Engerlinge in normalem Zustand angetroffen. Offenbar war also überall zunächst nur eine fraßabschreckende Wirkung erzielt worden. Diese Wirkung hielt bis zum Spätherbst an.

Gleichlautend mit den praktischen Erfahrungen geben auch die angelegten Versuche kein klares Bild. Sie waren mit drei verschiedenen Hexamitteln in Aufwandmengen von 18—30 g Gamma/a angelegt, und zwar so, daß ein Teil künstlich eingeschwehmt wurde und ein Teil nicht. Vor der Anlage der Versuche wurden 80—197 Engerlinge/qm gefunden. Die Zahl der gesunden Engerlinge nahm im Laufe des Jahres zwar langsam ab, aber in Prozentsätzen ließ sich diese Tatsache nicht festhalten. So zeigten noch Ende August in derselben Parzelle drei zur gleichen Zeit durchgeführte Probegrabungen folgendes Bild:

| | Gesunde | Geschädigte | Tote |
|----------------------|---------|-------------|------|
| 1. Grabung | 11 | 1 | — |
| 2. Grabung | 12 | 3 | — |
| 3. Grabung | — | — | 9 |

Noch merkwürdiger ist das Ergebnis einer Reihe weiterer Grabungen, wo im behandelten Stück, das in bestem Zustand war, jeweils 43 bzw. 40 gesunde Engerlinge je qm gezählt wurden, während in der Nähe auf einer völlig zerstörten unbehandelten Wiese nur 24 gesunde Engerlinge je qm gefunden wurden.

In dem Zustand der Grasnarbe und in der Zahl der lebenden Engerlinge konnte weder bei den einzelnen Mitteln noch den verschiedenen Aufwandmengen noch bei einem Vergleich zwischen eingeschwehmt und nicht eingeschwehmt ein Unterschied beobachtet werden.

Irgendwelche Beobachtungen über eine Geschmacksbeeinflussung des Futters oder der Milch wurden nicht gemacht, obwohl angenommen werden muß, daß mitunter erst gestreut wurde, als die Vegetation bereits begonnen hatte.

Wesentlich scheint hier vor allem, daß bei dieser Großaktion das Unterlassen des Einschwehmens in keinem Falle eine nachteilige Folge gehabt hat, obgleich für alle nach dem 22. 2. ausgebrachten Mittel ein wirklich ausreichender Regen erst am 15. 3. mit 7 mm bzw. 15,5 mm fiel. Die Gefahr einer Verdampfung bestand durchaus, da die Sonnenscheindauer vom 22. bis 28. 2. 23,1 Stunden, in der Zeit vom 1. bis 14. 3. 37,4 Stunden betrug. Doch ist dabei zu berücksichtigen, daß die Durchschnittstemperatur vom 25. 2. bis zum 6. 3. unter 0° C lag und auch in den folgenden Tagen nicht über 3,8° C hinaufstieg.

Jedenfalls kann wohl gesagt werden, daß das Wetter für die Zwecke der Großaktion nach allgemeiner Auffassung denkbar ungünstig war.

Zusammenfassend wurden bei der Großaktion folgende Erkenntnisse gewonnen:

1. Eine Großaktion gegen Engerlinge auf Dauerwiesen ist praktisch auch schon aus finanziellen Gründen nur mit Streumitteln durchzuführen.
2. Bei Anwendung von ungereinigten Hexamitteln konnten bei der Verfütterung keine nachteiligen Folgen festgestellt werden.
3. Das Einschwemmen der Streumittel kann unterbleiben, sofern die Mittel rechtzeitig im Frühjahr in den Boden gebracht werden. Als spätester Termin ist in Südwestdeutschland der 1. März anzusprechen.
4. Eine Aufwandmenge von 18—20 g Gamma/a reicht in dem auf das Flugjahr folgenden Frühjahr aus, um die Wiese vor Fraßschaden zu schützen, und führt zur langsamen Abtötung der Engerlinge, die sich aber über 6 Monate und noch länger hinziehen kann. Hier muß aber betont werden, daß die Bekämpfung im Frühjahr nur eine Notmaßnahme war; bei der Engerlingsbekämpfung im diesjährigen Maikäferfluggebiet wurde bereits die günstigere Herbstbekämpfung durchgeführt.

Diskussion

Scharmer berichtet über Versuche zur Engerlingsbekämpfung auf Dauerwiesen. Die Versuche wurden absichtlich bei III-Engerlingen durchgeführt, bei denen wesentlich höhere Aufwandmengen verwendet werden müssen als bei II-Engerlingen. Die Aufwandmengen stimmen mit den von Warmbrunn genannten überein. Vor zu geringen Aufwandmengen muß gewarnt werden. Der Kahlfraß erfolgt in nassen Jahren bei einem wesentlich höheren Engerlingsbefall als in trockenen Jahren.

Bei der Behandlung ist wichtig, daß die Mittel rasch in den Boden kommen. Bleibt das Mittel längere Zeit an der Oberfläche, so geht sehr viel durch Verdampfung verloren. Es ist zu klären, ob man das Streu- oder Spritzverfahren anwenden soll. Das Spritzverfahren ist billiger, weil die Spritzpräparate billiger sind als die Streupräparate. Bei II-Engerlingen kommt man mit 12 g aus, während man bei III-Engerlingen die Aufwandmenge auf 30 g heraufsetzen muß.

Itzerott fragt, ob es nicht möglich wäre, die Engerlingsbekämpfung in wertvollen Kulturen prophylaktisch durchzuführen. Die Mittel müßten dann im März oder April des Maikäferflugjahres in den Boden gebracht werden. Die aus dem Boden schlüpfenden Käfer seien leichter zu bekämpfen. Dadurch würde sich auch eine wesentlich wirtschaftlichere Bekämpfung ergeben.

Thiem meint, es sei selbstverständlich, daß hochwertige Kulturen schon im Laufe des ersten Jahres behandelt werden. Dieser Gesichtspunkt sei bisher immer beachtet worden.

Sprossmann teilt zur Frage, ob gereinigte oder ungereinigte Hexamittel verwandt werden sollen, mit, daß bei seinen Versuchen mit gereinigten Mitteln schwere Schäden, besonders an Lärchen zu beobachten waren. Jedoch hänge dies sehr von der Witterung und vom Boden ab.

Schadwirkungen chemischer Mittel

Prof. Dr. F. Klose, Dr. F. Steiniger und Dr. R. Schürmann,

Hygienisches Institut der Universität Kiel

(Direktor: Prof. Dr. Franz Klose)

Die Vergiftungsgefahr bei der Methylbromid-Durchgasung

Die ersten Todesfälle durch Methylbromidvergiftung sind aus den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts bekannt, als man versuchte, das Methylbromid ebenso wie Chloroform und Äther für die Narkose zu verwenden (Richardson 1871, 1891). In der chemischen Industrie spielte es damals bereits als Methylierungsmittel eine Rolle und kam später als Wärmeträger in der Kältetechnik und als Feuerlöschmittel, besonders für Handfeuerlöschgeräte, in Gebrauch. Erst verhältnismäßig spät, nämlich 1932, erkannte man seine Bedeutung als Schädlingsbekämpfungsmittel, und zwar bei dem von Le Goupil durchgeführten Versuch, die Explosionsgefahr beim Arbeiten mit T-Gas durch Zusatz des Feuerlöschmittels Methylbromid herabzusetzen. Es zeigte sich dabei, daß die insektizide Wirkung des Zusatzstoffes stärker war als die von T-Gas.

Da es lebende Pflanzen nicht schädigt und in fettfreien Nahrungsmitteln nur in geringem Umfange gebunden wird, ging man vielerorts dazu über, es an Stelle von Blausäure zu verwenden. In Deutschland liefen z. B. während des zweiten Weltkrieges Versuche, es zur Kleiderentlausung in festen Kammern zu benutzen. Zur Zeit befinden sich in Deutschland große Bestände eines Fabrikats der Firma Merek, New York, die teils als STEG-Ware, teils als Strandgut aus einem oder mehreren gesunkenen Schiffen nach Deutschland gekommen sind. Hinzu kommt eine eigene Produktion. Man erstrebt sowohl in Deutschland wie im Auslande vor allem die Durchgasung von mit Käfern oder Motten befallenem Getreide. Wie weit begastes Getreide beim späteren Genuß eine gesundheitsschädigende Wirkung ausübt, soll hier nicht zu behandeln sein. Tierversuche von Dudley und Mitarbeitern (1940) machen eine Schädigung bis zu gewissem Grade wahrscheinlich.

Als Schädlingsbekämpfungsmittel wurde das Methylbromid verhältnismäßig viel in den USA, in Frankreich und in der Schweiz angewandt. Besonders zahlreiche Vergiftungsfälle sind aus Frankreich bekannt. Sie führten dazu, daß man dort 1945 die Anwendung des Methylbromids gesetzlich regelte und mit Unfallverhütungsvorschriften versah, während man 1950 gerade auf Grund der Erfahrungen mit Methylbromid in Frankreich Wohnraumdurchgasungen jeglicher Art (sogar einschließlich der Schwefeldioxyd-Durchgasung) unter ein allgemeines Verbot stellte.

Die Auffassungen über die Giftigkeit sind außerordentlich unterschiedlich. Z. B. betonte Henning noch 1933, das Methylbromid sei für den Menschen vollständig ungiftig. Andererseits waren damals schon eine ganze Reihe von Vergiftungsfällen veröffentlicht, und die divergenten Ansichten dürften darauf zurückgehen, daß man im Zusammenhang mit der Beurteilung einer Vergiftungsgefahr die einzelnen Anwendungssparten getrennt behandelt hatte. Es sei daher nachfolgend eine Übersicht über die Todesfälle gegeben, die sich auf die verschiedenen Anwendungsgebiete des Methylbromids

verteilen, soweit sie veröffentlicht sind und aus dem Schrifttum zu entnehmen waren. Nicht tödliche Vergiftungen sind noch sehr viel zahlreicher veröffentlicht.

Todesfälle durch Methylbromidvergiftung

| Autor | Jahr | Beruf des Vergifteten | Zur Vergiftung führende Tätigkeit |
|-----------------------------------|------|-----------------------|---|
| A. Chemische Industrie | | | |
| Schuler | 1899 | Arbeiter | Nicht näher bezeichnete Tätigkeit in chem. Fabrik |
| Goldschmidt u. Kühne | 1920 | 3 Arbeiter | Kesselexplosion in den Farberwerken Höchst, spätere Arbeiten im gleichen Raum |
| Löffler u. Rüttimeyer | 1920 | Arbeiter | Arbeiten mit Methylbromid im geschlossenen Raum |
| Rohrer | 1920 | Vorarbeiter | Reparatur eines Methylbromid führenden Rohres |
| Adler-Herzmark | 1927 | Arbeiter | Abfüllen von Methylbromid |
| Friemann | 1937 | Bleilöter | Arbeiten an der Herstellungsanlage |
| Heuyer, Plattard u. de Polligny | 1947 | 17jähr. Gehilfe | Abfüllen von Methylbromidampullen |
| B. Feuerlöschtechnik | | | |
| Meixner | 1928 | Arbeiter | Abfüllen von Polein |
| Glaser | 1928 | Arbeiter | Abfüllen 60% Methylbromid enthaltender Feuerlöschmittel |
| Duvoir, Fabre u. Layani | 1939 | 2 Arbeiter | Füllung von Feuerlöschern |
| Orzechowski u. Malorny | 1940 | 2 Schlosser | Instandsetzen von Feuerlöschbehältern im Nebenraum des Abfüllraumes |
| Kohn-Abrest, Dérobert u. Truffert | 1946 | Kind | Aufenthalt in der Nähe eines undichten Feuerlöschgerätes |
| C. Schädlingsbekämpfung | | | |
| Duvoir u. a. | 1937 | 2 Personen | Nicht bekannt |
| Mackie | 1937 | ? | Durchgasung |
| Bruhin | 1942 | Chemiker | Mühlendurchgasung |
| Duvoir, Dérobert | 1945 | } 2 Personen | Nicht bekannt |
| Michaur, Clercy u. Lechevalier | 1945 | | |
| Mazel, Bourrat u. Roche | 1946 | 3 Kinder | Schlafen im Nebenraum bei Wohnraumdurchgasung |
| Ravault, Bourrat u. Vignon | 1946 | Schädlingsbekämpfer | Wohnraumdurchgasung |
| Steiniger | 1950 | Sanitätsunteroffizier | Entwesungskistenentlausung in Entlausungsanstalt |

Schon diese Übersicht zeigt, daß diejenigen Stimmen recht behalten dürften, die das Methylbromid in seiner Gefährlichkeit für den Menschen etwa der Blausäure an die Seite stellen. Allerdings gibt es beim Methylbromid mehrere Punkte, die eine Vergiftungsgefahr im Vergleich zu der beim Arbeiten mit Blausäure als größer erscheinen lassen. Das ist einmal die eigenartige Wirkungsweise des Methylbromids, die besonders durch eine Spätwirkung und häufig durch ein nach geringfügigen Anfangserscheinungen auftretendes beschwerdefreies Intervall gekennzeichnet ist, dem dann nach Stunden oder Tagen schwere, selbst tödliche Vergiftungserscheinungen folgen können. Den Vergiftungsmechanismus muß man sich so vorstellen, daß aufgenommenes Methylbromid (ohne narkotische Wirkung) im menschlichen Körper Zwischenverbindungen bildet, die erst nach einiger Zeit mit den Elementen des Zentralnervensystems in Reaktion treten und dann die schweren bzw. tödlichen Vergiftungsfolgen bedingen.

Das Krankheitsbild der Methylbromid-Vergiftung ist oft so, daß anfänglich Schwindel, Übelkeit, evtl. Erbrechen, fehlendes Orientierungsvermögen bestehen, die teilweise oder vollständig in Heilung überzugehen scheinen, worauf dann nach einem beschwerdefreien Intervall von mehreren Stunden bis zu 5 Tagen ein schweres Krankheitsbild mit epilepsieähnlichen Krämpfen und Bewußtlosigkeit auftritt, das bis zum Tode anhält. Auch bei den nicht tödlich verlaufenden Vergiftungen sind die Zerstörungen im Zentralnervensystem oft irreversibel. Es bleiben Psychopathien, Sehstörungen und sonstige Anomalien auf die Dauer zurück, so daß die Methylbromid-Vergiftung nicht selten 20 %ige oder 50 %ige Erwerbsunfähigkeit und darauf beruhenden Rentenanspruch bedingt. Aus eigenen Beobachtungen an Versuchstieren sei hervorgehoben, daß außer dem für das Methylbromid bekannten Lungenödem auch andere schwerwiegende pathologische Erscheinungen auftreten, bei denen man, wenn sie beim Menschen beobachtet werden, kaum an eine Methylbromidvergiftung denken dürfte, z. B. bei „Schrumpfniere“ als pathologischem Befund. Man kann daher das Methylbromid als ein besonders tückisches Gift bezeichnen, bei dem die Gefahrenquelle nur zu häufig erst sehr spät und oft gar nicht erkannt wird. Das beweisen z. B. Vergiftungsreihen in der chemischen Industrie oder in der Feuerlöschtechnik, bei denen die an den Anfangserscheinungen erkrankten Arbeiter wieder und wieder durch andere Kräfte ersetzt wurden, die sich ebenfalls vergifteten. Z. B. nach der Explosion eines Methylbromid-Kessels in den Farbwerken Höchst am 18. 12. 1919 traten Todesfälle am 22. 12., 4. 1. und 5. 1. ein, daneben sechs weitere, nicht tödliche Vergiftungen. Wir können mit ziemlicher Sicherheit damit rechnen, daß man viele Methylbromid-Vergiftungen nicht als solche erkennt, sondern sie z. B. als Epilepsie registriert und gar nicht mit der eigentlichen und deshalb weiter bestehenden Ursache in Beziehung setzt. So war es z. B. bei dem von Steiniger beschriebenen, tödlich verlaufenen Vergiftungsfall in einer Entlausungsanstalt in Husum.

Der zweite schwerwiegende Gesichtspunkt beim Arbeiten mit Methylbromid ist die Tatsache, daß es keinen vollkommen sicheren Maskenschutz gegen Methylbromid gibt, weil das Methylbromid in einer zur tödlichen Vergiftung führenden Menge auch durch die Haut aufgenommen werden kann. Am bekanntesten sind hier die 3 Vergiftungsfälle von Bruhin in der Schweiz,

von denen einer tödlich ausging. Es handelt sich um 3 Chemiker, die bei einer Mühlendurchgasung nicht Atemschutzgeräte mit Filtern, sondern Sauerstoffkreislaufgeräte getragen hatten, mithin von der umgebenden Luft bei der Atmung völlig unabhängig waren. Trotzdem traten bei ihnen schwere Hauterscheinungen auf (Abb. 1), die eine Ähnlichkeit mit schweren Verbrennungen hatten. Daneben fehlten jedoch auch die Reizerscheinungen in den Atemorganen nicht, wie sie sonst nach Einatmung von Methylbromid beobachtet wurden. Ein Filter, das einen noch stärkeren Schutz hätte ausüben können als ein Sauerstoffkreislaufgerät, ist natürlich nicht denkbar, und man kann daraus folgern, daß eine Schutztechnik, wie sie sonst in der Durchgasung oder in der Kampfgasabwehr gebräuchlich ist, hier unsicher wird. Auffallend ist ferner, daß die Hauterscheinungen immer dort auftreten, wo Gegenstände

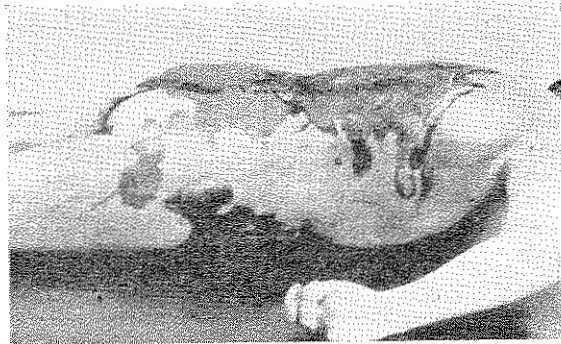


Abb. 1. Verbrennungsähnliche Hautschäden
bei einem tödlich verlaufenen Vergiftungsfall (nach Bruhin)

oder Teile des Schutzgerätes der Haut eng aufliegen. Es ist sogar ziemlich sicher, daß Methylbromid durch dünne Gummilagen hindurchgeht, zumal bekannt ist, daß es sich in Gummi löst. In Frankreich hatte man vor dem Verbot der Wohnraumdurchgasung vorgesehen, gasdichte Schutzanzüge zu tragen, doch konnte anscheinend auch dies Unfälle nicht ausschließen.

Besonders bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß die Anfälligkeit bei einzelnen Personen außerordentlich stark variiert. Z. B. hatte nach Duvoir, Fabre und Layani ein Arbeiter 6 Jahre in der chemischen Industrie mit Methylbromid gearbeitet. Als man ihm einen Gehilfen gab, starb dieser nach einem Tage, und als an seine Stelle ein anderer trat, dieser ebenfalls, während der seit Jahren tätige Arbeiter bei gleicher Beschäftigung und Aufenthalt im gleichen Raum keinerlei Vergiftungserscheinungen zeigte. Auch große Hitze bzw. Schwitzen scheinen eine Methylbromidaufnahme durch die Haut zu begünstigen, obwohl die Wasserlöslichkeit des Methylbromids verhältnismäßig gering ist. Allerdings sollen sich nach Lépigre die Löslichkeitsverhältnisse ändern, wenn technisches Methylbromid nicht ganz rein ist.

Um die Aufnahme von Methylbromid durch die Haut experimentell zu untersuchen, benutzten wir eine Apparatur, wie sie Abb. 2 darstellt. Durch luftdichten Abschluß am Halse wurde dafür gesorgt, daß die zum Versuch

verwandten Kaninchen kein Methylbromid einatmeten, während dieses innerhalb des Behälters auf die Haut des Rumpfes und der Extremitäten einwirkte. Bei 50—80 g Methylbromid je cbm im Innern des Versuchskastens starben nach ½- bzw. 1stündiger Einwirkung 3 Versuchstiere, bei 100—200 g dagegen 3 weitere nicht. Es zeigte sich also auch hier wieder, daß die Giftwirkung nicht unmittelbar der Dosierung oder der Einwirkungszeit proportional ist, sondern daß eine mehr zufällige Beziehung durch individuelle Bedingungen der einzelnen Versuchstiere besteht, ohne daß sich dabei etwas über Einzelheiten vermuten läßt. Die pathologischen Erscheinungen nach Aufnahme durch die Haut waren denen nach Einatmung ziemlich ähnlich. Allerdings

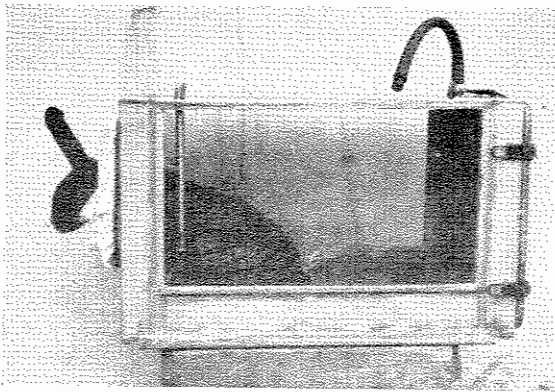


Abb. 2. Begasungskästen für Versuche über die Aufnahme von Methylbromid durch die Haut ohne gleichzeitige Einatmung

sind die Reizerscheinungen in den Atmungsorganen nach Einatmen stärker ausgeprägt als nach Hautaufnahme.

Diese Erfahrungen und Versuche lassen es als geboten erscheinen, Methylbromid zur Insektenbekämpfung nur in gasdichten Kammern oder Behältnissen zu benutzen, die das Bedienungspersonal nicht — auch nicht unter Maskenschutz — zu betreten braucht, und die ausschließlich bei Bedienung von außen unter Gas gesetzt und später belüftet werden können. Jeder Aufenthalt in unter Methylbromid stehendem Raum ist unmittelbar gefährdend, solange wir nicht die Möglichkeiten kennen, Vergiftungen mit völliger Sicherheit auszuschließen. Bis dahin ist die Vergiftungsgefahr mit Methylbromid gegenüber der mit Blausäure als größer zu bewerten.

Diskussion

Goffart erwähnt, man habe in neuerer Zeit in den USA Methylbromid zur Bekämpfung der Nematoden eingesetzt. Die Ergebnisse, die mit diesem Gas dort erzielt wurden, seien z. T. aber recht widersprechend. Auch in Deutschland wurden in den letzten Monaten mit diesem Mittel Versuche eingeleitet. Es wurde dabei festgestellt, daß eine Bodenentseuchung mit Methylbromid nicht zu einem genügenden Erfolg führt. Auch eine Behandlung von

lebenden Pflanzen oder Pflanzenteilen — z. B. Kartoffeln — wirkte sich im allgemeinen schädigend aus. Kartoffeln seien sehr anfällig, so daß man eine Begasung von Waggonen mit Methylbromid nicht durchführen kann. Grüne Pflanzen — besonders Zierpflanzen — sind ebenfalls sehr empfindlich gegen Methylbromid.

Fischer (Pinneberg) weist darauf hin, daß nicht nur grüne Pflanzen gegenüber Methylbromidbegasungen sehr anfällig sind. Bei der Begasung gegen San-José-Schildlaus sind vor etwa 2—3 Jahren in der Schweiz starke Schäden aufgetreten.

Trappmann bemerkt, in den USA sei man von der Begasung mit Blausäure weitgehend abgegangen. Dort wird Methylbromid angewendet. Die Pflanzen sind ja in ruhendem Zustand. Es wäre wichtig, weitere Erfahrungen aus dem Ausland zu hören.

Rademacher regt an, es möge auf der nächsten Pflanzenschutztagung ein Mediziner zu der Angelegenheit Stellung nehmen und über die Symptome und die erste Hilfe bei Methylbromidvergiftung berichten.

Zäch (Schweiz) betont nochmals die Gefährlichkeit dieses Gases.

Trappmann meint, die bisherigen Erfahrungen und Kenntnisse reichen leider nicht aus, um eine einheitliche Linie in der Beurteilung der neuen Mittel zu finden. Wir müssen warten, bis ein Bundesgesundheitsamt geschaffen ist, das auf Grund von Untersuchungen bindende Richtlinien geben könnte.

Steiniger bemerkt abschließend, daß das Methylbromid eine bakterizide Wirkung besitzt und deshalb von besonderer Bedeutung für die Desinfektion ist (Lederwaren usw.) Es müsse daher um so mehr darauf geachtet werden, daß seine Anwendung nicht zu Vergiftungen führt.

Dr. H. Ehrenhardt,
Institut für Obstbau, Heidelberg

Untersuchungen über die Wirkung des Gamma-Hexa auf Kulturpflanzen bei verschiedenen Anwendungsverfahren

Bezüglich der Anwendung von Hexamitteln zur Bekämpfung von Bodenschädlingen sind u. a. auf Grund wirtschaftlicher Erwägungen zahlreiche Bekämpfungsverfahren entwickelt worden, bei denen der relativ teure Gammawirkstoff nicht mehr wie bei der Ganzflächenbehandlung auf den ganzen Befallsraum verteilt, sondern möglichst nahe an das zu schützende Objekt herangetragen wird. Diese Verfahren haben neben mancherlei Vorteilen, wie rationellerem Stoffeinsatz, weitgehendster Schonung der Biozönose, auch ihre Schwächen: bei der relativ geringeren Wirkstoffmenge können bei unsachgemäßer Handhabung leicht Überdosierungen und damit Pflanzenschädigungen auftreten.

Hinsichtlich der phytotoxischen Wirkung sind im einzelnen folgende Bekämpfungsverfahren in der Hauptsache mit Streumitteln auf reiner Gamma-basis studiert worden.

1. Ganzflächenbehandlung. Hier wurde geprüft, wie weit die zur Bekämpfung von EIII geforderte Aufwandmenge von 4 kg reinem Gamma-wirkstoff/ha auch in offenem Feldanbau von Pflanzen vertragen werden kann. 300 kg Streumittel/1 ha bei 1,3 % Wirkstoffgehalt wurden von Weizen, Roggen, Hafer, Gerste, Zuckerrüben auf mittlerem Lehm Boden gut ertragen.

2. Topfdebehandlung. Milde, humusreiche Pflanz Erde wurde mit steigenden Mengen Streumitteln (1,3 % Gamma) versetzt und darin junge Salat-

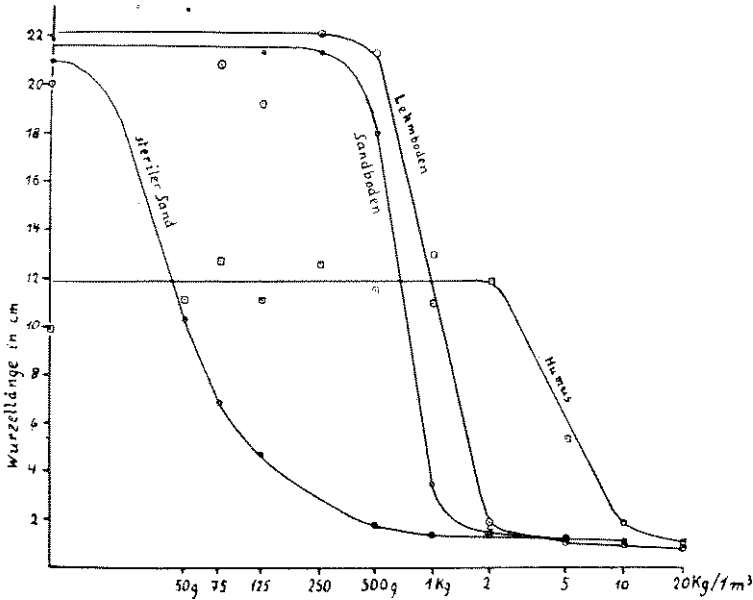


Abb. 1. Einfluß eines Gamma-HCH-Streumittels (1,3 % Gamma) auf die Wurzellänge von Weizen etwa 1 Woche nach dem Auflaufen. Topfversuche. Ordinate: Wurzellänge in cm. Abszisse: HCH-Streumittelmenge/cbm Erde. Kurve 1: für sterilen Sand; Kurve 2: für gewachsenen, humusarmen Sandboden; Kurve 3: für gewachsenen Lehm-boden; Kurve 4: für präparierte humusreiche Komposterde

und Blumenkohlpflanzen im maschinellen Erdtopfverfahren ausgepflanzt. Die Pflanzen wurden laufend auf Sproß- und Wurzelbefund geprüft, bei der Ernte wurde das durchschnittliche Kopfgewicht ermittelt. Salatpflanzen ertrugen bis zu 2 kg Streumittel/cbm Pflanz Erde, Blumenkohl bis zu 5 kg ohne Schädigung. Getopfte Pfropfreben, die unter ähnlichen Verhältnissen in mit Hexa behandelte Pflanz Erde umgesetzt wurden, ertrugen gleichfalls 2 kg ohne Sproß- und Wurzelschädigung.

3. Lehm breitauchverfahren. An Salatpflanzen, deren Wurzeln in Lehm brei getaucht wurden, ist bei 10 g Hexastreumittelzugabe (1,3 % Gamma) sehr gute Fraßverminderung gegen Drahtwurm erzielt worden. 10—25 g Streumittel auf 11 Lehm (im Tauchverfahren wurde stets die Wirkstoffmenge auf das Volumen von trockenem krümeligem Lehm berechnet, der dann zu einem Brei angerührt wurde) wurden im allgemeinen immer gut, 50—100 g meist mit deutlicher Wachstumsverzögerung, noch höhere Gaben nie ohne schwere

Schädigung ertragen. Apfelabrisse vom Typ IX, die nach Lehm-breitauchung in stark engerlingverseuchtes Gelände ausgepflanzt wurden, zeigten bis 50 g Streumittel/11 Lehm normale Bewurzelung, von 100 g aufwärts wurde in zunehmendem Maße die Wurzelbildung gestört. Engerlingsfraß wurde an diesen Abrissen schon bei 10 g/11 Lehm unterbunden. Bei dieser Methode ist bei der relativ geringen Wirkstoffaufwendung besonders vor leichtfertiger Überdosierung zu warnen!

4. Sa at g u t b e h a n d l u n g mit Saatschutzmitteln. Kleinversuche mit Weizen in Topfkulturen zeigten bei Gaben von 1 kg HCH-Saatschutzmittel auf

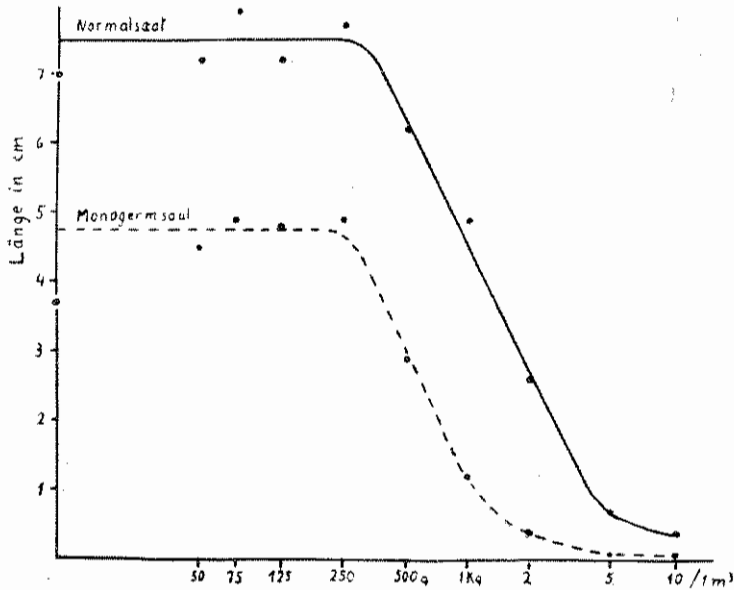


Abb. 2. Einfluß eines Gamma-HCH-Streumittels (1,3%) auf das Wachstum von Zuckerrübenwurzeln. Monogerm- und Normalsaat in Lehm Boden. Abszisse und Ordinate wie in Abb. 1

1 dz Saatgut bei 15 und 20% Gammagehalt keine wesentliche Abnahme von Sproß- und Wurzellänge; Schädigungen an der Wurzelspitze traten nicht auf. In größeren Freilandversuchen an Gerste und Hafer würden 20%ige Saatschutzmittel (1 kg/dz Saatgut) ohne Anzeichen von Schädigungen ertragen. Spinatsamen zeigten bei 20%iger HCH-Saatschutzmittelzugabe in stark mit Drahtwurm verseuchtem Gelände den geringsten Ausfall bei 1 kg/1 dz Saatgut. Der Ausfall nahm mit Abnahme der Aufwandmenge zu. Gegen Engerlinge war Saatschutzmittelbehandlung bei Zuckerrüben so gut wie wirkungslos.

5. G i e ß m i t t e l. Bei Topfreben sank der Triebzuwachs nach Eintauchen der Töpfe in Hexa-Emulsion (7,5% Gamma) in 0,2-, 0,3- und 0,5%iger Konzentration in steigendem Maße ab. Nur bei 0,1%iger Brühe lag der Triebzuwachs über dem der Kontrolle. An Tomaten, die in Wasserkulturen mit Nährlösung gezogen wurden, konnte gezeigt werden, daß neben dem Hexa-

wirkstoff auch Emulgator und Lösungsmittel die Wurzelbildung unterbinden können.

6. Abhängigkeit der phytotoxischen Wirkung vom Boden. Bei Anzucht von Weizensprossen in mit Gamma-HCH-Streumitteln versetzter Erde bei konstanter Temperatur (20° C) und Feuchtigkeit wurde eine auffallende Abhängigkeit des Wachstums von der Bodenart festgestellt (vgl. Abb. 1). In sterilem Sand setzten Wurzelschädigungen schon unter 50 g

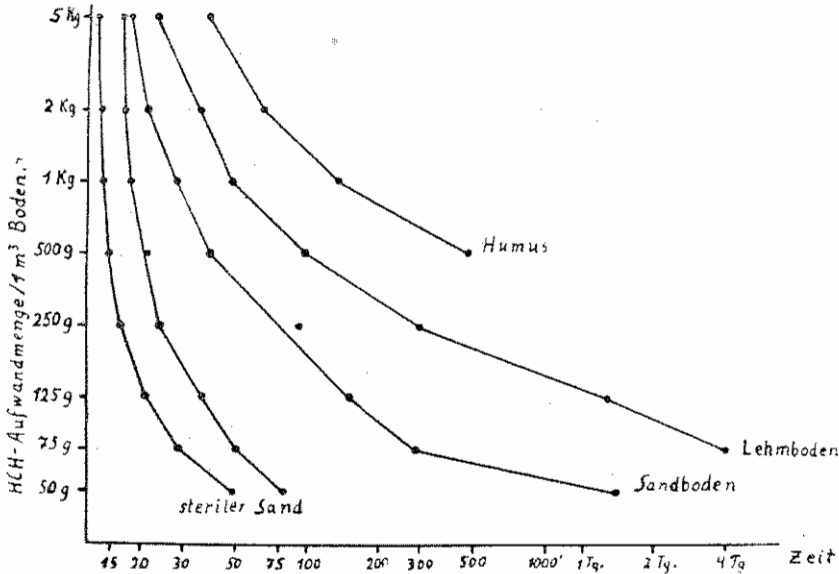


Abb. 3. Kontaktinsektizide Wirkung von HCH-Streumitteln (1,3% Gamma) auf *Drosophila* in Abhängigkeit von der Bodenart. Ordinate: HCH-Streumittel-Aufwandmenge/cbm Erde. Abszisse: Zeit der 50%igen Abgängigkeit der Fliegen. Kurve 1 und 2 von 2 Streumitteln mit annähernd gleichem Gammagehalt (rund 1,3 %) in sterilem Sand; Kurve 3: gewachsener Sandboden; Kurve 4: gewachsener Lehm Boden; Kurve 5: präparierte Komposterde. Kurven 1, 3, 4 u. 5 mit dem gleichen Streumittel

Streumittel (1,3 % Gamma) pro cbm Boden ein. In gewachsenem Sandboden lag die Schädigungsgrenze zwischen 250 und 500 g, im Lehm Boden bei 500 g, im Humus dagegen erst bei 2 kg/cbm Boden. Daß darüber hinaus pflanzenspezifische Unterschiede bestehen, ist selbstverständlich. So sind z. B. Zuckerrüben etwas empfindlicher als Weizen (vgl. Abb. 2), aber ein phytotoxischer Unterschied zwischen Monogerm- und Normal Saat besteht nicht. Bei beiden setzte die Wurzelschädigung bei 250 g Streumittel/cbm gewachsenem Lehm Boden ein. Dieselben Böden wurden zu gleicher Zeit bezüglich ihrer kontaktinsektiziden Wirkung im *Drosophilat*est geprüft, wobei je Konzentration wenigstens 3 Prüfungen zu je 10 Tieren vorgenommen wurden. Es zeigte sich dabei eine auffallende Korrelation zur phytotoxischen Wirkung. In sterilem Sand sind auch bei den geringsten Gaben 50 % der Tiere bereits nach ca. 1 Stunde abgängig, in gewachsenem Sandboden erst nach 1 Tag. In Lehm-

boden wurde nach 4 Tagen nur noch bei 75 g Streumittel/cbm Boden 50 %ige Abgängigkeit erzielt. Im Humus wurde die LD 50-Grenze bei 250 g nach 5 Tagen nicht mehr erreicht. Aus diesen und den korrelierenden phytotoxischen Kurven der Abb. 1 ist zu schließen, daß das Hexa je nach der Beschaffenheit des Bodens von diesem festgelegt wird. Von hier aus wird auch verständ-

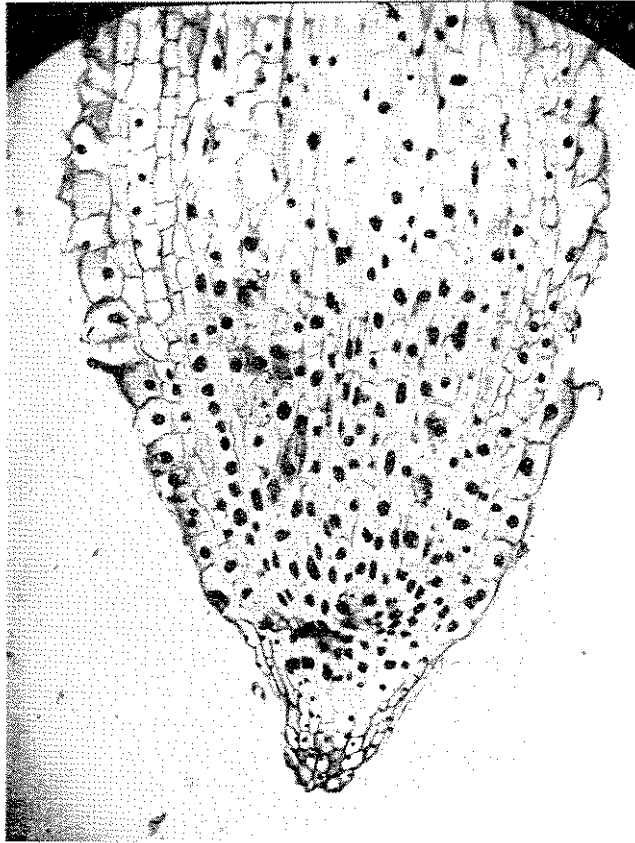


Abb. 4. Weizenwurzel etwa 2 Tage nach dem Keimen auf phytotoxischen Hexagaben. Vergr. ca. 350

lich, weshalb bei humusreicher Pflanz Erde Gaben bis zu 2 kg/cbm Erde von den Pflanzen ertragen wurden.

7. Histologische Befunde. Untersuchungen an Schnitten von normalen Weizenwurzeln und solchen, die auf Hexa gezogen waren, ergaben, daß mit zunehmenden phytotoxisch wirkenden Hexagaben bzw. mit zunehmender Zeit eine schnellere Alterung der Zellen verbunden war, die sich in zunehmendem Kernzerfall und in Kernarmut in den Zellen äußert (vgl. Abb. 4 u. 5). Sofern das Hexa zu jenen Zellgiften gehört, die je nach der Aufwandmenge das

Zellgeschehen zunächst zu aktivieren vermögen (vgl. Weyland u. Mitarbeiter¹⁾), so läßt sich dadurch das schnelle Altern der Weizenwurzeln erklären. Von hier aus ließe sich auch die bisweilen im Freien beobachtete Stimulationswirkung, die sich bei auflaufenden Saaten zeigen kann, verstehen. Der äußerst schnelle Abfall der Wachstumskurven bei steigenden Hexagaben

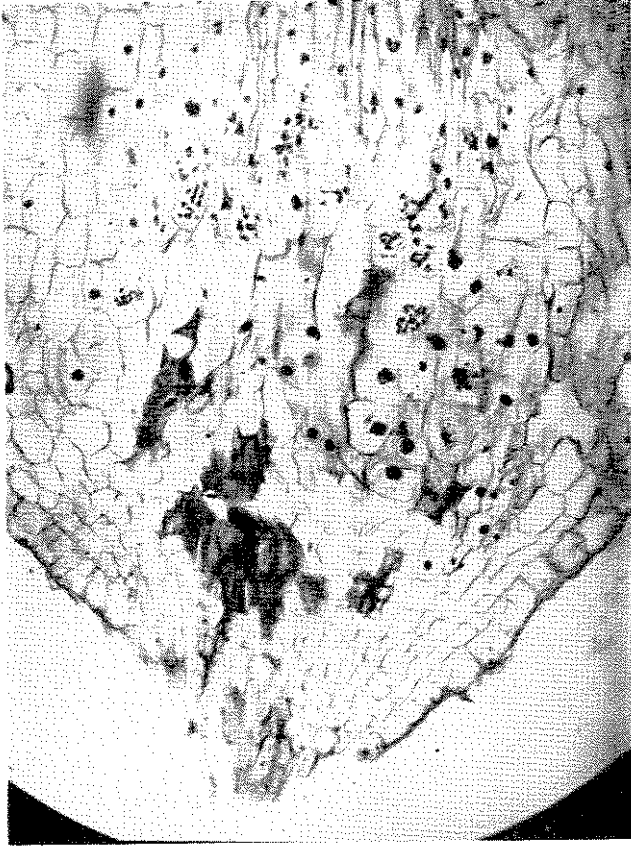


Abb. 5. Weizenwurzel etwa 5 Tage nach dem Keimen auf gleicher Hexa-Gabe wie Abb. 4. Vergr. ca. 350

spricht dafür, daß das Hexa, wenn es einmal in das Zellgeschehen eingreift, auch unvermittelt heftig wirken kann.

Daß das Hexa nicht nur in die Wurzel eindringt, sondern auch weitergeleitet wird und in den oberirdischen Geweben in für Insekten toxischer Form wieder erscheint, ließ sich experimentell an Tomatenkulturen, die in Nährlösung mit Hexazugabe gehalten wurden, nachweisen.

¹⁾ Die Beeinflussung der Pflanzen durch chemische Substanzen. Biol. Zbl. 63 (1949) S. 140.

Diskussion

Küthe bemerkt ergänzend, daß bei Spritzversuchen durch Überdosierung von Hexa-Emulsionen auch Schädigungen des Kartoffelblattes beobachtet wurden. Diese Schäden wurden von den Pflanzen im Laufe des Wachstums jedoch wieder ausgeglichen.

Ehrenhardt fügt auf Anfrage hinzu, es seien Großversuche mit Zuckerrüben durchgeführt worden, bei denen Mengen bis zu 750 g Hexa-Saatschutzmittel (20 % Gamma) verwendet wurden. Bis in den Spätherbst hinein war ein normales Wachstum der Pflanzen zu beobachten. Bei den für die Praxis empfohlenen normalen Dosierungen sind Schädigungen i. a. nicht zu erwarten, auch nicht bei geringfügiger Überdosierung. Wie zu Beginn des Vortrages ausgeführt, wurde in größeren Freilandversuchen vorwiegend auf mittleren Lehmböden gearbeitet, wo selbst Gaben bis zu 300 kg Streumittel/ha ohne wesentliche Schädigungen ertragen wurden. Die normalen, mit den Stoffen angereicherten Kulturböden dürften sich nicht wesentlich hiervon unterscheiden. In Sandböden nimmt die kontaktinsektizide und auch phytotoxische Wirkung des HCH mit abnehmendem Humusgehalt zu. In sterilem Sand erweist sich das HCH als äußerst toxisch. Andererseits wird in Böden mit sehr hohem Humusgehalt die kontaktinsektizide wie auch phytotoxische Wirkung des HCH wesentlich herabgesetzt. Aus den Beobachtungen in der Praxis geht hervor, daß die Gefahr von Pflanzenschädigungen, bedingt durch Unachtsamkeit, um so größer wird, je geringer die absoluten Hexa-Mengen sind, die der Praktiker auf Grund der speziellen Anwendungsverfahren benötigt. So ist im Lehm-breit-auch-verfahren nur eine Menge von 10 g/l erforderlich. Vielfach sind hier die Schäden auf eine ungenaue Dosierung der Mittel zurückzuführen. Es ist unbedingt nötig, daß in der Praxis mit genauen Dosierungen gearbeitet wird.

Mayer berichtet, daß bei Behandlung von Buschbohrensaat mit Gemischen von DDT und HCC keine Auflaufschäden beobachtet wurden.

Dr. H. Zeumer,

Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel und -geräte, Braunschweig

Geschmacksbeeinflussung durch Hexa-Präparate

Die bisherigen Veröffentlichungen über die Geschmacksbeeinflussung durch Hexa-Präparate befassen sich entweder mit den Ergebnissen praktischer Versuche oder mit der Frage, welche Stoffe für die geschmäckliche oder geruchliche Beeinträchtigung des Erntegutes verantwortlich zu machen sind, warum die Beeinträchtigung auch bei schlechten Präparaten nicht immer auftritt, ob und wie ein Transport in der Pflanze erfolgt usw. Vom Standpunkt der Mittelprüfstelle, als derjenigen Stelle, die die Anerkennung der Präparate als „geschmackfrei“ vornimmt, waren besonders 2 Fragen von erheblicher Bedeutung, von denen merkwürdigerweise die letzte und wichtigste nur wenig in der Literatur behandelt wird:

1. Ist die reine Gamma-Isomere geruch- und geschmackfrei?
2. Wenn ja, bleibt sie es auch, oder kann sie durch Zersetzung oder Umsetzung Stoffe bilden, die wiederum den eigentlichen muffigen Geruch der unreinen Präparate annehmen und somit das Erntegut beeinflussen können?

Wenn hier von „geschmackfreien“ Wirkstoffen oder Präparaten die Rede ist, so ist damit nicht gemeint, daß der Wirkstoff bzw. das damit hergestellte Präparat an sich keinen Geschmack oder Geruch aufweist, sondern daß der Wirkstoff bzw. das damit hergestellte Präparat das Erntegut bei normaler Anwendung und Dosierung geschmacklich oder geruchlich nicht beeinflusst.

Die 1. Frage wurde schnell beantwortet, d. h. man war sich allgemein darüber einig, daß es möglich ist, die Gamma-Isomere so zu reinigen, daß die damit hergestellten Präparate keine geschmackliche Beeinflussung verursachen.

Die 2. Frage war wesentlich schwieriger zu beantworten. Wo sie diskutiert worden ist, wurde meist Reagenzglas-Chemie angewendet, d. h. es wurden die evtl. möglichen Umsetzungen vom Standpunkt des organischen Chemikers aus besprochen. Einmal brauchen aber die Stoffe, die für eine evtl. Geschmacksbeeinflussung erforderlich sind, nur in sehr geringen Mengen vorhanden zu sein, so daß sie dem Chemiker beim Studium möglicher Umsetzungen entgangen sind, vor allem aber wird die Gamma-Isomere bei der praktischen Anwendung außerordentlich fein verteilt. Sie wird mit großer Oberfläche den Atmosphäriken ausgesetzt und kommt im Erdboden mit den verschiedensten Stoffen zusammen. Es können so leicht Umsetzungen erfolgen, die im Reagenzglas nicht zu erreichen sind. Hinzu kommt noch die Möglichkeit von Umsetzungen unter Mitwirkung von Pilzen und Bakterien.

Da die Beantwortung der Frage für den Fortbestand der Hexa-Präparate von großer Bedeutung war — eine Reinigung wäre zwecklos, wenn sich die geschmacksbeeinflussenden Stoffe aus der reinen Isomere wieder bilden können —, wurden in der Mittelprüfstelle umgehend Versuche unternommen, um ihrer Beantwortung näherzukommen. Die reine Gamma-Isomere wurde als Kristall und in feiner Verteilung mit Glas verdeckt der Sonne ausgesetzt, aber auch unverdeckt Sonne, Regen und Wind. Da ohne Zweifel Alkali gegenüber eine gewisse Labilität besteht, wurden diese Versuche auch auf alkalischen Medien durchgeführt.

Inzwischen waren nun vom Deutschen Pflanzenschutzdienst in sehr großem Umfange Prüfungen auf Geschmacksbeeinflussung im praktischen Versuch durchgeführt worden. Gleichzeitig waren von der BBA in ihren Instituten und einigen Pflanzenschutzämtern Laboratoriumsmethoden ausgearbeitet worden, die so mit den Freilandversuchen abgeglichen wurden, daß eine sichere Beurteilung von Wirkstoffen und Präparaten auch im Laboratorium möglich war. Nach diesen Methoden wurde die — wie oben beschrieben — behandelte Gamma-Isomere neben „Unbehandelt“ auf Geschmacksbeeinflussung untersucht. Hierbei wurde gefunden, daß eine Änderung der Geschmacksbeeinflussung durch die Behandlung nicht eintritt. Die Ergebnisse dieser Versuche machten es zumindest wahrscheinlich, daß die einmal gereinigte Gamma-Isomere auch rein bleibt, d. h. keine Stoffe bildet, die eine Geschmacksbeeinflussung ergeben können. Die Mittelprüfstelle konnte daraufhin mit relativ gutem Gewissen zunächst einmal die *St ä u b e m i t t e l*, die bei der Freilandprüfung keine Geschmacksbeeinflussung ergeben hatten, als „geschmackfrei“ anerkennen.

Um den Verhältnissen der Praxis noch näherzukommen, wurden in der Mittelprüfstelle dann weitere Versuche angesetzt: Die reine Gamma-Isomere sowie verschiedene anerkannte Präparate wurden mit Erde gemischt und

in diese Kartoffeln gepflanzt. Nach etwa einem halben Jahr wurde der Boden auf besondere Weise extrahiert. Analytisch wurden etwa 75 % der Gamma-Isomere wiedergefunden. Die Prüfung des extrahierten Wirkstoffes auf Geschmacksbeeinträchtigung ergab im Vergleich zu „Unbehandelt“ auch hier keine Änderung gegenüber den ursprünglich verwendeten Präparaten.

Diese Versuche zeigen, daß die Gamma-Isomere, wenn sie auch eventuell abgebaut wird, hierbei aber offenbar keine geschmacksbeeinflussenden Stoffe bildet.

Nachdem die als „geschmackfrei“ anerkannten Gamma-Präparate im Vorjahr in großem Umfange angewendet worden und praktisch keine Beanstandungen laut geworden waren, wurden auch die Hexa-Suspensionen und die Emulsionen in die Prüfung auf Geschmacksbeeinflussung einbezogen.

Während die Hexa-Suspensionen ohne weiteres als „geschmackfrei“ anerkannt werden konnten, wenn die Wirkstoffe in Ordnung waren, ergab die Prüfung der Emulsionen, daß zwar eine Geschmacksbeeinflussung des Erntegutes durch die darin verwendete Gamma-Isomere nicht mehr stattfindet, wohl aber — jedenfalls zum Teil — eine starke Beeinträchtigung durch die verwendeten Lösungsmittel bzw. Lösungsvermittler. Aus Gründen der Gerechtigkeit sind die Gamma-Emulsionen trotzdem als „geschmackfrei“ anerkannt worden. Man hätte sonst allen übrigen Emulsionen, also denen mit anderen Wirkstoffen, ebenfalls die Auflage zum Hinweis auf eine mögliche Beeinträchtigung machen müssen. Den Herstellern der Präparate, bei denen eine Geschmacksbeeinträchtigung durch Lösungsvermittler usw. beobachtet wurde, ist aber auferlegt worden, die Beistoffe so auszuwählen, daß eine Geschmacksbeeinflussung auch hierdurch nicht mehr möglich werden kann.

Es soll hier an alle Hersteller von Emulsions-Präparaten, und zwar nicht nur auf Gamma-Basis, sondern auch auf Basis anderer Wirkstoffe, wie DDT, Toxaphen und anderer chlorierter Kohlenwasserstoffe, die dringende Bitte gerichtet werden, ihr Augenmerk auf die Geschmacksbeeinflussung durch Beistoffe zu richten. Wenn es notwendig ist, in einem Pflanzenschutzmittel ein so hochgereinigtes, kostbares Produkt wie die Gamma-Isomere zu verwenden, dann ist es auch notwendig, die gleiche Reinheitsforderung an die Beistoffe zu stellen. Die Verwendung der Emulsionen in immer größerem Umfange macht es notwendig, nicht nur bei Gamma-Präparaten, sondern auch bei Präparaten mit anderen Wirkstoffen auf die Geschmacksbeeinflussung durch Beistoffe zu achten. Die Prüfung auf Geschmacksbeeinflussung wird in Zukunft genau so zur Anerkennung eines Präparates gehören, wie die Prüfung auf insektizide oder fungizide Wirkung.

Bisher hat die BBA Gamma-Präparate nur zur Prüfung auf Geschmacksfreiheit zugelassen, wenn sie wenigstens 95 % Gamma-Isomere im Wirkstoff enthielten. Diese Forderung wurde bei ihrer Aufstellung im Jahre 1949 von vielen Herstellern für zu hoch gehalten. Die Entwicklung geht jedoch eindeutig in Richtung der Verwendung noch reinerer Präparate. Das Ausland verwendet bereits Wirkstoffe mit 99—100 % Gammagehalt, die als Lindane bezeichnet werden. Auch die Mehrzahl der deutschen Wirkstoffhersteller ist bereits dazu übergegangen, Präparate mit fast 100 %iger Reinheit herzustellen. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, ist deshalb in dem Ausschuß „Kennzeichnung der Pflanzenschutzmittel“, welchem Vertreter der BBA, des

Deutschen Pflanzenschutzdienstes und der Pflanzenschutzmittel-Industrie angehören, festgelegt worden, in Zukunft nur noch Präparate zur Geschmacksprüfung zuzulassen, die wenigstens 99% Gamma-Isomere im Wirkstoff enthalten. Die Bezeichnung der Präparate ist weiterhin „Gamma-Präparat“, in Klammern wird jedoch das Wort „Lindan“ hinzugefügt, um besonders dem Ausland gegenüber zu betonen, daß die deutschen Präparate die gleiche Qualität aufweisen, wie sie bisher allein dem Lindane zugesprochen wurde.

Diskussion

Klett berichtet über Geschmacksbeeinflussung von Kartoffeln durch Gamma-Streumittel.

Kotte warnt vor zu großem Optimismus. Für Kartoffeln und für den Gemüsebau seien die Mittel nicht unbedenklich zu empfehlen.

Zeumer bemerkt, diese Einwände seien bekannt. Man habe daher die Formulierung gewählt, daß die Mittel nur bei normaler Anwendung und normaler Dosierung „geschmackfrei“ seien; für Streumittel sei die Dosierung zu hoch.

Ehrenhardt berichtet ebenfalls von einem Fall von Geschmacksbeeinflussung durch Streumittel bei Kartoffeln. Eine mitgenommene Probe sei jedoch vollkommen geschmacksfrei gewesen. Er schlägt vor, bei Auftreten solcher Fälle die Kartoffeln möglichst flach zu lagern, um auf diese Weise den Geschmack zu beseitigen.

Zeumer bemerkt, daß die Frage einer Abnahme des Hexageschmackes in lagernden Kartoffeln noch nicht geklärt sei.

Dr. Gudo Dosse,

Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim

Wirkung von DDT-, Ester- und Hexa-Präparaten auf *Coccinella septem-punctata* L. bei der Blattlausbekämpfung

In der Literatur erscheinen immer wieder kurze Notizen über die Vernichtung der Nutzfauna bei Anwendung der neueren Kontaktinsektizide. Jedoch beziehen sich diese Angaben meist nicht auf exakte Untersuchungen, sondern auf Gelegenheitsbeobachtungen anlässlich großer Bekämpfungsaktionen. Da bis heute noch wenig experimentelle Unterlagen über das Eingreifen der Kontaktinsektizide auf die Biozönose vorliegen, sind im Rahmen von Blattlausbekämpfungen Versuche mit verschiedenen Mitteln in bezug auf ihre Wirkung auf Coccinelliden angelegt worden.

Ein Massenaufreten von *Coccinella septem-punctata* L. (Imagines und Larven) im Jahre 1949 an stark verlausten Wicken in einem Pflanzkämp gab Veranlassung, gerade mit diesem Nutzinsekt Versuche vorzunehmen. Im Laboratorium wurde 1949 die Wirkungsweise von Gesapon, Gamma-Nexen und E 605 forte auf die Coccinelliden geprüft. 1950 und 1951 sollten diese Versuche auf der gleichen breiten Grundlage wiederholt werden, mußten aber wegen mangelnder Versuchstiere gegenüber 1949 stark eingeschränkt werden. Trotz-

dem reichten sie aus, um die 1949 gewonnenen Ergebnisse in vollem Umfange zu bestätigen. Über diese soll hier vor allen Dingen berichtet werden.

In keinem einzigen der angelegten Versuche der genannten drei Jahre konnte beobachtet werden, daß die Coccinelliden-Imagines die toten, vergifteten Läuse angingen. Im Gegenteil wurde immer wieder festgestellt, daß die eingegangenen Läuse zwar betastet, dann aber liegengelassen wurden.

Gesapon 1%ig wirkte völlig negativ auf *Coccinella septem-punctata*. Nach 8 Tagen war kein einziges Exemplar abgetötet oder auch nur geschädigt. Daraufhin wurde die Konzentration über 2, 3, 4 bis 6% erhöht. Auch bei 2% zeigte sich noch keinerlei Wirkung. Erst bei der Anwendung von 3%igem Gesapon konnten nach 8 Tagen 25% der Versuchstiere vernichtet werden, bei der 6%igen Konzentration überstanden noch immer $\frac{1}{3}$ sämtlicher Versuchstiere die Behandlung. In den unbehandelten Kontrollen starben während der Versuchsdauer keine Marienkäfer, aber bei Hunger und Durst gingen nach dem 4. Tage 20% der Tiere ein.

Auch die Larven von *C. septem-punctata* erwiesen sich fast unanfällig gegen das DDT-Mittel Gesapon. Bis zu 3% konnte gegen die Larven angewendet werden, und im Höchstfall gingen nach 8 Tagen $\frac{1}{3}$ der Versuchstiere ein.

Die Anwendung von Gesapon bei der Läusebekämpfung schont also auch bei Überdosierung weitgehendst das besprochene Nutzinsekt, in der Larvenform sowohl wie als Vollerf.

Ähnlich, wenn auch nicht ganz so günstig für die Coccinelliden war das Arbeiten mit Gamma-Nexen. Die Versuchsreihe begann mit 0,2%. Hierbei zeigte sich, daß erst am 3. Tage nach der Behandlung 10% der Marienkäfer abstarben und sich dieses Ergebnis bis zum 8. Tage hielt. Bei der doppelten als der Gebrauchskonzentration, bei 0,3% betrug die Abtötung 20%. Die Konzentration wurde bei jedem neuen Versuch um $\frac{1}{10}$ % erhöht, als höchstes kam Gamma-Nexen 1% zur Anwendung. Bis 0,6% konnten noch über 20% der Versuchstiere die Behandlung ohne die geringste Schädigung ertragen, bei 1% überstanden noch 15% die Behandlung.

Die Larven von *C. septem-punctata* sprachen auf Gamma-Nexen schneller an als die Imagines. Bis 0,5% des Mittels vertrugen im Endergebnis 60% der Larven ohne jegliche Schädigung, darüber hinaus steigerte sich die Sterbequote bis auf 80% bei einer Anwendung von 1%. Die Sterberate der Marienkäfer und Larven in den unbehandelten Kontrollen war sehr gering, sie betrug bei den Imagines 6,6 und bei den Larven 0%.

Bei der Wirkung von Gamma-Nexen auf die Coccinelliden sei der Versuche des Jahres 1951 Erwähnung getan. Hier wurden die Bedingungen für die Versuchstiere stark erschwert. Sie erhielten während der Dauer der Versuche keinerlei frisches Futter, dagegen blieb das vergiftete Pflanzenmaterial bis zum Abbruch der Versuche in den Gefäßen. Die Tiere waren also neben dem Gift noch dem Hunger und Durst ausgesetzt. Und doch verliefen in diesem Jahre die Versuche noch günstiger. Der Absterbeprozess verlief langsamer, und der Prozentsatz der am Leben gebliebenen Tiere lag durchschnittlich etwas höher.

Ganz anders lagen dagegen die Verhältnisse bei E 605 forte. Nach der Behandlung mit 0,025% waren nach einem Tage 55% der Marienkäfer tot und

45 % am Absterben. Bei der Konzentration von 0,015 % waren nach 24 Stunden 90 % abgetötet und nach weiteren 24 Stunden der Rest. Auch bei 0,01 %iger Anwendung waren nach 2 Tagen alle Versuchstiere abgestorben.

Um die Grenzkonzentration der Wirkung von E 605 forte auf die Coccinelliden festzuhalten, wurde die Konzentration jeweils um 0,025 % verringert bis auf 0,0025 %. Bei dieser 10fachen Unterdosierung erlagen 30 % der Versuchstiere dem Gift bereits nach 24 Stunden, bei Abbruch des Versuches lebten noch 45 %.

Die Larven von *C. septem-punctata* zeigten sich in den angestellten Versuchen noch empfindlicher gegen E 605 forte als die Imagines. Der Konzentration von 0,0025 % erlagen noch 90 % der Larven.

Während also die Imagines und die Larven der Marienkäfer Überdosierungen über das Doppelte der gegen Blattläuse vorgeschriebenen Gebrauchskonzentration bei den Mitteln Gesapon und Gamma-Nexen in den durchgeführten Versuchen ertragen konnten, erlagen sie beim E 605 forte 100 %ig einer geringeren Dosis als die unterste Stufe der Gebrauchskonzentration vorsieht.

Einige Tastversuche aus dem Jahre 1951 mit dem neuen, innertherapeutischen Präparat der Farbenfabriken Bayer 8169 deuten darauf hin, daß dieses Mittel die Coccinelliden bei der Läusebekämpfung nicht wesentlich angreift. Alle Versuchstiere waren am 5. Tage nach der Behandlung ihrer Futterpflanze mit 0,05 % noch so quicklebendig, daß dieselben Tiere zum 2. Male an eine mit der gleichen Konzentration frisch gespritzte Pflanze gesetzt wurden. 50 % der Tiere überstanden auch diese 2. Behandlung. Sie bekamen nach 3 Tagen frisches, unbehandeltes Futter und zeigten bis zum 10. Tage keinerlei Schädigung.

Wenn man berücksichtigt, daß die Vollkerfe von *C. septem-punctata* nicht an einen bestimmten Standort gebunden sind, sondern ein unstetes Leben führen und noch dazu tote Läuse nicht annehmen, so lassen die hier besprochenen Versuche den Schluß zu, daß dieses Nutzinsekt bei der normalen Konzentration für die Läusebekämpfung weitgehendst verschont bleibt. Nach neuesten Untersuchungen soll ein Meisenpaar während der Brutzeit 40 000 Marienkäfer verzehren. Dagegen spielt der Einfluß dieser Läusebekämpfungsmittel auf die Coccinelliden eine untergeordnete Rolle. Weitere Untersuchungen über den Einfluß chemischer Bekämpfungsmittel auf die Nutzfauna und die Wiederauffüllung einer gestörten Biozönose sind im Gange.

Dir. Dr. F. K. Böttcher,

Bayer. Landesanstalt für Bienenzucht, Erlangen

Die Wirkung von U46 auf die Bienen¹⁾

Die Ansichten über die Wirkung von wuchsstoffhaltigen Unkrautbekämpfungsmitteln auf die Bienen sind sehr geteilt. Während auf der einen Seite amerikanische Autoren dieselben für ungefährlich halten, ist man in den nordischen Ländern zu der Überzeugung gekommen, daß diese Präparate in der Praxis umfangreiche Bienenschäden hervorrufen. Und zwar sollen die

¹⁾ Die ausführliche Arbeit wird voraussichtlich in der „Zeitschrift für Bienenforschung“ erscheinen.

Bienen nach Hammer²⁾ u. a. durch diese Präparate nicht sofort abgetötet, sondern zunächst nur in ihrer Flugfähigkeit beeinträchtigt werden und infolgedessen draußen auf dem Felde oft unbemerkt zugrunde gehen. Bei uns in Deutschland war der Sachverhalt bisher nur oberflächlich bekannt. Es wurde meist ebenfalls die Ansicht vertreten, daß das anfänglich hier in erster Linie verwendete Präparat U 46 bei Anwendung auf blühenden Hederich für die Bienen außerordentlich gefährlich sei. Das konnte ich nun aber in eigenen Versuchen und bei Nachprüfung praktischer Fälle nicht bestätigt finden.

Zunächst wurde in Laborversuchen festgestellt, daß U 46 auf die Bienen nicht als Berührungsgift, wohl aber in geringem Maße als Darmgift wirkt. Die mittlere Dosis letalis ist dabei außerordentlich hoch und beträgt etwa 85 γ . Eine wesentliche Abhängigkeit derselben von der Temperatur konnte nicht gefunden werden. Vergleicht man nun U 46 mit anderen Pflanzenschutzmitteln, z. B. mit Kupfervitriol, dessen mittlere Dosis letalis etwa 25 γ beträgt, so ist festzustellen, daß U 46 weitaus weniger giftig ist. Da aber die kupferhaltigen Präparate selbst bei Anwendung in einer Konzentration von 3 % auf blühendem Hederich für die Bienen ungefährlich sind, so kann man hiernach voraussagen, daß das erst recht für U 46 zutreffen muß.

Nun war zu untersuchen, ob U 46 in Mengen, die unter der tödlichen Grenze liegen, nicht etwa die Flugfähigkeit der Bienen beeinträchtigt. Wurden Bienen ständig mit 0.1 %iger U 46-Lösung bei Zimmertemperatur gefüttert, so verloren sie die Flugfähigkeit innerhalb von 5 Stunden. Bei Stocktemperatur von 34° C trat diese Erscheinung nicht auf, und bei Zimmertemperatur flugunfähig gewordene Bienen gewannen selbst nach tagelanger U 46-Fütterung ihre Flugfähigkeit wieder zurück, wenn sie nochmals in die höhere Umgebungstemperatur von 34° C gebracht wurden.

Die nähere Untersuchung ergab, daß als mittlere, die Flugunfähigkeit bewirkende Dosis (bei der 50 % der Versuchsbienen innerhalb einer Stunde flugunfähig wurden) etwa 80 γ U 46 anzusehen ist. Sie liegt also etwa in Höhe der mittleren Dosis letalis und damit noch weit über der Dosis letalis des Kupfervitriols von 25 γ , so daß in der Praxis hier ebensowenig eine Schädigung der Bienen zu erwarten ist.

In Flugkäfigversuchen, bei denen ein kleines Modellbienenvolk auf einem 8 qm großen Senfbeet und auch auf abgeschnittenen in Schalen aufgestellten Blüten sammelte, gab es nun kaum einen Hinweis auf irgendeine schädliche Wirkung des Präparates für die Bienen. Es wurden die blühenden Pflanzen bespritzt kurz bevor und während die Bienen darauf sammelten, z. T. mehrere Male, einen Tag und drei Tage lang nacheinander. Es wurde in der zehnfach verstärkten Konzentration (mit 1.0 und 1.5 %) gearbeitet, bei den verschiedensten Witterungsbedingungen, und schließlich wurde eine U 46-haltige Zuckermilch von 0.1 % aufgestellt, welche die Bienen wochenlang eintrugen. Der Totenfall hielt sich in normalen Grenzen und auch sonst traten keine Schäden auf. Es bewahrheitete sich also, was sich nach den Laborversuchen voraussagen ließ: Das Präparat erwies sich im Flugkäfig zufolge seiner geringen Giftigkeit als für die Bienen praktisch ungefährlich.

²⁾ Hammer, O., Ugeskrift for Landmaend Nr. 17, 1950.

Nun läßt sich allerdings der Einwand bringen, daß die Beeinträchtigung der Flugfähigkeit in der Enge des Flugkäfigs kaum in Erscheinung treten kann, denn die Sammelbienen haben darin keine Gelegenheit zu langen Flügen. Hier konnten nur Versuche im offenen Freiland weiterführen.

Es wurden zwei Großversuche³⁾ angestellt: Im ersten Falle wurde ein 8500 qm großes blühendes Senffeld in der üblichen Konzentration von 0,15 % bespritzt. Dabei traten keine Bienenschäden auf. Es konnten weder auf dem Felde tote und vergiftete Bienen gefunden, noch an den mitten im Felde und am Rande stehenden Versuchsvölkern Giftwirkungen beobachtet werden, noch ergaben sich an den in verschiedener Entfernung stehenden Nachbarbienenständen irgendwelche Schäden.

Bei einem zweiten Versuch, der ebenfalls an Senf, aber nur an einem kleinen Felde von 1000 qm durchgeführt werden konnte, wurde eine zehnfach verstärkte Konzentration von 1 %igem U 46 angewendet. Auch hier zeigte sich das gleiche Bild: Die Bienen, von denen einige stark bespritzt worden waren, flogen z. T. heim, z. T. sammelten sie weiter. Solange der Senf noch naß war, zögerten sie. Bald setzten sie aber ihre Sammeltätigkeit normal fort, obwohl das Präparat stark nach Phenol roch. Trotz dieses fast ununterbrochenen Bienenbesuches traten Schäden nicht ein. Insbesondere waren keine flugunfähigen oder ermatteten Bienen auf dem Felde oder in der Nähe der Versuchsvölker zu beobachten.

Dennoch aber wurden zur Frage der Beeinträchtigung der Flugfähigkeit weitere Freilandversuche durchgeführt. Es wurden Bienen mit U 46 gefüttert und veranlaßt, mit diesem Futter eine mehr oder weniger große Strecke heimzulliegen. Bei Verwendung einer 0,1 %igen Lösung waren keine Schäden nachweisbar. Würde indessen die Konzentration auf 0,4 % erhöht, so kehrten von den mit U 46 gefütterten Bienen stets weniger zurück als von den Zuckerwasser-Kontrollen. Wenn beim Großversuch dennoch solche Erscheinungen nicht auftraten, so ist das so zu erklären, daß erstens nach Versuchen von v. D e h n⁴⁾ die Spritzflüssigkeit gar nicht oder nur in verschwindend geringem Maße in den Nektar von Hederich und Senf gelangt, und daß zweitens die etwa doch von den Bienen auf diese Weise aufgenommenen Mengen zu gering sind, um wirksam werden zu können. Immerhin ist es vielleicht angebracht, noch einmal zu prüfen, ob nicht bei Bespritzung von Unkräutern, die einen offenen Blütenbau haben und die bei kühlerem Wetter bereits vor dem Hederich blühen, Bienenschädigungen vorkommen können. Bei Bespritzung blühenden Hederichs indessen erscheint mir eine Schädigung der Bienen nach diesen Versuchen sowohl wie auch nach den von mir näher untersuchten praktischen Fällen so gut wie ausgeschlossen.

Diskussion

Zeumer stellt fest, daß U 46 nicht in die Bienenschutzverordnung aufzunehmen sei. Bei auftretenden Schäden wird gebeten, sich an die Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht in Celle (Dr. Stute) zu wenden.

³⁾ Herrn Obstbauinspektor Wahl, Landesobstgarten Theissing, danke ich bestens für die großzügige Unterstützung bei der Durchführung dieser Versuche.

⁴⁾ v. D e h n, M., Zeitschr. angew. Ent. 29, S. 282—308, 1942.

Dr. Karl Stute,

Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht, Celle

Direktor: Prof. Dr. Albert Koch

Diesjährige Erfahrungen bei der Feststellung von Bienenschäden durch Maßnahmen des Pflanzenschutzes

Einer der wichtigsten Punkte der Verordnung vom 25. 5. 1950 über die Verwendung bienenschädlicher Pflanzenschutzmittel besagt, daß es verboten ist, blühende Obstbäume und -sträucher sowie andere von Bienen besuchte blühende gärtnerische und landwirtschaftliche Kulturpflanzen mit Pflanzenschutzmitteln zu behandeln, die nach Aufnahme in den Bienenkörper oder nach äußerlicher Berührung mit ihm tödlich wirken können. Abweichend hiervon kann verfahren werden, wenn es zur Verhütung schwerer Verluste durch Schädlinge notwendig wird, blühende Bestände unverzüglich zu behandeln. In diesem Falle sind die Eigentümer der in einem Umkreis von 3 km befindlichen Bienenstöcke rechtzeitig zu verständigen.

Als „bienenschädlich“ wurden bei der letzten Pflanzenschutztagung in einer Beratung zwischen den Vertretern der Pflanzenschutzdienststellen, der Industrie und der Imkerschaft folgende Stoffe bezeichnet:

1. die modernen Kontaktinsektizide DDT-, Hexa-, C-B-Ho- und die organischen Phosphoresterpräparate sowie
2. die arsenhaltigen Stoffe.

Ein Hinweis auf „Bienenungefährlichkeit“ darf bei 2,4-D-, Pyrethrum- und Derrispräparaten grundsätzlich nicht gegeben werden. Mit dieser Verordnung ist den Imkern ein Mittel in die Hand gegeben worden, gegen die Schuldigen vorzugehen, die obige Vorschriften nicht beachtet haben. Aber trotz dieser Bundesverordnung und aller anerkennenswerten Zusammenarbeit der an diesem Problem interessierten Kreise lassen sich anscheinend Bienenschäden durch Maßnahmen des Pflanzenschutzes nicht vermeiden. Daß Vergiftungen mit Schädlingsbekämpfungsmitteln vorgekommen sind, beweisen nicht nur die bekannten Fälle aus der Vergangenheit, sondern auch 340 Einsendungen durch geschädigte Imker, die der Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht insgesamt 724 Bienen-, Pflanzen- und sonstige Materialproben aus dem gesamten Bundesgebiet als Folge der diesjährigen Schädlingsbekämpfungsaktionen zur Untersuchung auf das Vorhandensein von bienengefährlichen Präparaten zugeleitet haben. Bis zum Jahre 1950 besaß der Deutsche Imkerbund an der Lehr- und Versuchsanstalt für Bienenzucht und Seidenbau in Marburg eine eigene Untersuchungsstelle für Bienenschäden, die aber mit Wirkung vom 31. 12. 1950 aus sachlichen Gründen aufgelöst wurde. Die Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht in Celle richtete daraufhin als die dafür zuständige Stelle des Bundesernährungsministeriums eine neue Untersuchungsstelle ein. Dabei war die Überlegung ausschlaggebend, daß die Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht eine amtliche, neutrale Stelle bedeutet, die von den Organen des Deutschen Pflanzenschutzdienstes wie von den Herstellerfirmen von Schädlingsbekämpfungsmitteln in gleichem Maße als zuständig für die Durchführung der Untersuchungen anerkannt wird.

Die im Pflanzenschutz angewandten Schädlingsbekämpfungsmittel sind mit der Zeit immer zahlreicher geworden, und damit sind natürlich auch die Schwierigkeiten für den eventuellen chemischen oder biologischen Nachweis des Vorhandenseins dieser so ganz verschiedenartigen Stoffe im Bienenkörper außerordentlich gewachsen. Nur von einem verschwindend kleinen Teil der neuen Präparate kennen wir heute ihre genaue Wirkungsweise auf die Honigbiene und wissen, daß bei vielen bienengefährlichen Stoffen die *dosis toxica* größenordnungsmäßig etwa gleich der des Arsens ist, also einige millionstel g pro Biene beträgt.

Bei Durchführung eines jeden Untersuchungsverfahrens kann es außerordentlich leicht zu Fehlschlüssen kommen, wenn das Untersuchungsmaterial, also die eingesandten Bienen, nur äußerlich mit dem Pflanzenschutzmittel verschmutzt sind. Denn als *dosis toxica*, die von der Biene aufgenommen worden ist und das Tier getötet hat, kann selbstverständlich nur die Giftmenge angesprochen werden, die sich innerhalb des Bienenkörpers befindet und sich dort auch nachweisen läßt. Es ist daher unbedingt notwendig, daß bei allen Untersuchungsmethoden darauf geachtet wird, das oberflächlich am Bienenkörper anhaftende Pflanzenschutzmittel zunächst zu entfernen.

Zum Nachweis der geringen Mengen im Bienenkörper gegebenenfalls vorhandener Giftstoffe mit chemisch-analytischen Methoden können bestimmte in den eigentlichen Wirksubstanzen der Pflanzenschutzmittel vorhandene Elemente bzw. Elementgruppen benutzt werden, und zwar solche, die eine besonders empfindliche und spezifische Reaktion gestatten. Für die Stoffe auf der Basis der DDT-, Hexa-, DDT-Hexa-Mischpräparate und der chlorierten Kohlenwasserstoffe ist es das in allen diesen Substanzen enthaltene Chlor, das chemisch bis zu den geringsten Konzentrationen herab bestimmt werden kann.

Diese sogenannten „chlorhaltigen Stoffe“ wurden mit isopropyl-alkoholischer Kalilauge verseift und die abgespaltenen Chlorionen nach der Methode von V o t o c e k mit Quecksilber-2-nitrat unter Verwendung von Nitroprussidnatrium als Indikator titriert. Bei der Durchführung dieses anfänglich auch von uns benutzten Analysenverfahren wird natürlich der Nachweis einer Vergiftung dadurch sehr erschwert, wenn nicht u. U. unmöglich gemacht, daß es sich um die chemische Erfassung von mit dem Gift aufgenommenen Stoffen handelt, die auch normalerweise schon im Bienenorganismus vorkommen. Denn wie in jedem Organismus ist auch im Bienenkörper stets eine gewisse Chlormenge enthalten, die man als „Blindwert“ durch Untersuchung normaler Bienen bestimmen muß. Um den dadurch bedingten Unsicherheitsfaktor möglichst klein zu machen, haben wir zur Chlorbestimmung immer 50 Bienen bei einer Untersuchung verarbeitet. Die Ergebnisse der ersten von uns analysierten Bienenproben haben uns aber bewogen, die ganze Methodik vorerst noch einmal einer grundlegenden Nachprüfung zu unterziehen. Auf breitester Basis werden deshalb zur Zeit bei uns die Chlorblindwerte von Bienen, die uns aus den verschiedenen Gegenden des Bundesgebietes zur Verfügung gestellt worden sind, überprüft, um die normale Schwankungsbreite der Chlorwerte in unvergifteten Bienen zu ermitteln.

Die Nitrophenolphosphorsäureester, zu denen u. a. das bekannte E 605 gehört, und die Dinitrokresole (Gelbspritzmittel) enthalten Nitrogruppen, die durch geeignete Reaktionen zu Farbstoffen umgewandelt werden können. Für den ebenfalls sehr empfindlichen Nachweis dieser Gruppe wurde die Vorschrift

von Avarrell und Norris unter Verwendung einer anderen Kupplungskomponente benutzt. Nach dieser Methode wurden 403 Untersuchungen vorgenommen, von denen etwa 30% positiv verliefen.

Als recht zuverlässig für unsere Zwecke hat sich die Methode von Flückiger und Lehmann zur Arsenbestimmung in toten Bienen und anderen Materialien erwiesen. Bei dieser Vorschrift kann die verschieden starke Gelbfärbung von Quecksilber-2-chlorid oder -bromidhaltigem Filterpapier als Maß für die vorhandene Menge des entwickelten Arsenwasserstoffs benutzt werden. Es wurden insgesamt 278 Proben auf das Vorhandensein von Arsen geprüft, davon in 70% aller Fälle mit positivem Ergebnis.

Außer den bisher beschriebenen chemischen Methoden wurden zwei biologische Untersuchungsverfahren angewandt, von denen der Mückenlarventest mit *Aedes aegypti* und der Fliegentest mit *Musca domestica* zum Nachweis der Kontaktgifte dienen, während mit dem vereinfachten Kressewurzeltest das Vorhandensein von hormonalen Unkrautbekämpfungsmitteln bestimmt worden ist.

Von 376 Proben, die auf die Anwesenheit von Kontaktgiften untersucht wurden, verliefen 30% der Prüfungen positiv.

Unser besonderes Interesse galt der Klärung der Frage der Bienengefährlichkeit von 2,4-D-Mitteln. Hierüber konnte es in einer Sonderbesprechung anlässlich der vorjährigen Pflanzenschutztagung zu keiner Einigung unter den Sachverständigen kommen; deshalb sollte das Ergebnis der diesjährigen Versuche abgewartet werden, um eine endgültige Entscheidung darüber herbeiführen zu können, ob die Unkrautbekämpfungsmittel auf hormonaler Basis mit in die Reihe der bienenschädlichen Stoffe, wie sie oben angeführt wurden, aufzunehmen sind. An mehreren Stellen des Bundesgebietes wurden Großversuche mit 2,4-D-Mitteln, u. a. auch in Erlangen, Hildesheim und Celle, durchgeführt. In keinem Fall konnte selbst bei Anwendung erhöhter Konzentrationen eine schädigende Wirkung auf die Bienen festgestellt werden. Für uns bestand außerdem noch eine andere Möglichkeit, diese Frage klären zu helfen, nämlich durch die Nachprüfung von 18 uns durch die Imker gemeldeten Schadensfällen, die angeblich durch U 46 oder Hedronal erfolgt sein sollten. In keiner der 39 Bienenproben konnte durch biologische Testung eine tödliche Dosis dieser Mittel nachgewiesen werden, während bei 7 mitgesandten Pflanzenproben die Prüfung positiv verlief. Bei 9 Einsendungen toter Bienen reichte das Material aus, um dieses auch noch auf das Vorhandensein anderer Schädlingsbekämpfungsmittel untersuchen zu können. In 6 Fällen konnte eine arsenhaltige Substanz und in den 3 anderen ein Kontaktgift für die Entstehung des Schadens verantwortlich gemacht werden.

Zusammengefaßt können nach den gesammelten Erfahrungen also die Versuche bestätigt werden, die im Jahre 1949 an der Versuchsstation „Limburgerhof“ der BASF eine Bienengefährlichkeit des U 46 ergaben, was dann aber bekanntlich durch die von der Lehr- und Versuchsanstalt für Bienenzucht und Seidenbau in Marburg im Jahre 1950 veröffentlichten Ergebnisse in Frage gestellt wurde. Nach allem kann also heute nicht mehr von einer Bienengefährlichkeit der im Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1951 angegebenen wuchsstoffhaltigen Mittel auf der Basis der 2,4-D-Präparate die Rede sein.

Wir möchten diese summarischen Mitteilungen nicht schließen, ohne an dieser Stelle den Herren der Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel und -geräte der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig und vielen Pflanzenschutzämtern, der Pflanzenschutzabteilung der Farbenfabriken Bayer, Leverkusen, sowie der Versuchsstation „Limburgerhof“ der BASF für ihre wertvolle Unterstützung bei der Bearbeitung der Probleme zu danken.

D i s k u s s i o n

Im Anschluß an die Vorträge der Herren Böttcher und Stute sprach der Präsident des Verbandes Deutscher Imker, Birklein. Er dankte namens der deutschen Imkerschaft für die Einladung zu dieser Tagung und führte etwa folgendes aus:

Die deutschen Imker begrüßen und unterstützen die Maßnahmen des Pflanzenschutzes. Sie sind hocheifrig darüber, daß der Pflanzenschutz in allen Dingen Rücksicht auf die Bienenzucht nimmt.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich einige Bitten der Imker vortragen:

1. Nach meiner Ansicht wäre es möglich, Bienenschäden überhaupt zu vermeiden, und zwar durch sachgemäßes Spritzen und Stäuben. Es gilt also, die Arbeit des Spritzens und Stäubens nur Fachkräften zu übertragen.
2. Unsere Bienenschutzverordnung enthält die Bestimmung, daß bei allen Landwirtschaftsämtern und anderen Dienststellen Organisationen zum Schutze der Bienen gebildet werden. Sie sind noch nicht überall vorhanden. Bitte, helfen Sie uns, daß diese Organisationen gebildet werden, und daß in ihnen an der Aufklärung lebendig mitgearbeitet wird.
3. Wenn Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen, wenn Bienenzüchter mit ihren Bienen abwandern müssen, dann handelt es sich jedesmal um die Übernahme der Kosten. Wer trägt die Kosten? Vielleicht wäre es möglich, gewisse Beträge hierfür in die Finanzierungspläne für die Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen einzubeziehen.

Dr. O. F l i e g,

Versuchsstation „Limburgerhof“ der Badischen Anilin- und Sodafabrik

Über das Verhalten von 2,4D im Boden hinsichtlich mikrobieller Wirkungen, Beweglichkeit und Abbau

Da Zellstreckung und -teilung auch bei niederen Pflanzen durch Wachstumsstoffe gesteuert werden, war es bei deren hohem Wirkungsfaktor nicht ausgeschlossen, daß die mit der Unkrautbekämpfung eingesetzten 2,4 D-Gaben die mikrobiellen Umsetzungen im Boden nachteilig beeinflussen können.

Tatsächlich stellten wir in einem ersten Versuch fest, daß durch allerdings stark überhöhte Gaben, entsprechend 10, 100 und 1000 kg/ha, zu unserem Limburgerhofboden die CO₂-Produktion nach 4 Tagen auf 75, 63 und 55 % derjenigen des unbehandelten Bodens herabgesetzt war. Dieses Ergebnis machte weitere Untersuchungen notwendig.

Wir prüften zuerst in Nährlösungen den unmittelbaren Einfluß der 2,4 D auf die Mikroflora an einem Einzelvertreter und 3 wichtigen Teil-

prozessen. Hierbei wurde bei der Konzentration von 1 : 300 000 (0,00033 ‰), die sich mit 1 kg 2,4 D in der Ackerkrume mit 3 000 000 kg/ha bei 10 ‰ Wassergehalt einstellen kann, die Nitrifikation bereits stark geschädigt. In den übrigen Testen traten Schäden erst von der 100fachen Gabe ab ein.

Die weiteren Versuche wurden am Boden selbst durchgeführt. Wir benutzten 2 schwere und 2 leichte Böden jeweils alkalisch und sauer, versetzten sie mit Gaben entsprechend 0—1000 kg und stellten sie mit ca. 50 ‰ ihrer Wasserkapazität in Tongefäßen bei Zimmertemperatur auf. Die Untersuchung erfolgte nach 1 und 9 Wochen jeweils nach Durchmischung des gesamten Gefäßinhaltes.

Nach 7 Tagen Einwirkung der 2,4 D bei der Gabe von 1 kg/ha zeigte nur die Atmung der beiden leichten Böden einen stärkeren Abfall. Eiweißzersetzung, N-Bindung und Nitrifikation waren nicht beeinträchtigt. Erst bei 100 und 1000 kg traten bei der Nitrifikation und der N-Bindung auf dem schweren Boden deutliche Depressionen ein.

Nach 62 Tagen ist eine Depression bei der Gabe von 1 kg/ha in keiner Umsetzung mehr festzustellen und bei den Gaben von 100 sowie 1000 kg/ha treten sie nur noch bei der Atmung und der Nitrifikation in je einem Boden auf.

Der diesjährige Freilandversuch mit 0, 1, 10, 100 kg 2,4 D/ha, bei dem die Proben sehr streng gezogen wurden, nämlich nur aus 0—10 cm Tiefe (10 Bohrstiche je m²), ergab, daß Gaben bis zu 100 kg 2,4 D/ha keine Schädigung der Atmung, der Eiweißzersetzung und der Nitrifikation verursachten. Die Stickstoffbindung wurde zwar untersucht, doch lagen die Werte auch bei unbehandelt so niedrig, daß eine Auswertung nicht erfolgen konnte (Schädigung des Azotobakter in der obersten Schicht infolge der starken Austrocknung des Bodens vor und während des Versuchs).

Aus den angeführten Ergebnissen darf geschlossen werden, daß die übliche Gabe von 1 kg 2,4 D/ha keine Schädigung der Mikroflora zur Folge hat, selbst unter der Annahme, daß die gesamte Gabe unmittelbar auf den Boden gelangt. Nur in nächster Umgebung der auf den Boden gelangenden und beim Trocknen konzentrierten 2,4 D-Lösung ist mit vorübergehender Beeinträchtigung der mikrobiellen Umsetzungen zu rechnen. Diese ist aber für die gesamte Ackerkrume nicht von praktischer Bedeutung.

Die vorstehenden Versuche deuten schon an, daß die üblichen Gaben von 2,4 D verhältnismäßig schnell aus dem Boden verschwinden.

Pfaff-Limburgerhof hat die Beweglichkeit und den Abbau der 2,4 D in verschiedenen Böden näher verfolgt. Die in Frage kommenden geringen 2,4 D-Mengen entziehen sich bisweilen dem analytischen Nachweis. Es konnte aber auf Grund der großen Empfindlichkeit der Keimpflanzen von *Sinapis alba* gegen 2,4 D ein biologischer Test entwickelt werden, der gestattet, in Sandböden noch 5 γ und in Leimböden noch 10 γ 2,4 D sicher zu erkennen. Ein Boden mit unbekanntem Gehalt an 2,4 D braucht nur mit einer Reihe desselben Bodens in Vergleich gestellt zu werden, die steigende Mengen von 2,4 D erhalten hat.

Hinsichtlich der vertikalen Beweglichkeit ergab dieser Sinapis-Test in einem Auswaschversuch mit Schichtzylindern, die während 7 Wochen 144 mm künstlichen Regen erhalten hatten, daß von der auf die Oberfläche verabreichten Gabe von 8,3 mg 2,4 D nichts mehr oder nur ein Teil erhalten war.

Praktisch frei waren die beiden alkalischen Böden, von den beiden saueren enthielt der leichte nurmehr 40 %, der schwere 55 %. Davon war die Hauptmenge nicht über 10 cm Tiefe vorgedrungen. Die 2,4 D ist demnach im Boden recht schwer beweglich.

Da sich die Sickerwässer als praktisch frei von 2,4 D erwiesen — auch der saure leichte Boden hatte nur unmeßbare Spuren abgegeben — war zu vermuten, daß die 2,4 D im Boden verhältnismäßig schnell abgebaut wird. Der Senftest gestattete, auch die Frage der Abbaugeschwindigkeit in verschiedenen Bodenarten zu klären.

Die übliche Gabe von 1 kg 2,4 D/ha wurde nach Laborversuchen in gesunden Böden innerhalb von etwa 6 Wochen sicher inaktiviert. In einem Freilandversuch 1951 war auf einem schweren Boden sogar bereits nach 14 Tagen keine Schädigung mehr mit dem Senftest nachzuweisen.

Auf sauren Böden verläuft der Abbau wesentlich langsamer, doch beanspruchte die Inaktivierung auch in den schlechtesten Böden nicht mehr als 12 Wochen.

Reaktion und biologische Aktivität des Bodens spielen eine entscheidende Rolle. Wurde der sehr tätige Bruchhausenboden vor der 2,4 D-Gabe 2 Stunden bei 120° gedämpft und anschließend steril aufgestellt, so enthielt er nach 7 Wochen noch die volle 2,4-D-Menge. Diese blieb auch mehrere Monate erhalten, wenn der Boden bei voller Wassersättigung gelagert wurde.

Aus diesen Abbauversuchen ergibt sich, daß nach der Gabe von 1 kg 2,4 D/ha zu Getreide keine Schädigung einer dikotylen Nachfrucht zu befürchten ist. Nur bei später Klee-Einfaat in Getreide ist Vorsicht geboten. Für diesen Fall empfiehlt es sich, den Boden vorher mittels des Senftestes an Ort und Stelle oder im Labor auf 2,4 D-Freiheit zu prüfen.

Diskussion

Von verschiedenen Seiten wird darauf hingewiesen, daß die 2,4 D-Mittel bei normaler Anwendung binnen ganz kurzer Zeit im Boden abgebaut werden, und zwar auf biologischem Wege. Es sei auch bereits gelungen, ein Bakterium zu isolieren, das in der Lage ist, 2,4 D zu zersetzen. Sporenbildende Bakterien sollen im allgemeinen gegen 2,4 D-Mittel empfindlicher sein als die nicht Sporen bildenden Arten. Über diese und ähnliche Fragen liegen eine ganze Reihe amerikanischer und englischer Untersuchungen vor.

Dr. Fr. Wagner,

Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz,
Außenstelle Bayreuth

Neue Ergebnisse zur Bekämpfung des Zwergsteinbrandes

Beim Zwergsteinbrand stoßen Beizmittelprüfungen infolge der bisher noch ungenügend geklärten Infektionsverhältnisse auf große Schwierigkeiten. Bepuderung des Saatgutes mit Zwergsteinbrandsporen führt nur unter günstigen Infektionsbedingungen zu Befall, gibt aber wegen der geringen Befallsprozente keine gesicherten Ergebnisse. Etwas günstigere Infektionszahlen lassen sich durch die vor der Saat erfolgte Einarbeitung von 3 g Sporen je qm in den

Boden erreichen. Auch durch diese Bodeninfektionsmethode lassen sich nicht in jedem Jahr ausreichende Infektionen erzielen, sondern nur in Jahren mit günstigen natürlichen Infektionsbedingungen. Mit Rücksicht auf die Unsicherheit der Infektion bei Zwergsteinbrand wurden daher in den letzten Jahren die Versuchsreihen außer mit Zwergsteinbrandsporen gleichzeitig auch mit gewöhnlichem Steinbrandsporenmaterial angelegt.

So brachte z. B. das Versuchsjahr 1949/50 keine ausreichenden Infektionen mit Zwergsteinbrand. Es konnte jedoch aus der Parallelreihe mit gewöhnlichem Steinbrand die befriedigende Wirkung von Brassicol im Streuverfahren zur Bekämpfung von Bodeninfektionen erhärtet werden, wobei sich eine Herabsetzung der Aufwandmenge von 40 g je qm auf 20 g als möglich erwies. Allerdings genügt nicht das einfache Aufstreuen von Brassicol nach der Saat. So ergab der Versuch München, wo Brassicol unmittelbar nach der Saat aufgestreut und nur leicht eingearbeitet wurde, bei unbehandelt 74,7 % Befall, bei Quecksilberbeize 68,1 %, bei Brassicol 40 g/qm 50,8 % und bei 20 g/qm 66,4 % Befall. In Bayreuth, wo die Brassicolgabe unmittelbar vor der Saat sorgfältig eingearbeitet worden war, wurde der Befall von unbehandelt mit 53,2 % durch 40, 30 und 20 g Brassicol je qm auf Null herabgesetzt. Kalkstickstoff (2 dz/ha) zeigte eine deutliche, jedoch nicht ausreichende Wirkung (5,85 % Befall).

Außerdem wurde die Möglichkeit einer weiteren Senkung der Brassicolaufwandmenge je ha durch die Bepuderung des Saatgutes mit Brassicol in einer Menge von 1–9 kg je dz Saatgut geprüft. Gegenüber unbehandelt mit 53,23 % Befall konnte durch 1 kg Brassicol die Infektion bereits auf 3 %, durch steigende Gaben fortschreitend bis 0,19 % bei 9 kg Brassicol gesenkt werden.

Diese Versuchsreihe mit Brassicol am Saatgut gegen Infektionen vom Boden aus wies auf eine Fernwirkung des Wirkstoffes im Boden hin. In Anlehnung an frühere Laboruntersuchungen zur keimschädigenden Wirkung von Hexastreummitteln und Quecksilberbeizmitteln in der Gasphase wurde nach der gleichen Methode die Gaswirkung von Quecksilberbeizmitteln, Brassicol und Tritisan untersucht. Gebeizte Weizenkörner wurden mit einer kleinen Glasschale in eine Petrischale eingestellt, in der Steinbrandsporen in Calciumnitratlösung bei 15° im Dunkeln zur Keimung ausgestreut waren. Wurden 20 mit Tritisan (200 g/100 kg) gebeizte oder mit Brassicol (1 kg/100 kg) bepuderte Körner in die kleine Schale eingelegt, so unterblieb jede Keimung der Steinbrandsporen in der umgebenden Calciumnitratlösung. Die im Handel befindlichen Quecksilberbeizmittel bewirken dagegen bei normaler Dosierung von 200 g je dz Saatgut nur teilweise eine leichte Herabsetzung der Sporenkeimung infolge Gaswirkung. Durch Höherdosierung läßt sich die Gaswirkung bei Quecksilberbeizmitteln steigern, führt jedoch gleichzeitig auch zu Keimschädigungen des Getreides.

Das Versuchsjahr 1950/51 brachte auch für Zwergsteinbrand günstige Infektionsbedingungen. In der Praxis konnten erstmalig einzelne Feldbestände mit 80–90 % Zwergsteinbrandbefall beobachtet werden. Auch die eigenen Feldversuche mit künstlicher Infektion ergaben auswertbare Infektionsprozent. Da auch in diesem Jahr die Versuche gleichzeitig mit gewöhnlichem

und Zwergsteinbrandsporenmaterial als Saatgut- und Bodeninfektionsversuche angelegt worden waren, ergaben sich günstige Vergleichsmöglichkeiten für die Stärke der Infektion und die Erfolge der verschiedenen Bekämpfungsverfahren.

Saatgutübertragung konnte auch bei Zwergsteinbrand wieder nachgewiesen werden, wenn auch die geringen Befallsprozente eine Auswertung für die Beizwirkung nicht zulassen, da unbehandelt nur einen Befall von 0,3 % Zwergsteinbrand ergab, während bei der Parallelreihe mit gewöhnlichem Steinbrand 24 % Befall erzielt wurde.

Durch Bodeninfektion erhöhte sich der Befall bei Zwergsteinbrand bis auf 3 %, während er bei gewöhnlichem Steinbrand auch nur 24 % erreichte. Durch Beizung mit Quecksilberbeizmitteln wurde Saatgutinfektion des gewöhnlichen Steinbrandes nicht vollständig, aber ausreichend verhindert, d. h. es wurde der Befall von 24 % bei unbehandelt auf 0,37 % herabgesetzt. Vollständig wurde er dagegen durch Tritisan unterdrückt. Wenn dagegen Bodeninfektion vorliegt, dann war durch Quecksilberbeizmittel auch bei gewöhnlichem Steinbrand kein befriedigender Erfolg zu erzielen, d. h. der Befall wurde nur von 24 % auf 21,76 % verringert. Tritisan dagegen konnte infolge seiner Gaswirkung auch Infektionen vom Boden aus vollkommen befriedigend verhindern, d. h. der Befall wurde von 24 auf 0,6 % herabgesetzt.

Bei der zur Bodeninfektion erforderlichen Zwergsteinbrandsporenmasse von 3 g je qm war es nicht möglich, alle Butten vorher auf ihre Sporenform zu untersuchen, d. h. es mußte damit gerechnet werden, daß auch einzelne Butten des gewöhnlichen Steinbrandes mit verwendet wurden. Bei der schon erwähnten besseren Infektionstüchtigkeit der gewöhnlichen Steinbrandsporen ergibt sich bei Infektionsversuchen mit nicht ganz reinem Zwergsteinbrandsporenmaterial im Nachbau immer wieder stärkeres Auftreten des gewöhnlichen Steinbrandes, wobei die Frage noch offen bleiben muß, ob nicht auch schon Kreuzungen zwischen gewöhnlichem und Zwergsteinbrand vorliegen und es sich also bei den im Nachbau auftretenden hohen Typen teilweise um Aufspaltungen aus Zwergsteinbrandsporen handelt.

Bei Bodeninfektion mit möglichst reinem Zwergsteinbrandsporenmaterial ergab im Versuch unbehandelt Befall mit gewöhnlichem Steinbrand von 7,2 % und mit Zwergsteinbrand 0,75 %. Durch Beizung des Saatgutes mit einem Quecksilberbeizmittel wurde die Bodeninfektion des gewöhnlichen Steinbrandes von 7,2 % auf 3 % reduziert, der Zwergsteinbrandbefall dagegen stieg auf 2,9 % an. Schon die Amerikaner B a m b e r g e r, H o l t o n R o d e n h i s e r und W o o d w a r d beobachteten 1917, daß dann, wenn in zwergsteinbrandverseuchten Boden Saatgut ausgesät wird, das mit gewöhnlichen Steinbrandsporen bepudert wurde, der Zwergsteinbrandbefall sinkt, d. h. der Zwergsteinbrand wird durch gewöhnlichen Steinbrand unterdrückt. Der eigene Versuch bestätigt diese Erfahrung. Das Quecksilberbeizmittel hat eine teilweise Ausschaltung des gewöhnlichen Steinbrandes bedingt und damit das Auftreten des Zwergsteinbrandes begünstigt. Tritisan hat den gewöhnlichen Steinbrand fast vollkommen ausgeschaltet, muß jedoch gleichzeitig eine beschränkte Wirkung gegen Zwergsteinbrand entwickelt haben, denn sonst hätte der Befall infolge der stärkeren Ausschaltung des gewöhnlichen Steinbrandes noch weiter an-

steigen können. Erst Tritisan mit höherem Wirkstoffgehalt führt jedoch zu einer wirklichen Herabsetzung des Zwergsteinbrandbefalls gegenüber unbehandelt. Tritisan II senkt den Befall erst leicht auf 0,71 %, Tritisan III auf 0,40 %, Tritisan IV auf 0,26 % und Tritisan V auf 0,15 %. Vollständig unterdrückt dagegen erst 20 g Brassicol je qm und 10 kg Brassicol je 100 kg Saatgut die Zwergsteinbrandinfektion.

Die Verhältnisse der Steinbrandbekämpfung scheinen in der Praxis noch schwieriger zu liegen, als es die beschriebenen Versuche erwarten lassen. Wie schon erwähnt, wurden die angeführten Bekämpfungserfolge mit Tritisan und Brassicol in 3 qm Parzellenversuchen erzielt, wobei der Boden kurz vor der Saat künstlich infiziert wurde, andererseits aber gleichzeitig auch eine gartenmäßige Herrichtung der Saatbeete erfolgt war. Gleichzeitig durchgeführte Feldversuche in der bäuerlichen Praxis im eigentlichen Zwergsteinbrandbefallsgebiet ergaben mit Tritisan und Brassicol nicht die gleich guten Bekämpfungsergebnisse. Allerdings war nur Quecksilberbeize, normales Tritisan und auf 5 kg/100 kg Saatgut herabgesetzte Brassicolgabe vergleichend angewendet worden. Inwieweit die unterschiedliche Saatbeetherrichtung und Saattiefe, Bodenart, evtl. Spätinfektion durch Sporenflug oder das bereits starke Auftreten von Kreuzungen zwischen Zwergsteinbrand und gewöhnlichem Steinbrand im eigentlichen Zwergsteinbrandbefallsgebiet die noch ungenügenden Bekämpfungserfolge bedingen, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Die Versuche zeigen mit aller Deutlichkeit die ganze Problematik unserer derzeitigen Beizung. Die heutige Form der Beizung führt nicht zu einer Verhinderung des Zwergsteinbrandbefalls, sondern mehr zu seiner Begünstigung. Dabei handelt es sich bei Zwergsteinbrand nicht um eine verstärkte Quecksilberresistenz einer durch Auslese oder Mutation entstandenen neuen Form, denn Zwergsteinbrand ist nicht nur widerstandsfähiger gegen Quecksilberverbindungen, woraus zu schließen ist, daß es sich um eine Form handelt, die überhaupt gegen chemische Agentien widerstandsfähiger ist. Im größeren Rahmen gesehen ist das Auftreten des Zwergsteinbrandes wohl als Reaktion des Steinbrandpilzes auf die langjährige Durchführung der Saatgutbeizung aufzufassen und wird bei Beibehaltung der heutigen Beizform der Zwergsteinbrandbefall in den Weizenbeständen weiter zunehmen. Durch die großen Fortschritte in der letzten Zeit auf dem Gebiete der synthetischen Kontaktinsektizide ist die Entwicklung der Beizmittel in den letzten Jahren stark in den Hintergrund getreten. Die diesjährigen Erfahrungen zeigen jedoch mit aller Deutlichkeit, wie dringend notwendig es ist, auch der Weiterentwicklung wirksamer Steinbrandmittel wieder erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Im augenblicklichen Stadium der Entwicklung kommt es dabei weniger auf Universalbeizmittel an als auf Mittel, die gegen die einzelnen Krankheiten 100 %ig wirksam sind.

Diskussion

Trappmann bemerkt, dieser Vortrag habe gezeigt, daß wir wieder einmal vor Überraschungen stehen. Die Universalmittel, die wir für ideal hielten, hätten versagt.

Warmbrunn betont, daß beim Pflanzenschutzamt Stuttgart dieselben Erfahrungen gemacht worden seien. Eine wichtige Frage sei die der Aufwandmengen. Ist bei Brassicol 20 g/qm wirklich der niedrigste Satz? Noch bei Anwendung von nur 10 g/qm waren alle Weizensorten gesund. Es habe sich bei Versuchen gezeigt, daß das Brassicol sich stark entmischt hat. Eine Beigabe von Wasser habe sich nicht gut bewährt.

Wagner erwidert, daß die Versuche bezüglich der Herabsetzung der Aufwandmengen noch laufen. Hinsichtlich der Entmischung des Brassicols sei zu sagen, daß dabei die Maschinenfrage eine große Rolle spiele.

Dipl.-Landw. Fritz H i n k e ,

Bayer. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

Versuche zur Bekämpfung des Raygrasbrandes

Neben zahlreichen tierischen Schädlingen wie Achen, Fliegen, Gallmücken u. a. m., die namentlich eine Erweiterung des Futterpflanzensamenbaues gefährden bzw. diesen in manchen Gebieten überhaupt in Frage stellen, kommt in letzter Zeit vor allem dem Raygras- oder Rispenbrand (*Ustilago decipiens* [Wallroth] Liro) des hohen Glatthafers *Arrhenatherum elatius* L. (Mert. u. Koch) eine größere wirtschaftliche Bedeutung zu.

Bisher lagen in der einschlägigen Literatur über die Brauchbarkeit der anerkannten Saatbeizmittel außer einer Mitteilung von E. Mühle („Festschrift Appel“, Biol. Zentralanstalt, Berlin-Dahlem, 1947), über Germisan und vor allem der für eine wirksame Bekämpfung des Raygrasbrandes erforderlichen Beizmittelmenge je dz bzw. Konzentration keine Angaben vor. Aus diesem Grunde wurden im Jahre 1950 in einer Versuchsreihe folgende Verfahren mit 4 verschiedenen anerkannten Trocken- und Naßbeizmitteln in dreifacher Wiederholung auf Parzellen von 1 qm Größe geprüft:

1. Trockenbeizung im Apparat mit einer Aufwandmenge von 500 und 1000 g/dz.
2. Trockenbeizung im Apparat, wobei in der 1. Versuchsreihe die verwendeten Beizmittel in einer Aufwandmenge von 500 g je dz mit je 500 g Talkum und in der 2. mit je 500 g rotem Bolus gestreckt wurden.
3. Tauchbeize im Vakuum.

Das von *Ustilago decipiens* befallene Saatgut wurde am 25. 8. 1950 gebeizt und am 28. 8. 1950 ausgesät. Die Aussaatmenge betrug 50 kg/ha. Der Versuch wurde am 27. 6. 1951 ausgewertet.

Die Ergebnisse der Trockenbeizung im Apparat mit einer Aufwandmenge von 500 und 1000 g je dz sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt:

Tabelle 1

Trockenbeizung im Apparat

| Mittel | Aufwand- menge g/100 kg | Mittel aus a — c | | Befall % |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------|---------------|-------------|
| | | gesunde Rispen | kranke Rispen | |
| unbehandelt | — | 183,3 | 41,3 | 18,4 |
| Abavit — Neu 40/41 | 500 | 163 | 0,7 | 0,4 |
| | 1000 | 172,7 | 0,3 | 0,2 |
| Ceresan UT 1875 a | 500 | 207,3 | 0,7 | 0,3 |
| | 1000 | 166 | 1,0 | 0,6 |
| Ceresan UT 4268 | 500 | 198 | 0 | 0 |
| | 1000 | 198 | 0 | 0 |
| Fusariol 3140b | 500 | 210 | 2,7 | 1,3 |
| | 1000 | 202,7 | 0 | 0 |

Daraus geht hervor, daß bei der Trockenbeizung mit einer Aufwandmenge von 500 g/100 kg im Vergleich zur unbehandelten Parzelle mit einem mittleren Befall von 18,4 % eine Minderung der Befallsstärke um 92,9—100 % und bei einer Aufwandmenge von 1000 g je 100 kg um 98—100 % erreicht werden konnte.

Auf Grund der Ergebnisse einer zur Trockenbeizung (500 g/100 kg) parallel laufenden Versuchsreihe mit dreifacher Wiederholung, die bei Abavit, Ceresan UT 1875 sowie Ceresan UT 4268 keinen Befall und bei Fusariol einen mittleren Befall von 0,1 % ergaben, darf angenommen werden, daß zur wirksamen Bekämpfung des Rispenbrandes bei sachgemäßer Durchführung der Beizung eine Aufwandmenge von 500 g/100 kg vollkommen ausreicht.

Die Annahme, daß durch die Streckung der Trockenbeizmittel (500 g/100 kg) mit je 500 g Talkum bzw. rotem Bolus eine gründlichere Einpuderung des Saatgutes und somit eine bessere Beizwirkung erzielt werden könnte, hat sich bei der Auswertung dieser Versuchsreihe als nicht zutreffend erwiesen. Vielleicht ist dies darauf zurückzuführen, daß sich die verwendeten Beizmittel wegen Uneinheitlichkeit der Träger- und Wirkstoffe mit den genannten Streckungsmitteln nur sehr schwer gründlich mischen lassen. Es kann auch sein, daß die verdünnten Beizmittel trotz der höheren Aufwandmenge nicht ausreichend wirken, weil eine teilweise Entmischung nach der Behandlung eintritt.

Über die Ergebnisse der im Vakuum mit 4 verschiedenen Naßbeizmitteln bei unterschiedlicher Konzentration durchgeführte Tauchbeize gibt die Tabelle 2 näheren Aufschluß:

Tabelle 2

Tauchbeize im Vakuum

| Mittel | Konz. | Beizdauer Minuten | Mittel aus a — c | | Befall ‰ |
|---------------|-------|----------------------|---------------------|---------------|-------------|
| | | | gesunde Rispen | kranke Rispen | |
| unbehandelt | — | — | 183,3 | 41,3 | 18,4 |
| Abavit 3330a | 0,2 | 30 | 184,3 | 0 | 0 |
| | 0,3 | | 182 | 0 | 0 |
| Ceresan U 564 | 0,2 | 30 | 178,7 | 0 | 0 |
| | 0,3 | | 195,3 | 0 | 0 |
| Formaldehyd | 0,2 | 15 | 206,7 | 0 | 0 |
| | 0,3 | | 186,3 | 0 | 0 |
| Fusariol 3456 | 0,2 | 15 | 204,3 | 0,3 | 0,1 |
| | 0,3 | | 162,7 | 0 | 0 |

Dem Befall von 0,1 ‰ bei Fusariol (Konzentration von 0,2 ‰), der auf das Vorkommen einer Brandrispe in einer Wiederholungspartzele zurückzuführen ist, ist kein entscheidender Wert beizumessen, weil derartige Fälle bei der Beizmittelprüfung immer wieder vorkommen. Eine keinschädigende Wirkung wurde lediglich bei Fusariol in der höheren Konzentration festgestellt.

Die Untersuchungen zeigen, daß eine erfolgreiche Bekämpfung des Raygrasbrandes bei sorgfältiger Durchführung der Beizung sowohl durch eine Trockenbeizung in einer Aufwandmenge von 500 g/100 kg als auch durch eine Tauchbeizung im Vakuum in einer Konzentration von 0,2 ‰ möglich ist. Wegen der Schwierigkeiten, die sich bei der Durchführung der Tauchbeize im Vakuum namentlich in technischer Hinsicht ergeben und vor allem wegen der umständlichen Rücktrocknung des gebeizten Saatgutes dürfte dieses Verfahren jedoch nur für Zuchtbetriebe in Frage kommen.

Diskussion

Mühle (Leipzig) bemerkt, daß er sich mit einer ganzen Reihe von Krankheiten und Schädlingen der Futtergräser befaßt. Es sei noch nicht vollkommen geklärt, ob wirklich bei Raygras 2 Brandarten vorliegen. Die Untersuchungen hätten ergeben, daß die Schäden — wie eben gezeigt — auf unterschiedliches Alter der Pflanzen und den Standort zurückgeführt werden können.

Die Infektionsgefahr sei beim Raygras dadurch erhöht, daß auch eine unmittelbare Keimlingsinfektion in Betracht kommen könne, wenn irgendwelche Brandsporen in das Saatgut gelangen. Zur Frage der Bekämpfung sei zu sagen, daß man den Raygrasbrand durchaus mit Trockenbeize bekämpfen kann.

Pflanzenschutztechnik

P. Mühlethaler, Dr. E. Günthart und H. Höhener,
i. Fa. Dr. R. Maag A.-G., Dielsdorf/Zürich

Neuere Entwicklung der Spritztechnik im Feldbau in der Schweiz

Mit der Einführung neuer Spritzgeräte und Maschinen für die Maikäferbekämpfung stellte sich das Problem, wie weit sich diese Maschinen auch im Obstbau und zum Bespritzen von Feldkulturen z. B. Kartoffeln, Zuckerrüben, Raps etc. eignen. Zur Rationalisierung der Arbeit wurde bei der Maikäferbekämpfung die Spritzbrühe von 6000—7000 Liter pro km Waldrand durch Verwendung des Nebelblasers auf rund 250—300 Liter reduziert, durch Verwendung des Helicopters sogar auf rund 50—60 Liter pro km (d. h. 25 bis 30 Liter pro ha) verringert, d. h. es wurden beim Nebelblaser 25mal kleinere Spritzbrühmengen als normal, beim Helicopter 125mal kleinere Mengen verwendet. Im Obstbau, zur Bekämpfung der Kirschfliege, des Schorfes und des Schrotschusses, wurden mit dem Nebelblaser 7—10mal kleinere Spritzbrühmengen verspritzt.

Bis vor kurzer Zeit wurde in der Schweiz zur Bespritzung von Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben etc. fast ausschließlich mit gewöhnlichen Motorspritzen, welche mit einem Spritzbalken von 4—7,15 m Breite ausgerüstet sind, gearbeitet. Bei einem Druck von 20—25 Atm. und mit Düsen von min. 1 mm Durchmesser werden pro ha ca. 1000—1200 Liter Spritzbrühe benötigt.

Auf Grund der guten Erfahrungen mit dem Nebelblaser und nach Angaben aus dem Ausland prüften wir im vergangenen Sommer neue Einsparungsmöglichkeiten auch für die Motorspritze. Aus dem Ausland liegen insbesondere für die Bespritzung von Kartoffeln und für die Unkrautbekämpfung in die normale Brühemenge von 1000—1200 Liter auf 350 bis 400 Liter pro ha bei der Unkrautbekämpfung sogar bis 100 Liter pro ha, ebenso gute Resultate wie normal erzielt wurden. In allen Fällen handelt es sich um das Prinzip, eine bestimmte Menge Wirkstoff durch Verwendung geeigneter Düsen oder Spritzgeräte in möglichst wenig Wasser pro ha praktisch ebenso fein wie bisher mit Motorspritze zu verteilen. Dabei zeigte sich, daß bei Unkrautbekämpfungsmitteln und bei insektiziden Fraß- und Berührungsgiften mit der Spritzbrühemenge pro ha noch bedeutend tiefer gegangen werden kann als bei Fungiziden. Zur feinen Verteilung kleiner Brühemengen wurden verschiedene Motorspritzen mit Spezialdüsen Horto-Saphir mit 0,7 mm Durchmesser von Birchmeier & Co., Künten (Aargau), und einem zentralen Druckfilter mit feinem Sieb ausgerüstet. Der Druck wurde auf 10—12 Atm. reduziert und die Fahrgeschwindigkeit etwas erhöht. Mit dieser Ausrüstung konnte die normale Brühemenge von 1000—1200 Liter auf 350 bis 400 Liter pro ha reduziert werden, dafür wurde die Konzentration 3mal erhöht. Vorläufig ist mit dieser Methode keine Präparat-Einsparung möglich, aber zwei- bis drei-

mal weniger Wassertransport und daher größere Tagesleistung der Motorspritze (siehe Tabelle).

Mit neuen, selbstfahrenden Motorspritzern, die mit den erwähnten Spezialdüsen ausgerüstet sind, konnte die Tagesleistung gegenüber einer gewöhnlichen Pferdespritze mehr als verdoppelt werden. Nur dank dieser Rationalisierung der Spritzarbeit war es einer großen Genossenschaft möglich, im vergangenen niederschlagsreichen Sommer die Kartoffelfelder rechtzeitig dreibis viermal gegen die Krautfäule zu bespritzen. Die Anzahl Düsen pro Spritze bleibt genau gleich, d. h. pro Reihe sind deren drei. Für die ersten zwei Bespritzungen von Kartoffeln werden zwei Düsen schräg aufwärts und die dritte über der Reihe nach unten gerichtet. Bei späteren Behandlungen spritzen die beiden unteren Düsen seitwärts direkt über den Stauden. Der Spritzbelag, z. B. von Kupferkarbonat, auf Kartoffeln oder Zuckerrüben erwies sich als sehr regenbeständig und wirksam, ein Abtropfen der Brühe vom Blatt wird praktisch verhindert. Bei noch kleineren Düsen als 0,7 mm ist die Verstopfungsgefahr zu groß, und sobald Düsenverstopfungen auftreten, wird die Einsparung in der Arbeitszeit illusorisch. Die Umstellung auf die Spezialausrüstung ist besonders interessant, da mit kleinem Aufwand, etwa 5% der Anschaffungskosten einer Motorspritze, die Leistung der unzähligen in der Schweiz vorhandenen Motorspritzern erhöht werden kann.

Mit dem amerikanischen Nebelblaser (Aero-Mist Sprayer L 80 der Firma „Lawrence Aero-Mist Sprayer Company“ in Greenfield) wurden bei Kartoffeln, Zuckerrüben, Raps und Getreide bereits seit drei Jahren Versuche gemacht. Bei Verwendung von Insektiziden, z. B. gegen Kartoffelkäfer oder Rapsstängelrüssler, wurde mit der 9—10fachen Konzentration, aber 10mal weniger Brühe, bei Fungiziden, z. B. Kupferpräparaten, gegen Krautfäule oder Blattfleckenkrankheit, mit der 8fachen Konzentration gearbeitet. Die Stundenleistung schwankt bei der Motorspritze zwischen 0,3—0,8 ha. Da beim Nebelblaser der Wasserverbrauch bis auf 100 Liter pro ha reduziert wird, steigt die Stundenleistung auf 0,6—1,5 ha, wobei die größte Stundenleistung in großen Feldern und bei Verwendung von Insektiziden erreicht wird, die kleinste auf kleinen Feldern und mit Fungiziden (alle Angaben über Stundenleistungen beziehen sich auf Arbeitsstunden; die Benützungszeit des Gerätes, z. B. Flugzeit beim Helicopter, ist kleiner und die reine Spritzzeit ist natürlich nochmals bedeutend kleiner). Die Wirkung der Insektizide und der geprüften Kupferpräparate ist nach den bisherigen Resultaten der Behandlung mit Motorspritze ebenbürtig, wenn nicht sogar überlegen. Die Kosten pro ha stellen sich ungefähr gleich hoch wie mit der Motorspritze, weil Aufwand für Unterhalt und Miete, besonders des großen Nebelblasers, größer ist. Wesentlich ist aber der Zeitgewinn und der Vorteil, daß die Kulturen weniger befahren und geschädigt werden müssen. Mit einem zusätzlichen Stäubegerät auf dem Nebelblaser wird es möglich, auch geeignete Stäubemittel zu verwenden.

Nachdem wir in den Frühjahren 1950 88 ha und 1951 550 ha Wald mit dem Helicopter gegen Maikäfer gespritzt haben, prüften wir erstmals im vergangenen Frühsommer die Verwendung des gleichen Gerätes in der Landwirtschaft. Wir wußten, daß die schweizerischen Verhältnisse mit der großen Parzellierung der Felder und den relativ kleinen Flächen nicht mit den

ausländischen Erfahrungen verglichen werden können. Bei allen unseren erstmals in der Schweiz durchgeführten Versuchen handelt es sich um den Helicopter „Hiller 360“ der Firma Air Import AG in Kriens-Luzern. Gestützt auf die Erfahrungen bei der Maikäferbekämpfung verwendeten wir in einem ersten Versuch bei Kartoffeln 25—30 Liter Brühe pro ha. Die Kontrollen des Belages auf den Pflanzen und auf ausgelegten Glasplatten haben gezeigt, daß es günstiger ist, bei Verwendung von Kupferpräparaten mit 50—60 oder mehr Liter pro ha zu arbeiten. Zur gleichzeitigen Bekämpfung von Krautfäule und Kartoffelkäfer wurde eine 20fach konzentrierte Mischbrühe eines Kupferpräparates und einer Dorytox-Emulsion (neues synthetisches Insektizid = Dieldrin) verwendet. Bei einer Fluggeschwindigkeit von etwa 45 km pro Stunde und einer Flughöhe von 1—1.5 m über den Pflanzen wurden pro ha im Durchschnitt von 65 ha Versuchsfläche 77 Liter Brühe verbraucht. Die Konzentrationen wurden jeweils sofort den Wind- und Flugverhältnissen angepaßt, so daß wirkstoffmäßig keine wesentlichen Schwankungen eintraten. Je nach Windverhältnissen und der Größe der Felder konnte 1 ha in 2.5—5 Minuten oder im Durchschnitt von 65 ha in 4 Minuten Flugzeit behandelt werden. Bei einem Kostenaufwand von 7.50 sfr. pro Flugminute stellten sich die Behandlungskosten pro ha nicht höher als mit der gewöhnlichen Motorspritze. In einem Großversuch mit dem Helicopter, der Mitte August auf 4 Großbetrieben der Schweiz. Genossenschaft für Gemüsebau ausgeführt wurde, konnten 145 ha Zuckerrüben mit 8 % eines Kupferkarbonat-Präparates bei einem Verbrauch von 88 Liter Spritzbrühe pro ha in total 400 Flugminuten oder 2.8 Minuten pro ha behandelt werden. Für die Gesamtkosten pro ha ist für die Bodenmannschaft, die Pumpe zum Auftanken der Spritzbrühe und für den Nachschub noch ein unbedeutender Zuschlag zu berechnen. Eine Kostensenkung beim Helicopter ist vor allem dann möglich, wenn in einem geschlossenen Gebiet möglichst viele und große Flächen rationell behandelt werden können. Die Wirkung der Insektizide und Fungizide, welche beim Helicopter verwendet wurden, war überraschend gut. Es scheint, daß die konzentrierte Spritzbrühe und die kleinere Spritzflüssigkeit eine bessere Haft- und Regenbeständigkeit des Belages auf den Blättern ergibt. Weder bei Kartoffeln noch bei Zuckerrüben konnten irgendwelche Verbrennungen oder Reizungen beobachtet werden. Die Versuche zeigen uns, daß der Helicopter auch in der Schweiz bei gut organisierten Aktionen in verschiedenen Gebieten rationell eingesetzt werden kann.

Die Vorteile der neuen Spritzgeräte: Motorspritze mit feinen Spezialdüsen, Nebelblaser und Helicopter sind wesentlich, vor allem Zeitgewinn durch kleineren Wassertransport und größere Leistung, und beim Helicopter, daß ausgewachsene Kulturen nicht beschädigt werden müssen.

Als Kupferpräparate wurden in allen Versuchen Cupromaag (mit 46 % Kupfer in Form von Kupferkarbonat) oder Virikupfer M (50 % Kupfer in Form von mikronisiertem Kupferoxychlorid) verwendet. Beide Präparate ließen sich ohne weiteres in 8—10facher bzw. 16—20facher Konzentration der üblichen Empfehlungen verspritzen. Es wurden auch andere Kupferpräparate geprüft, die sich aber weniger gut eigneten.

Vergleich der Leistungen von Motorspritzen, Nebelblaser und Helicopter, Versuche 1951

| Kultur | Schädling o. Krankheit | Fläche ha ¹⁾ | Maschine | Lstg. Aren/ Std. | Liter Brühe pro ha | Präparat % | x-fache Kon- zentr. |
|-------------|---------------------------|----------------------------|----------|------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------|
| Kartoffeln | <i>Phytophthora</i> | 26 | M.1 mm | 35 | 1300 | 0,5—0,8 Cupro | 1 x |
| Kartoffeln | <i>Phytophthora</i> | 50 | M.0,9mm* | 60 | 680 | 1 —1,6 Cupro | 2 x |
| Kartoffeln | <i>Phytophthora</i> | 50 | M.0,7mm* | 79 | 450 | 1,5—2,4 Cupro | 3 x |
| Kartoffeln | <i>Phytophthora</i> | 30 | Nbl. | 63 | 165 | 4 Cupro | 8 x |
| Zuckerrüben | <i>Cercospora</i> | 11 | Nbl. | 92 | 115 | 4,2 Cupro | 8 x |
| Kartoffeln | <i>Phytophthora</i> | 65 | Hel. | 710 | 75 | 9 Cupro | 18 x |
| Zuckerrüben | <i>Cercospora</i> | 216 | Hel. | 1150 | 88 | 8,2 Cupro | 16 x |
| Getreide | Unkraut | 2 | Nbl. | 100 | 100 | 12 Stirpan | 8 x |
| Raps | Stengelrüssler | 12 | Nbl. | 155 | 122 | 2,6 Hexalo R | 8,5 x |
| Zuckerrüben | Rübenaaskäfer | 3 | Nbl. | 130 | 100 | 2 Dorytox | 10 x |

M. 1 mm = Motorspritze mit 1 mm Düsen, * = Spezialdüsen

Nbl. = Nebelblaser

Hel. = Helicopter

¹⁾ = behandelte Fläche zur Leistungsberechnung, Zahlen für M. von einer landwirtschaftlichen Genossenschaft

R. Thate,

Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Neustadt/Weinstr.

Versuche zur Prüfung der Wirkung neuer Spritzgeräte mit Hilfe fluoreszierender Stoffe

Aus dem Wunsch nach einem einfachen Verfahren, den Spritzeffekt von Spritzgeräten auch da unmittelbar nachzuweisen, wo die Spritztröpfchen selbst nicht mehr sichtbar sind, und zwar nicht nur als Gesamtelag, sondern auch in der Verteilung auf den Pflanzenteilen, entstand der Gedanke, ob dies nicht mit Hilfe fluoreszierender Stoffe zu erreichen wäre. Dazu wäre nur nötig, einen solchen Stoff in feiner Verteilung allein oder in Mischung mit einer Spritzbrühe zu verspritzen und die zu prüfenden Pflanzenteile unter einer Quarzlampe auf Vorhandensein und Dichte von Leuchtpunkten zu untersuchen. Die Frage ist, ob eine Korrelation zwischen Verteilung der Spritztröpfchen und der der Leuchtpunkte besteht, so daß man aus der Menge der Leuchtpunkte auf die der Spritztröpfchen schließen kann. Als Leuchtmasse kommen nämlich nur feste, wasserunlösliche Substanzen in Frage, die ein recht hohes spezifisches Gewicht aufweisen und deren Partikelchen nicht unter eine gewisse Grenze zerkleinert werden dürfen, wenn nicht die Aufleuchtbarkeit verlorengehen soll.

Bei den vorläufigen Versuchen wurde das käufliche „Leuchtgelb“ verwandt. Das spezifische Gewicht ist ungefähr 4,1; die Größe der Partikelchen schwankt zwischen 3,5 und 60 μ und beträgt im Durchschnitt etwa 30 μ . Bei Betrachtung mit einer Stach vergrößernden Lupe sind die Leuchtpartikelchen bis zu einer Größe von etwa 14 μ wahrnehmbar. Um die Frage der Korrelation zwischen Tröpfchen-Verteilung und der der Leuchtpunkte zu prüfen, wurde die Leuchtmasse in der Hauptsache ohne weitere Zubereitung in einer Aufschwemmung im Verhältnis 1 : 8 zusammen mit einem Rotkupfer-Präparat (3 %ig) verspritzt und die Spritztröpfchen ebenso wie die Leuchtpunkte auf Objektträgern ausgezählt, die jedesmal doppelt (um Vorder- und Rückseite getrennt betrachten zu können) teils in einem Speicherraum in verschiedenen waagrechten und senkrechten Abständen, teils in einer Rebparzelle in verschiedenen Entfernungen von der Spritzzeile aufgehängt worden waren. Gespritzt wurde hier mit einem kleinen, mit Preßluft betätigten Contra-Gerät der Fa. Schäfer, München, sowie mit einer Preßluft-Rückenspritze.

Wie wurden nun die vorhandenen großen Unterschiede in der Dichte des Spritzbelages von der Verteilung der Leuchtpunkte widergespiegelt? Im großen und ganzen und auch oft im einzelnen bestand eine recht gute Parallelität. Hierzu einige Beispiele: Die Extremwerte in der Rebzeile, die unmittelbar gespritzt wurde, lagen in einem Fall auf der dem Spritzstrahl zugewendeten Seite — soweit sie überhaupt zählbar waren — bei 1612 und 14,5 Spritztröpfchen pro qcm. Die dazugehörigen Leuchtpunkte beliefen sich auf 176 und 3,6. Das entspricht einem Verhältnis zwischen Tröpfchen und Leuchtpunkten von 9,15 : 1 im ersten Fall und 4,01 : 1 im zweiten Fall. Bei den Rückseiten derselben Spritzgruppe lagen die entsprechenden Extremwerte bei 1408 und 60,8 Tröpfchen und 192 und 16,3 dazugehörigen Leuchtpunkten. Das gibt Quotienten von 7,38 und 3,72. Ein anderes Beispiel: In einer Gruppe war eine Anzahl von Objektträgern gänzlich leer von Spritztröpfchen und nur einer ragte mit 45,5 Tröpfchen heraus; hier fiel auch die Leuchtpunktzahl mit 12,5 aus der Reihe, was einem Verhältnis von 3,64 : 1 entspricht. Solcher Fälle ließen sich noch viele anführen. Andererseits fiel in manchen anderen Fällen die Korrelation zwischen Tröpfchen- und Leuchtpunktzahl aus diesem Rahmen heraus. Diese Unstimmigkeiten liegen zum Teil im Methodischen, zum Teil im Technischen, und zwar in der Hauptsache in der Grobkörnigkeit der verwandten Leuchtmasse. Bei der Verwendung anderer Leuchtmassen, deren Partikelchen evtl. feinkörniger und leuchtkräftiger sind, besteht die Aussicht, das Verfahren zu vervollkommen.

D i s k u s s i o n

T r a p p m a n n weist darauf hin, daß es gelungen ist, durch Radioaktivierung von Düngemitteln festzustellen, inwieweit eine Pflanze diese Mittel aufnimmt. Es sei wahrscheinlich auch möglich, Spritzmittel radioaktiv zu machen und das Vorhandensein unsichtbarer Spritzbeläge durch eine einfache Messung zu ermitteln.

Dr. J. Scharmer und Dr. G. Singer,
 Institut für Obstbau Heidelberg

Über Erfahrungen mit Sprühbehandlungen im Obstbau

A) Technik

Um die Eignung von Gebläsespritzen zu prüfen, wurde in diesem Jahr möglichst im Vergleich mit normalen Spritzungen eine vollständige Spritzfolge in einer Apfelhochstammanlage (ca. 300 vollentwickelte Bäume) nach

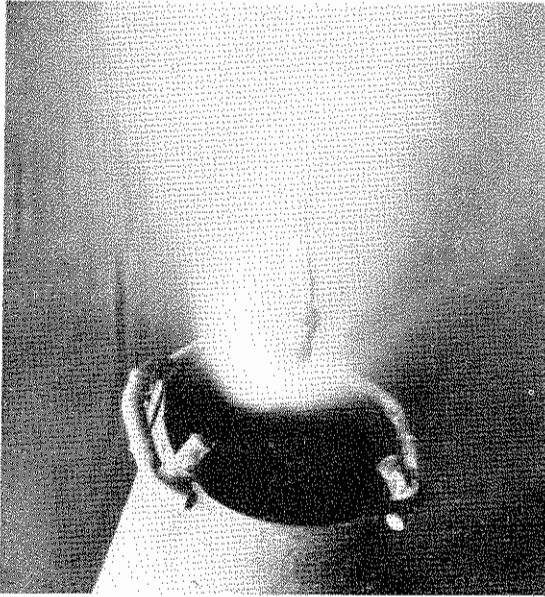


Abb 1

dem Sprühverfahren durchgeführt. Ferner eine San-José-Schildlaus-Bekämpfung, Großbekämpfungen der Kirschfruchtfliege an 3 verschiedenen Orten, eine Blattlausbekämpfung in einer Buschobstanlage; außerdem ist die Gebläsespritze bei der Maikäferbekämpfung in Kressbronn am Bodensee und zur Blattlausbekämpfung an Zuckerrüben-Samenträgern auf einer 30 ha großen Fläche eingesetzt worden.

Die Arbeit der Gebläsespritze ist ein modifiziertes Spritzen. Werden gleiche Mengen Bekämpfungsmittel je Flächeneinheit ausgebracht, so ist die Wirkung von Sprühen und Spritzen die gleiche.

Als Gerät stellte die Firma Gebr. Holder freundlicherweise die schon im vorigen Jahr beschriebene Gebläsespritze mit einem 7,5-PS-Motor zur Verfügung¹⁾. Abb. 1 zeigt den Sprühstrahl direkt vor der Ejektormündung.

¹⁾ Mitteilungen der Biologischen Zentralanstalt H 70 (1951). S. 104.

Sie sehen die weitgehend gleichmäßige Durchmischung von Gebläseluft und Sprühtröpfchen. Je nach Druck und Düsendurchmesser liegt die mittlere Tröpfchengröße zwischen 60 und 70 μ . Abb. 2 zeigt die Tröpfchengröße einer 2 mm-Düse bei 30 atü und bei 10 atü, ferner diejenige einer 0,8 mm-Düse ebenfalls bei 30 und 10 atü; alles in 10 m Abstand von der Mündung des Ejektors aufgenommen. Die Unterschiede sind gering: 64 μ , 76 μ , 57 μ und 63 μ mittlerer Durchmesser. Auch sind die Tröpfchen von relativ einheitlicher Größe: rund 20 bis 180 μ , hier ausgedrückt durch die Länge der Grundlinie

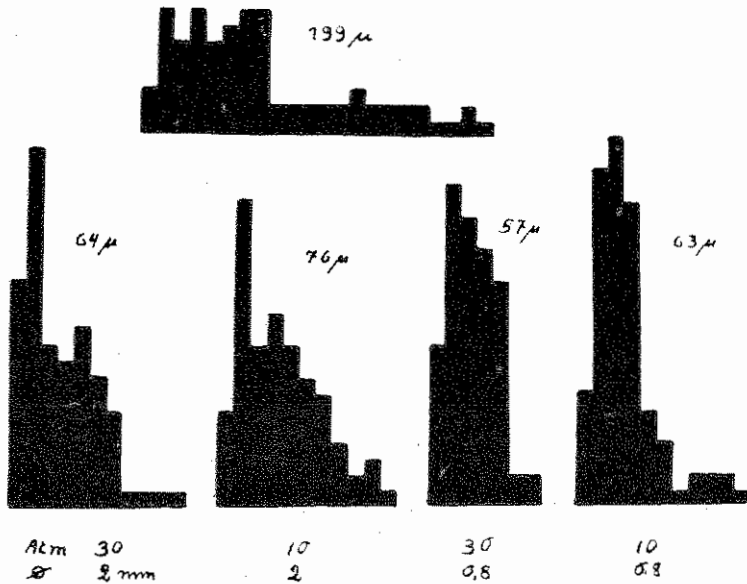


Abb. 2

der Blockdiagramme. Im Gegensatz hierzu eine Dralldüse, die sich nicht im Luftstrom befindet, mit 0,8 mm Bohrung bei 10 atü Druck. Sie weist bei 200 μ mittlerem Tropfendurchmesser eine weit größere Streuung der Tropfengröße auf. Bemerkenswert sind die verhältnismäßig geringen Unterschiede der Tropfen im Gebläsestrahl bei starker Änderung von Düsenquerschnitt und Druck. Für die Tröpfchengröße und Gleichmäßigkeit dürfte also hauptsächlich die Geschwindigkeitsänderung des die Dralldüse verlassenden Flüssigkeitsfilms verantwortlich sein. Auch die Prüfung der Tröpfchengröße in verschiedener Entfernung von der Ejektoröffnung brachte keine praktisch ins Gewicht fallenden Unterschiede.

Die Feinversprühung ergibt bei geeigneter Spritzdauer auf der Pflanze ein Tropfenraster; es bildet sich kein Film wie beim Spritzen. Die Brühe kann also nicht an der unteren Blattkante zusammenlaufen und hier Anhäufungen des Bekämpfungsmittels bewirken. Je nach der Behandlungsdauer oder Auswurfmenge wird das Raster weiter oder enger. Ausschlaggebend für den Bekämpfungserfolg ist lediglich die je Flächeneinheit oder je Baum ausgebrachte Wirkstoffmenge. Die Gleichmäßigkeit der Verteilung ist infolge relativ ein-

heitlicher Tropfengröße und homogener Mischung von Tropfen und Gebläseluft gewährleistet. Es fragt sich nun, wie weit darf bei gegebener Tropfengröße das Tropfenraster auseinandergezogen werden, d. h. wie hoch kann die Konzentration der Brühe getrieben werden, ohne den Bekämpfungserfolg in Frage zu stellen oder gar Pflanzenschäden hervorzurufen.

Bei der Obstbaumspritzung ist in der Regel mit fünffacher Konzentration gearbeitet worden. Einige Winterspritzmittel ließen eine weitere Erhöhung nicht zu, vor allem die Schweröle, die normal schon 6%ig angewendet werden. Bei 10facher Konzentration kommen also auf 60 kg des zähflüssigen Präparates 40 Liter Wasser. Eine solche Brühe läßt sich nur unter großem Zeitaufwand und auch dann nur unvollkommen durch das Einfüllsieb in den Flüssigkeitsbehälter bringen. Daher sind nur wenige Versuche 10fach überhöht gesprüht worden. Das Gerät war bei der Arbeit auf eine Förderleistung von 5 Liter Brühe pro Minute eingestellt. Im Anfang wurde Baum für Baum nach der Spritzbrühmenge, die er brauchte, klassifiziert und dann die Sprühdauer mit der Stoppuhr genau gemessen. Z. B. braucht ein Baum, der bei normaler Spritzung 25 Liter erfordert, bei 5facher Konzentration 5 Liter; er muß also 30 Sekunden von der einen und 30 Sekunden von der anderen Seite behandelt werden. Man bekommt bald ein Gefühl für die richtige Behandlungsdauer, so daß nach kurzer Anlernzeit ohne Stoppuhr gearbeitet werden kann. Eine zweiseitige Behandlung der Bäume ist ausreichend. Leichter Wind -tört nicht, wenn quer zur Windrichtung gearbeitet wird. Verbrennungen durch Winterspritzmittel wurden an Obstbäumen nicht beobachtet. Lediglich bei einer Weißdornhecke, die gegen San-José-Schildlaus gesprüht wurde, zeigten sich an der Vorderseite schwere Verbrennungen. Die Hecke begrenzte die Einfahrt einer Autobahn. Wegen des Verkehrs konnte die nötige Mindestentfernung zwischen Gerät und Hecke nicht eingehalten werden. Außerdem waren die Knospen schon weit vorgetrieben. Die normal gespritzten Teile der Hecke zeigten keine Schäden. Für die Sprühtechnik mit Winterspritzmitteln ergaben diese Beobachtungen, daß sich hohe Konzentrationen bei Obstbäumen vor dem Schwellen der Knospen ohne Schädigung mit Erfolg anwenden lassen. Ein Waschen der Bäume ist nicht nötig. Es kommt nur darauf an, daß die nötige Menge des Bekämpfungsmittels gleichmäßig über den Baum verteilt wird. Eine Mindestentfernung bei der Behandlung muß eingehalten werden. Zweige, die unmittelbar vor die Ejektormündung gelangen, sind sofort naß und damit überbehandelt. Bei den Hochstämmen, die im Verband gepflanzt waren, war es fast immer möglich, den Mindestabstand zu halten. Das Gerät fuhr in einer Gasse, und durch die Lücken zwischen den Bäumen wurde die nächste Reihe gesprüht.

Bei einer Neukonstruktion des Gerätes wäre es zweckmäßig, den Ejektor so zu gestalten, daß man nach Belieben mit scharfem oder breitem Strahl arbeiten kann. Es muß möglich werden, aus etwa 2 m Entfernung zu sprühen und andererseits die volle Arbeitsweite des Strahles von 20 bis 25 m auszunutzen. Die weiteren Spritzungen von Hochstämmen ergaben zur Technik nichts prinzipiell Neues. Bemerkenswert ist die Zeiteinsparung, die bis zu $\frac{1}{3}$ gegenüber der normalen Spritzung beträgt, der geringe Wasserverbrauch, der auf $\frac{1}{3}$ und in einzelnen Fällen auf $\frac{1}{10}$ des Normalen herabgesetzt wurde, und die große Reichweite des Gebläsestrahls. Sie beträgt mehr als das Doppelte dessen, was

eine Motorspritze leistet. Dies ist besonders für hohe Birnen- und Kirschenbäume sowie beim Arbeiten am Hang von großem Vorteil.

Die Grasnarbe unter den Bäumen wurde durch die hochkonzentrierten Winterspritzmittel weniger geschädigt als beim normalen Spritzen. Eine ähnliche Beobachtung konnte bei der Maikäferbekämpfung gemacht werden. Eine Baumreihe, die bei lebhaftem Wind behandelt wurde, war am nächsten Tag käferfrei. Auf den unmittelbar dahinter stehenden stark befallenen Bäumen, die die gesamte Abtrifft des Sprühstrahles traf, zeigte kein Käfer irgendwelche Schädigungen. Beim Sprühen bildet sich nur dort ein wirksamer Giftbelag, wohin der Sprühstrahl gerichtet wird. Für die Praxis ergibt dies, daß sich Bienenschäden beim Sprühen leichter vermeiden lassen als beim Stäuben und daß bei der Wintersprühung Unterkulturen weniger geschädigt werden als beim Spritzen.

Zu erwähnen ist noch eine Blutlausbekämpfung in einer engen ca. 12jährigen Buschobstanlage. Es wurde mit E 605 forte in 0,3%iger Konzentration gearbeitet. Das Gerät fuhr in langsamer Gangart durch die Reihen mit horizontal rückwärts gerichtetem Ejektor. Die an den Rändern des Luftstrahls sich bildenden Wirbel erreichten in etwa 10 m Entfernung vom Gerät die Baumkronen und drangen ins Blattwerk ein. Solche automatische Behandlung läßt sich natürlich nur in einheitlichen Kulturen durchführen. Im allgemeinen wird man bei den hiesigen Anbauverhältnissen auf die individuelle Behandlung des einzelnen Baumes angewiesen sein. Der Abtötungserfolg war dem einer gleichzeitig durchgeführten Spritzung mit E 605 forte 0,03 % gleichwertig. Bei einer einseitig behandelten Reihe war an der abgewandten Seite nur eine geringe Schädigung der Läuse festzustellen.

Bei einer Maikäferbekämpfung am Bodensee wurde *Multanium* in 20—30-facher Konzentration versprüht. Düsenverstopfungen erfolgten nie. Trotz der geringen Motorleistung von 7,5 PS wurden auch die Spitzen hoher Bäume erreicht. Es scheint demnach nicht notwendig zu sein, die vielfach höheren Motorleistungen ausländischer Gebläsespritzen für unsere Verhältnisse zu verlangen. Es ist möglich, Suspensionen zu versprühen, die 0,5 % Hexa-Gamma enthalten. Der Preis solcher Mittel beträgt — auf den Wirkstoffgehalt bezogen — nur die Hälfte bis ein Drittel dessen, was für Stäubemittel bezahlt werden muß. Es läßt sich einwenden, daß es gerade bei der Maikäferbekämpfung lästig ist, Wasser mitzuführen. Jedoch muß Staub auch mitgeführt werden, und mit 100 kg 0,5%igem Staub läßt sich dieselbe Waldrandstrecke wie mit 100 Litern 0,5%iger Brühe behandeln. Die leistungsfähige Bekämpfungseinheit muß beim Stäuben wie beim Sprühen aus Zugmaschine, Wagen für Wasser oder Staub und dem Gerät bestehen.

Schließlich wurden noch 30 ha Zuckerrüben-Samenträger gegen Blattlaus behandelt. Man kann diese Kultur nicht durchfahren. Deshalb war alle 40 m eine Gasse freigehalten worden. Versprüht wurde E 605 forte 1%ig, also 30fach überhöht in einer Menge von 25 Liter pro ha. Bei normaler Ganggeschwindigkeit des Pferdes ergab sich eine Leistung von 4 ha in 30 Minuten. Der Ejektor war in horizontaler Lage quer zur Fahrriichtung festgestellt. Der Strahl strich über die Kultur hinweg. Außer dem Kutscher wurde kein weiteres Bedienungspersonal gebraucht. Die Windrichtung war am Behandlungstage längs der Fahrriichtung, also quer zum Sprühstrahl. Vergiftungserschei-

nungen bei Mensch oder Pferd konnten nicht beobachtet werden. Bei der Kontrolle nach 3 Tagen sind keine lebenden Läuse gefunden worden.

Nach diesen Ergebnissen läßt sich sagen: die Sprühbehandlung kann in ihrer Wirkung im Obstbau einer Spritzung gleichgesetzt werden bei erheblicher Reduktion der Arbeitszeit, des Wasserverbrauchs und der Rüstzeit. Im Feldbau erreicht die Flächenleistung fast diejenige eines Großverneblers. In der Maikäferbekämpfung können die Kosten für Bekämpfungsmittel auf $\frac{1}{3}$ gesenkt werden. Im Gegensatz zum Stäuben und Nebeln lassen sich alle Bekämpfungsmittel einsetzen.

Für die weitere Konstruktion von Gebläsespritzen möchte ich nach den Erfahrungen in den beiden letzten Jahren folgende Anregungen geben:

Im Obstbau, besonders bei geschlossenen Anlagen, dürfte sich ein niedriges Gerät mit rückwärts gerichtetem Ejektor, der dicht über dem Boden mündet, bewähren. Die Bedienung sitzt entgegen der Fahrriichtung. Für Maikäferbekämpfung, Feldbehandlung und offene Hochstammanlagen wäre das Aggregat auf einen Drehkranz zu setzen. Das Gebläsegehäuse muß schwenkbar sein; der Brühbehälter wäre unter oder neben dem Drehkranz anzubringen. Die Bedienung schaut in Fahrriichtung. Die Motorleistung sollte für den Obstbau über 5 PS, für die Maikäferbekämpfung über 15 PS liegen. Das Wesentlichste am Gerät ist die Düse. Sie muß relativ gleich große Tropfen unter 100μ mittlerem Durchmesser liefern, die gleichmäßig in der Gebläseluft verteilt sind. Wichtig ist ferner eine Verstellung des Luftstrahles auf breit und schmal, ein gut wirkendes automatisches Rührwerk und eine schleifende Verbindung zwischen Motor und Gebläse.

B) Erfolgsaussichten

Nachdem aus dem Ausland (Holland, der Schweiz, den USA) die Berichte über den erfolgreichen Einsatz von Sprühgeräten zu uns gekommen waren, haben auch wir uns die Frage gestellt: wie ist im Obstbau das Sprühen anzuwenden? Zur Verfügung stand uns das oben beschriebene Sprühgerät der Fa. Gebr. Holder-Metzgingen, das bisher nur im Feldbau eingesetzt worden war. Jetzt sollte es für Winter- und Sommerbehandlungen im Obstbau angewendet und neben dem üblichen Spritzverfahren ausprobiert werden.

Da uns bisher Erfahrungen in der Anwendung von Winterspritzmitteln in erhöhten Konzentrationen fehlten, haben wir im Heidelberger Institut zunächst Verbrennungsversuche an Pfirsich-, Kirschen- und Apfelzweigen gemacht sowie Johannisbeerzweige besprüht, die stark von der San-José-Schildlaus befallen waren. Als Mittel wurden dazu ausgewählt: ein Dinitrokresol, ein Gelböl, ein Karboöl sowie ein OKe und diese Mittel jeweils in normaler Konzentration gespritzt, sowie 3-, 5-, 8- und 10fach erhöht gespritzt. Die Zweige wurden in jeweils gleichem Abstand (2 m) vom Sprühstrahl gehalten und genau nach der Stoppuhr 60, 12 oder 6 Sekunden lang im Sprühstrahl gedreht, damit sie von allen Seiten gleichmäßig besprüht würden. Die behandelten Pfirsich-, Kirsch- und Apfelzweige wurden im Gewächshaus zur Beobachtung des Austriebs aufgestellt, die SJS-Johannisbeerzweige im Keller unseres Instituts aufbewahrt. Verbrennungen traten nur bei Gelböl auf und zwar einheitlich bei allen Konzentrationen; alle übrigen Zweige hatten normalen Austrieb und Blütenansatz.

Die SJS-Zweige wurden erstmalig nach 5—6 Wochen ausgewertet. Die Abtötungsprozente betragen bei

| | | |
|---------------------------------|----------|-------------------------|
| Detal normal | = 1,5 % | 60 Sek. besprüht = 61 % |
| Detal 5fach | = 7,5 % | 12 Sek. besprüht = 58 % |
| Detal 10fach | = 15,0 % | 6 Sek. besprüht = 73 % |
| Gelböl normal | = 4,0 % | 60 Sek. besprüht = 88 % |
| Gelböl 5fach | = 20,0 % | 12 Sek. besprüht = 99 % |
| Gelböl 10fach | = 40,0 % | 6 Sek. besprüht = 100 % |
| bei der unbehandelten Kontrolle | | 24 % |

Nach 2 Monaten, das ist die für eine endgültige SJS-Kontrolle nötige Zeitspanne, lag die Abtötung zwischen 88 und 100 %, bei unbehandelt 63 %.

Diese Versuche waren im Dezember 1950 ausgeführt und im Februar 1951 wiederholt worden. Der anschließend im Freiland gegen SJS durchgeführte Versuch an der Autobahn brachte sowohl im gespritzten wie im gesprühten Teil der behandelten Weißdornhecke eine 100%ige Abtötung. Die angeführten Verbrennungsschäden waren nach kurzer Zeit behoben: die Hecke hatte wieder frisch ausgetrieben.

Diese Ergebnisse ließen nun mit denselben überhöhten Konzentrationen eine Freilandbehandlung zu, wenn sie zum richtigen Zeitpunkt ausgeführt wird, d. h. für eine Winterspritzung, ehe die Knospen treiben. Wir wählten als Versuchsgelände eine Obstanlage in Münsingen, 750 m hoch auf der Schwäbischen Alb gelegen, und konnten dort noch am 29. 3. 1951 eine Winterspritzung ohne Verbrennungsgefahr durchführen. Behandelt wurde hier mit Karboöl, Schweröl, OKe und Dinitrokresol und jeweils wieder normal gespritzt und 5fach erhöht gesprüht. Als „Sonderversuch“ wurde Detal 10fach versprüht. Die Bäume wurden dann mehrmals auf ihren Zustand hin geprüft und es zeigten sich zwischen gesprüht und gespritzt keine nennenswerten Unterschiede. Flechten und Moose waren am wenigsten durch die Schweröle vernichtet; alle übrigen Mittel wirkten gleichmäßig (Abtötung ca. 95 %), während an den unbehandelten Kontrollbäumen noch überall völlig intakte Flechten waren.

Da die Anlage alljährlich sehr schwer von Schorf befallen wird, konnten wir hier mit dem neuen Gerät auch die Fungizide ausprobieren. Wir haben dann 1 Vorblüte-, 2 Nachblüte- und 2 Fruchtspritzungen durchgeführt und neben Ob 21 zum Vergleich Fuclasin und Netz-Fuclasin (heute Ultra-Fuclasin) eingesetzt. Bei den 2 letzten Spritzungen wurden Fuclasin und Netz-Fuclasin durch Kumulus ersetzt, da diese Mittel ausgegangen waren. Als Insektizide fügten wir bei: DDT, mit Hexa kombiniertes DDT und E 605 forte sowie bei den beiden letzten Spritzungen Bleiarßen als Vergleichsmittel für den Apfelwickler. Sämtliche Mittel wurden in den üblichen Konzentrationen verspritzt und 5fach erhöht versprüht. Ausgewertet wurden sodann sämtliche Bohnäpfel, ferner Goldparmäne, Landsberger Renette und spätblühender Taffelapfel. Der Behang der Bäume war überall gut, das Aussehen zwischen behandelt und unbehandelt sehr verschieden. Nachdem der Apfelwickler nur sehr schwach aufgetreten ist (Befall am 16. 8. zwischen 3,2 und 9 %), soll hier nur auf den Schorfbefall eingegangen werden. Netz-Fuclasin scheint besser

abgeschnitten zu haben als Fuclasin und Ob 21. Das wirkt sich zunächst rein zahlenmäßig nicht so aus. Der geschätzte Schorfbefall betrug

| | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| bei Netz-Fuclasin | 2,1 bis 2,5 % (gesprüht — gespritzt) |
| bei Ob 21 | 2,1 bis 3,5 % |
| bei Fuclasin | 3,3 bis 4,0 % |
| bei unbehandelt überall | 5,0 % |

Das Netz-Fuclasin ist dem Ob 21 aber deshalb noch vorzuziehen, weil es an den damit behandelten Früchten keine Stippigkeit hervorgerufen hat. Diese ist bei allen mit dem Kupfermittel behandelten Bäumen — gleich ob gesprüht oder gespritzt — zu finden, besonders stark am Bohnapfel. In der 1. Versuchsreihe z. B., in der also mit der Behandlung begonnen wurde, ist deutlich zu sehen gewesen, wie die Früchte auf der Wegseite sehr viel stärker von den kleinen schwarzen Flecken befallen waren als auf der Feldseite. Das kam daher, daß am Anfang etwas zu langsam mit dem Sprühgerät gefahren wurde und dadurch zu viel von der gerade dort 10fach angewendeten Brühe auf die Bäume gelangt ist. Auf der Rückfahrt im Feld ist dann rascher, d. h. geländerecht gefahren worden, und so sind an demselben Baum hier weit weniger Stippen zu finden. An den mit Ob 21 gespritzten Bäumen ist die Stippigkeit auch geringer; nie aber ist sie an unbehandelten Früchten zu finden.

In solchen Lagen müßte also in Zukunft mit Ultra-Fuclasin gearbeitet und Kupfermittel sowie Fuclasin ausgeschaltet werden.

Die dortigen Besitzer erklärten zwar einstimmig, noch nie solch „sauberes“ Obst gehabt zu haben; für einen ausgesprochenen Qualitätsobstbau aber ist solch eine Schädigung untragbar.

Daß wir trotz 5maliger Behandlung mit Fungiziden noch immer soviel Schorf hatten, liegt mit daran, daß wir in dem ungewöhnlich nassen Sommer mit 2 Spritzungen zu spät lagen. Unsere Behandlung in Münsingen geschah aus rein praktischen Erwägungen heraus; wir haben keinerlei phänologische Beobachtungen machen können. Dazu hätte von vornherein immer ein Beobachter dort sein müssen. So aber war die Entfernung zwischen Münsingen und Heidelberg zu groß, um die dort völlig anderen Witterungsbedingungen erfassen zu können. Es hatte mehrmals gerade dann Regen eingesetzt, wenn wir dort zu arbeiten begannen, und so die Behandlung verzögert.

Bei einer Begehung mit Gerätevorführung am Schluß unseres dortigen Arbeitens am 9. 10. 1951 konnten sich hervorragende Praktiker des Obstbaues von unseren Ergebnissen selbst überzeugen. Sie alle bestätigten, daß sich das Sprühen dort bewährt hat und in keiner Weise hinter dem Spritzen zurücksteht.

Im Frühjahr war das Gerät zur Maikäferbekämpfung am Bodensee eingesetzt worden. Die Kontrollgrabungen werden jetzt durch das Pflanzenschutzamt in Tübingen ausgeführt, und wie uns von dort mündlich mitgeteilt wurde, liegen die Ergebnisse günstig.

Einen weiteren Großeinsatz erfuhr das Sprühgerät in diesem Sommer gegen die Kirschfruchtfliege, und zwar an 3 verschiedenen Orten. Einmal an der Bergstraße in Seehelm und dann an 2 Orten des Württembergischen Hauptkirschenanbaugebietes in Dettingen und Neuhausen a. d. Erms. Es

sind da ziemlich umfangreiche, geschlossene Kirschbaumbestände, bei denen aber trotzdem die Möglichkeit des Zullugs von Kirschfruchtfliegen vor allem an die Randbäume aus der unmittelbaren Nachbarschaft besteht. Die Ergebnisse waren auch hier wieder übereinstimmend.

In Dettingen ist nur mit E 605 forte 2mal gespritzt und gesprüht worden. Der Gesamtbefall betrug

| | |
|-----------------|-----------------------------|
| bei gesprüht | 56,1 %; davon Larven 22,9 % |
| bei gespritzt | 55,0 %; davon Larven 24,3 % |
| bei unbehandelt | 94,6 %; davon Larven 67,8 % |

Hier liegen Spritzen und Sprühen praktisch gleich.

In Neuhausen, wo 2mal mit DDT-Mitteln behandelt worden ist, war der Gesamtbefall

| | |
|------------------------|-----------------------------|
| bei DDT gesprüht | 15,1 %; davon Larven 9,6 % |
| bei DDT gespritzt | 8,0 %; davon Larven 13,5 % |
| bei DDT-Hexa gesprüht | 41,6 %; davon Larven 24,4 % |
| bei DDT-Hexa gespritzt | 13,5 %; davon Larven 6,1 % |
| bei unbehandelt | 80,8 %; davon Larven 55,1 % |

Aus diesen Zahlen spricht ein wesentlich stärkerer Befall bei den gesprühten Bäumen. Hierzu ist zu erklären, daß in Neuhausen die Kirschbäume auf einem größeren Gewann stehen, das nach 2 Seiten hin vom Wald eingeschlossen ist. Wir haben die Sprühungen und Spritzungen mit den verschiedenen Mittelgruppen nicht nebeneinander gelegt, sondern gerade dort gesprüht, wo ein stärkerer Zullug zu erwarten war, also am Rande und vor allem auf der Höhe des Gebietes. Die gespritzten Bäume lagen alle günstiger.

In Seeheim war der Gesamtbefall der ausgewerteten Kirschen am 27. 6. bei

| | |
|---------------|------------------------------------|
| Gesarol 50 | 2,5 %; davon Larven allein 0,9 % |
| Netz DDT | 9,8 %; davon Larven allein 3,7 % |
| Aktiv-Gesarol | 24,4 %; davon Larven allein 7,9 % |
| E 605 | 15,9 %; davon Larven allein 6,0 % |
| Unbehandelt | 63,5 %; davon Larven allein 41,0 % |

Eine Schlußkontrolle am 9. 7. konnte nur mehr an den mit E 605 forte besprühten Bäumen gemacht werden, weil die früheren Sorten inzwischen abgeerntet waren. Hier war der Gesamtbefall nur noch 7,8 %, Larven 4,6 % gegenüber unbehandelt mit Gesamtbefall 65,0 %, Larven 59,0 %.

In dieser Anlage war nur einmal gesprüht worden.

Nachdem alle diese Ergebnisse vorliegen, wissen wir, daß in Dettingen zu früh mit der Kirschfruchtfliegenbehandlung begonnen worden ist. Durch die kühle Witterung im Mai war das Auftreten der Kirschfruchtfliege in diesem Jahre stark verzögert worden; nach den ersten warmen Junitagen schien jedoch — aus früheren Erfahrungen zu schließen — der Zeitpunkt zur Behandlung gekommen und deshalb wurde sowohl in Dettingen wie in Neuhausen am 7. und 8. 6. 1951 behandelt. Mit E 605 forte hätten wir 8 Tage später beginnen sollen, zumal dieses Mittel am besten während der erfolgten Eiablage angewendet wird, da es seiner Tiefenwirkung wegen die Eier und Larven in

der Frucht abtötet. Der Hauptflug im letzten Junidrittel wäre damit auch besser erfaßt worden. DDT dagegen wirkt vorbeugend und seine Wirkung ist anhaltender.

Zusammenfassend kann auch von der Kirschfruchtfliegenbekämpfung gesagt werden: Die Ergebnisse liegen gleichermaßen wie in Münsingen:

1. die Aussichten auf erfolgreiches Anwenden des Sprühverfahrens im Obstbau sind bei rechtzeitigem Einsatz gegeben;
2. es treten keinerlei Schädigungen bei sachgemäßer Anwendung von überhöhten Konzentrationen auf, weder an den Bäumen noch am Grasboden darunter;
3. durch Einsparung von Zeit bei gleichem Mittelaufwand ist eine bessere Wirtschaftlichkeit geboten und damit eine Bereicherung für den obstbaulichen Pflanzenschutz gegeben.

Diskussion

Thiem betont, man sei nach zahlreichen Versuchen zu dem Schluß gekommen, daß mit dem Sprühnebelgerät genau das gleiche zu erreichen ist wie mit den Spritzgeräten. Außerdem sei die Handhabung des Sprühnebelgerätes viel einfacher. Es sei richtig, dieses Gerät in größerem Maßstabe im Obstbau einzusetzen.

Loewel unterstreicht, daß die Heidelberger Ergebnisse durchaus zu bestätigen sind. Den Sprühnebelgeräten gehöre die Zukunft; sie müßten im großen eingesetzt werden. Im übrigen hätten die norddeutschen Großbetriebe bei der Bekämpfung der Obstschädlinge aus betrieblichen Gründen weit geringere Schwierigkeiten als die süddeutschen Kleinbetriebe.

Bauhhaus fragt nach den Kosten von Sprühen und Nebeln.

Scharmer erwidert hierauf, die Kosten seien beim Nebeln höher als beim Sprühen. Nebel verursacht zwar geringeren Arbeits-, aber größeren Mittelaufwand.

Gernock widerspricht dem und meint, daß Sprühen im allgemeinen billiger sei als Nebeln. Nur das Großnebelverfahren sei teurer.

Loewel meint, man müsse das Sprühnebelgerät auf den Schleppersattel, damit sich Schlepper- und Gerätführer in einer Person vereinigen lassen. Das sei eine erhebliche Verbilligung dieses Verfahrens.

Scharmer bemerkt auf mehrere Fragen, der Sprühnebel gehe nur halbseitig durch einen Baum hindurch. Das, was abgetrieben wird, habe keine Bedeutung und sei nicht mehr insektizid. Wahrscheinlich handle es sich hier um denjenigen Tropfenanteil, der besonders klein ist und deshalb nach dem Antrocknen eine viel zu geringe Insektizidmenge aufweist, um noch wirken zu können. Die Bedeutung des Sprühverfahrens liege in der Mittelanwendung. Man kann sämtliche Bekämpfungsmittel verwenden, beim Nebelverfahren dagegen nur DDT und Hexa.

Schumacher führt zu der Frage folgendes aus: Die Wirtschaftlichkeit der ganzen Verfahren ist wiederholt in Vorträgen herausgestellt worden, und das Sprühverfahren ist dabei sehr gut weggekommen. Unsere Versuche haben gezeigt, daß das Sprühen bei Feldversuchen teurer ist als der Hubschrauber.

Der Kostenaufwand beim Hubschrauber ist pro Flächeneinheit im Durchschnitt um etwa 3—4 DM höher als bei anderen Verfahren, ausgenommen beim Sprühgerät. Es ist ein unverhältnismäßig hoher Zeitaufwand erforderlich, um die Fläche zu behandeln.

Sch armer widerspricht dem und weist auf die Flächenleistung von 8 ha in 30 Minuten mit dem nur 7,5 PS starken Sprühgerät hin.

Trappmann meint, es käme hierbei sehr auf die Art der behandelten Flächen an.

Oberregierungsrat Dr. H. Thiem,

Institut für Obstbau, Heidelberg

Sind im obstbaulichen Pflanzenschutz Großraumbehandlungen möglich?

Ausgehend von den Nachteilen des historisch gewordenen alten und den Vorteilen des neuen Obstbaues wird im Interesse der Wettbewerbsfähigkeit des ersteren, der bei uns bei weitem überwiegt, eine dem Großbetrieb ähnliche rationellere Wirtschaftstechnik gefordert. In Frage steht der Einsatz leistungsfähiger Großgeräte im Sinne von Gemeinschafts- bzw. Großraumbehandlungen, und zwar unter tatkräftiger Mitarbeit der Besitzer und ihrer Hilfskräfte. Weniger wichtig ist, ob als Träger der Behandlungen ein zugelassenes Privatunternehmen, eine Genossenschaft, ein Fachverband oder die Gemeinde auftritt. Wesentlich ist, daß unter tatkräftiger Führung der Pflanzenschutzämter den Besitzern von Kleinanlagen, die die Arbeit bestenfalls nur unzulänglich erledigen können, die Vorzüge der Gemeinschaftsbehandlungen bewiesen werden.

Voraussetzung für die Durchführung von obstbaulichen Gemeinschaftsbehandlungen sind die Leistungen der Spritz-, Sprüh- und Nebelverfahren im Obstbau.

Die Spritzgroßgeräte, bisher das Hauptgerät des Besitzers, sind für die Belange nur von zweitrangiger Bedeutung. Aufwand und Leistung sind für Gemeinschaftsunternehmungen kaum tragbar, doch können die Geräte zusätzlich im Streuobstbau eingesetzt werden.

Um für den bäuerlichen Obstbau einen gangbaren Ausweg zu finden, wurden seit Jahren Spritzversuche mit erhöhten Wirkstoffkonzentrationen von Insektiziden und Fungiziden unter Zugabe von etwas Rotschlamm durchgeführt. Bei Einsparung der Vor- und Nachblütebehandlungen sollten mit nur einer Behandlung Apfelblütenstecher, Frostspanner, Knospenwickler und Schorf erfolgreich niedergehalten werden. Dieses Ziel wurde erreicht. Es konnte damit auch der Befall von Borkenkäfern verhindert werden. Ohne Einfluß war diese Art von Dauerbehandlung auf Schorf und Apfelwicklerbefall zur Zeit der Fruchtentwicklung. Die Behandlung der Früchte muß wie bisher getätigt werden. Naturgemäß war die Frühjahrsmaßnahme auch ohne Einfluß auf den Befall durch Blattläuse, Schildläuse und Apfelgespinnstmotte. Die erfolgreiche Abwehr von Apfelblütenstecher, Frostspanner und Knospenwickler mit nur einer Maßnahme war recht beachtenswert, zumal selbst bei den Versuchen im Bodenseegebiet auch gleichzeitig der Schorf wie bei den üblichen Spritzfolgen kurz gehalten werden konnte.

Mit Bezug auf die in vielen Freilandversuchen untersuchten Leistungen des Sprühverfahrens stehen wir am Anfang einer hoffnungsvollen Entwicklung. Auch nach ausländischen Erfahrungen eignet sich das Baumbesprühen zur erfolgreichen Bekämpfung der pilzlichen Hauptkrankheiten. Naturgemäß sind die Sprühgeräte für den Haupterwerbs- und Plantagenobstbau von ganz besonderer Bedeutung. Sie erhöhen die Leistungen, ersparen menschliche Arbeitskraft und zusätzliche Ausgaben.

Im Kleinobstbesitz ist eine rationelle Auswirkung der Sprühbehandlung aus Großgeräten nicht ohne weiteres möglich. Die Ausnutzung der Kosten für sie macht den Zusammenschluß der Besitzer zur Notwendigkeit.

Eine erfreuliche Entwicklung hat bei uns auch der Bau von Nebelgroßgeräten auf der Basis von Aerosolen genommen. Zu dem vielfach beachteten Gerät der Firma Borchers sind inzwischen andere dazugekommen, die gegen dieselben Großschädlinge (Maikäfer, Kartoffelkäfer usw.) erfolgreich eingesetzt worden sind. Eine revolutionierende Neuerung stellt das leicht zu bedienende Schwingfeuer-Heizgerät aus Überlingen dar, dessen Leistung durch Einsatz von 2 oder 3 Geräten erheblich gesteigert werden kann.

Was das Nebelgerät Borchers leistet, trat in Auswirkung der in Mittelbaden während der Jahre 1949 und 1950 getätigten Großversuche¹⁾ im Frühjahr 1951 bei der Gemeinschaftsbekämpfung der Kirschfruchtfliege in Ockstadt (Taunus) überzeugend in Erscheinung. Die planvolle Verneblung einer Obstpflanzung von über 120 ha drückte den Madenbefall bei Kirsche bis zur Bedeutungslosigkeit herab. Die gleiche Anlage war im Jahre zuvor hundertprozentig vermadet; wegen Unverkäuflichkeit sind damals die Kirschen nicht geerntet worden.

Die Verneblung der Anlage erfolgte vor Beginn der Eiablage durch die Kirschfruchtfliege im wesentlichen während der ruhigen Morgen- und Abendstunden im Laufe von rund einer Woche. Der DDT-Belag war, wie diesbezügliche Kontrollen aufwiesen, noch lange nach Einbringung der Kirschernte auf den Bäumen wirksam; er hat auch gegen den Apfelwickler eine beachtliche Teilwirkung gehabt. Erhebungen im Bekämpfungsgebiet von Ockstadt ergaben einen etwa halb so starken Befall der Äpfel wie in der nicht behandelten Nachbargemeinde Oberroßbach. Bei jeweils 2500 untersuchten Früchten vieler Bäume waren am 1. 8. in Ockstadt 6,2 %, in Oberroßbach 13,4 % befallen; bei jeweils 3000 untersuchten Früchten betrug am 21. 8. die Vermadung in Ockstadt 9,6 % und in Oberroßbach 17,2 %. Im einzelnen ergaben sich gewisse Befallsunterschiede, die auf die Behandlung zurückgehen, hier aber unerörtert bleiben sollen.

Diese Ergebnisse ermutigen dazu, den eingeschlagenen Weg weiter zu beschreiten, damit aus dem Nebelverfahren als einer Sondermaßnahme ein obstbauliches Allgemeinverfahren wird. Stehen unsere Kirschenbestände doch meistens in buntem Wechsel mit Kernobstbäumen; geschlossene reine Süßkirschenanlagen sind verhältnismäßig selten.

Leider kann das Vernebeln von Obstanlagen noch nicht mit gleicher Sicherheit zur erfolgreichen Bekämpfung von pilzlichen Krankheiten ver-

¹⁾ „Über Erfahrungen zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege“, Mitt. Biol. Zentralanst. H. 70, 1951, S. 118-121.

wendet werden. Die nebeltragenden Flüssigkeiten vertragen sich nicht mit den üblichen kupferhaltigen Schorfbekämpfungsmitteln und bei einigen wenigen, die ohne chemische Umsetzung mischbar sind, fehlen noch ausreichende Erfahrungen. Mit der Lösung des Problems steht und fällt der alte Obstbau. Die erfolgreiche fungizide Vernebelung von Obstaulagen würde dem Pflanzenschutz im Obstbau eine unerhörte Grundstellung sichern. Notwendig sind vor allem schwere, stehende Nebel, die beim Durchgang ausreichende Mengen Fungizid auf den Bäumen absetzen. Verglichen mit dem üblichen Spritzverfahren mit DDT liegt beim Nebeln gegen die Kirschfruchtfliege schätzungsweise das Zwei- und Dreifache an DDT-Wirkstoff auf den Pflanzen; wohl das Geheimnis für seinen durchschlagenden Erfolg.

Die Einsatzmöglichkeiten des Flugzeugs bzw. des Hubschraubers im Obstbau sind begrenzt. Da der Nebel aus Nebelgeräten je nach den standörtlichen Verhältnissen in bestimmten Abständen verschieden lang abgeblasen werden kann, ergeben sich gegenüber dem verhältnismäßig rasch beweglichen Luftgerät recht beachtliche Gegensätze. Unbestritten dürfte sein die Zweckmäßigkeit des Einsatzes von Hubschraubern zur Bekämpfung des Maikäfers in den unwegsamen, geschlossenen Eichenbeständen, wie sie in Franken häufig anzutreffen sind.

Für die Förderung nach Ausbau des großräumigen obstbaulichen Pflanzenschutzes ist entscheidend, die Sprühgeräte möglichst so zu bauen, daß mit ihnen auch gespritzt, genebelt und gestäubt werden kann. Ohne größere Zusatzgeräte muß den mannigfachen Belangen der Praxis Rechnung zu tragen möglich sein. Erfreulicherweise ist der Bau von Kombinationsgeräten, mit denen gespritzt, regulierbar gerichtet und breitstrahlig gesprüht und genebelt werden kann, in greifbarer Nähe gerückt.

Zusammenfassung der besprochenen wichtigsten Forderungen:

1. Für die Erzeugung von Qualitätsobst sind die Pflanzenschutzmaßnahmen während der Vegetation wichtiger als die während der vegetationslosen Zeit.
2. Der bäuerliche Kleinobstbau vermag im Wettbewerb mit der Massenerzeugung von Qualitätsobst des „neuen Obstbaues“ nur zu bestehen, wenn er durch freiwilligen Zusammenschluß zu Arbeitsgemeinschaften wie dieser arbeitet und wie dieser die billigeren Großverfahren des Pflanzenschutzes ausnutzt.
3. Die Ausnutzung leistungsfähiger Großgeräte übersteigt das Vermögen des alleinstehenden Kleinbauern. Der sachgemäße Einsatz solcher Geräte, den nur Fachunternehmungen zuverlässig zu leisten imstande sind, erfordert in Verbindung mit der richtigen Wahl der Mittel Kenntnisse, über die der Landwirt nicht verfügt.
4. Gegenstand der obstbaulichen Großraumbehandlung auf gemeinschaftlicher Grundlage, die der Aufsicht der Pflanzenschutzämter unterliegen sollte, ist die Bekämpfung von Großschädlingen. Örtliches und lageweise auftretendes Ungeziefer ist vom Besitzer zu bekämpfen.
5. Die wissenschaftlich arbeitende Pflanzenschutzmittelindustrie wird um Mitarbeit zur Ausgestaltung des Nebelverfahrens gebeten, damit es insektizid und fungizid befriedigend wirkt.

6. Eine der wichtigsten Aufgaben des obstbaulichen Pflanzenschutzes ist die Aufklärung der Praxis und die organisierte Erfassung der Kleinobstbauern zwecks Durchführung gemeinnütziger Gemeinschaftsbehandlungen unter Einsatz leistungsfähiger Sonder- und Kombinationsgeräte.

Landmaschinen-Ingenieur H. C. v. Borstell.

Heiligenberg. Baden

Hubschraubereinsatz im Bundesgebiet

Das seit sechs Jahren währende Verbot jeder fliegerischen Betätigung im Bundesgebiet könnte den Eindruck erwecken, daß wir bisher den Einsatz von Flugzeugen überhaupt noch nicht ausgeübt hätten. Schon vor 25 Jahren ist in Deutschland neben Sport- und Luftverkehr auch das Flugzeug in der forstlichen Großschädlingsbekämpfung zur Anwendung gelangt. Geh. Rat **Eschereich** wurde durch seine Initiative zum Vater der Flugzeugbestäubung in unseren katastrophengefährdeten Wäldern. In wenigen Jahren entstanden einige rührige Privatflugzeugunternehmen, die in Zusammenarbeit mit der chemischen Industrie derartige Arbeiten durchführten und so zu Pionieren auf diesem Gebiet wurden. Der Ausbildung besonderer Streugeräte wandte man ebenfalls seine Aufmerksamkeit zu. Hier sei nur die von der Firma **Junkers**, Dessau, entwickelte Kastendüse erwähnt, die sich jahrelang durch ihre ausgezeichnete Wolkenbildung bewährte. Die Zusammenarbeit der Flugunternehmen mit der chemischen Industrie regte diese ebenfalls zu zweckentsprechender Entwicklung ihrer Wirkstoffe an und brachte in der Folge steigende Einsatzmöglichkeiten und umfassende Erfolge.

Die große Nonnenkalamität in Ostpreußen und das Bestreben, das Flugzeug nunmehr grundsätzlich auf allen staatlichen und privaten Befallsflächen einzusetzen, um die Sanierung mit umfassendem Erfolg durchzuführen, waren der Anlaß, daß diese Aufgabe 1936 einer Sonderformation der Luftwaffe übertragen wurde. Der Flieger-Forstschutzverband hat dann seine Tätigkeit bis zur Auflösung 1945 mit allgemeiner Anerkennung ausgeübt. Wissenschaft und Industrie haben mir als dem Leiter dieses Verbandes besonders unter den schweren Bedingungen des Krieges jede Hilfe und Unterstützung angedeihen lassen. Ich darf diese Tatsache hier mit besonderem Dank feststellen!

Bis zu 64 Flugzeuge alter Bauart sind in den Jahren 1938—1945 in über 5000 Arbeitsflügen gestartet und haben 5 Millionen kg Wirkstoffe verteilt. Durch Verbesserungen in der Organisation und der Geräte konnten laufend immer größere Flächen pro Jahr erfaßt werden. In der Landwirtschaft wurde speziell die Frostschutz-Vernebelung in spätfrostgefährdeten Kartoffel-Hochzuchtgebieten des Donaumoos durch die Initiative von Forstmeister Dr. **Dauberschmidt** eingeführt. Auch die Malaria-Mückenbekämpfung in der Heimat und an den Frontgebieten bildete eine Hauptaufgabe des Verbandes und hat Tausende von Soldaten vor dieser Krankheit bewahrt. Die ständig steigenden Anforderungen gaben den Anlaß, eine eigene Forschungsstelle zu errichten, die sich mit der Verbesserung von Technik, Verfahren und Gerät befaßte. So war es möglich, in Zusammenarbeit mit den Bayerwerken, Lever-

kusen, Ende 1944 erstmalig in der Welt ein Wirkstoff-Nebelverfahren einem Kreis von Fachleuten vorzuführen, bei dem auch heute noch unerreicht geringe Stoffmengen mit bestem Erfolg zur Anwendung gelangten. Die vorbereitete große Kartoffelkäferbekämpfung für 1945 kam mit dem Ausgang des Krieges nicht mehr zur Durchführung. Die sinnlose Zerstörung der Spezialmaschinen, das Verbot des Fliegens und die Zerstreuung der Fachleute im ganzen Bundesgebiet brachte diese wertvolle und dringend nötige Arbeit zwar zum Erliegen, wie so vieles andere bei uns, aber die Kenntnisse und Erfahrungen sind erhalten geblieben und sollen nunmehr wieder gesammelt und zum Nutzen von Land- und Forstwirtschaft sowie neuer Aufgabengebiete eingesetzt werden.

In diesem Jahr gelang es zum ersten Male wieder, zwei neuzeitliche Flugzeuge, Hubschrauber, im Bundesgebiet einzusetzen; im Forstamt Cloppenburg gegen eine Wespenart und im Raum Köln—Düren gegen den Kartoffelkäfer. Über die Einsätze selber berichten die Leiter der Aktionen ausführlich. Praktisch wurde mit diesen Versuchen bewiesen, daß der Hubschrauber, genau wie im Ausland, auch bei uns in Zukunft seine hohe Bedeutung in der gesamten Schädlingsbekämpfung gewinnen wird. Gerade der Hubschrauber ist aus der Technik der Schädlingsbekämpfung nicht mehr forzudenken.

Der Hubschrauber ist in seinem jetzigen Typ entscheidend von Professor Focke, Bremen, entwickelt worden. Leider wurde seine Herstellung im Kriege zunächst eingestellt und zuletzt nur für ein Sondermuster genehmigt. Die Focke'sche Konstruktion und Patente sind heute die Grundlage der amerikanischen, englischen und französischen Entwicklungen. Dieser Flugzeugtyp hat nun eine ganze Reihe von besonderen Eigenschaften, die ihn bevorzugt zum Einsatz als Arbeitsgerät in Land- und Forstwirtschaft geeignet machen. Die Geschwindigkeit ist von 0 bis 120 km/h zu beschleunigen. Start und Landung gehen senkrecht vor sich, es gibt keine Rollstrecke mehr, also Standort in unmittelbarer Nähe des Arbeitsortes. Fahrstuhlartiges Steigen und Sinken mit und ohne Vorwärtsbewegung lassen das Ausfliegen jeder Bestands- und Geländeform zu. Der Drehflügel erzeugt einen starken abwärtsgerichteten Luftstrom, der die Staub- oder Sprüharbeit wesentlich fördert und die Durchdringung und Verwirbelung im Bestand sehr unterstützt. Der Rotor ist so hoch gelegt, daß während des Laufens gefüllt werden kann. Der Rotor kann in 40 Minuten abmontiert werden, und die Maschine ist zum Bahnversand fertig, was teure Überführungsflugkosten erspart. Der Start ist vom Waggon oder der Laderampe leicht möglich. Die Anbringung aller Arbeitsgeräte ist an Rumpfstreben oder Fahrwerk bequem auszuführen. Alle diese Eigenschaften machen den Hubschrauber zum Ideallflugzeug, zur fliegenden Gießkanne, in Land- und Forstwirtschaft.

Nachdem uns im Augenblick noch nicht die eigene Lufthoheit gewährt ist — es wird z. Z. im Rahmen der zweiseitigen Verträge zur Ablösung des Besatzungsstatuts in Bonn verhandelt —, ist die Arbeit mit dem Hubschrauber nur auf der Basis von Charterverträgen möglich. Es werden nun seit einem Jahr im Bundesgebiet zahlreiche diesbezügliche Angebote oder Projekte an Verwaltungen und eventuelle Auftraggeber direkt herangetragen. Art, Umfang solcher Offerten und die Preisforderungen sind in vielen Fällen unzulänglich bzw. unangebracht, weil die Erfahrung und Spezialkenntnis auf diesem Gebiet fehlen, und daher geeignet, die ganze Flugzeugarbeit in Miß-

kredit zu bringen und die Wirtschaftlichkeit eines Flugzeugeinsatzes überhaupt in Frage zu stellen. Nur bei eingehender Kenntnis und umfangreicher Erfahrung in allen möglichen Situationen von Unternehmer, Pilot und allen Beteiligten ist es möglich, den höchsten Erfolg zu garantieren und den Auftraggeber gewissenhaft zufrieden zu stellen. In dieser Erkenntnis ist auf Veranlassung des Bundesverkehrsministeriums, Abt. Luftfahrt, eine Zentralstelle geschaffen worden, die alle derartigen Offerten, Einsatzanforderungen und Möglichkeiten prüft, die Interessenten, Unternehmer und Auftraggeber, Institute und Behörden berät und zusammenfaßt. Hierdurch soll, wie in früheren Zeiten schon geschehen, eine gemeinsame Planung und damit zeitliche Auslastung der Flugzeuge erzielt werden, die allein eine tragbare Preisgestaltung gewährleistet. Eine gesunde und durchaus übliche Konkurrenz ist damit für die lebensfähigen Flugunternehmer keineswegs unterbunden, im Gegenteil, der tüchtige Vertreter eines leistungsfähigen Unternehmens kann ohne eigene Werbung und Unkosten seine Aufträge im Bundesgebiet nachgewiesen und zugeteilt erhalten. Unerwünschte Fremdlinge und Konjunkturspekulanten werden jedoch von diesem so überaus wichtigen Arbeitsgebiet unserer Wirtschaft ferngehalten. Ich bitte daher alle landwirtschaftlichen Behörden, Pflanzenschutzämter, forstlichen Institute, Wissenschaftler und privaten Interessenten, sich in allen diesen Fragen, wie früher an den Flieger-Forstschutzverband, nunmehr an diese Stelle wenden zu wollen. Auch der chemischen und der Geräteindustrie wird diese Stelle in allen Fragen der Charterung, der Technik und Entwicklung zur Verfügung stehen, um Wirkstoffe und Geräte schnellstens den Anforderungen des Hubschraubereinsatzes anzupassen und die verlorenen sechs Jahre wieder aufzuholen.

Schon im forstlichen Einsatz sind innerhalb des Bundesgebietes Jahr für Jahr Flächen gegeben, deren Bearbeitung mit Hilfe des Hubschraubers durchaus geboten ist und schnell, zeitgerecht und wirksam erfolgen kann. In der Landwirtschaft stehen wir erst im Anfangsstadium der Ausnutzung aller erzielbaren Vorteile einer Flugzeugarbeit. Im Obst- und Weinbau, der im Ausland schon weitgehend erfaßt ist, werden auch wir sicher einer ähnlichen Entwicklung entgegengehen oder eigene Wege beschreiten müssen, um unsere Produktion zu sichern. Hier sei ausdrücklich darauf hingewiesen, da sich bereits ein Fachverband sorgenvoll an mich gewandt hat, daß der Hubschrauber niemals die erdgebundenen Geräte ausschalten will und kann. Eine durchdachte Zusammenarbeit und Ergänzung wird für beide Methoden vielmehr das Gegebene sein. Grundsätzlich sind mit dem Hubschrauber in Zukunft mehr Flächen, Geländeformen, Pflanzungen und Anwendungsgebiete zu erfassen, als das früher mit dem Starrflügler der Fall war. Bei dem Kartoffelkäfereinsatz im Raum Köln/Düren sind tatsächlich Flächen von 1 Morgen schnell und zuverlässig besprüht worden. Neuartige Arbeitsgeräte und Verfahren werden bald mit deutscher Gründlichkeit entwickelt, erprobt und der Praxis zum Nutzen von Land- und Forstwirtschaft zur Verfügung gestellt werden, wenn uns jetzt der Hubschrauber als Geräteträger in die Hand gegeben ist.

Die übliche Ausstattung dieses Flugzeugtyps sieht Streu- und Sprüheräte vor, die im Ausland allgemein angewandt werden. Die Pulverstreuer sind teils Walzenstreuer mit Kastendüsen, teils Luftzerstäuber mit Venturi-

rohren, die gute Wolkenbildung und Verteilung bringen. Da aber das Stäubei allgemein nur noch wenig zur Anwendung gelangt, ist dem Sprühgerät größere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Dieses ist entsprechend hoch entwickelt, bietet eine nebelartige Feinstverteilung und läßt erheblichen Spielraum in der Dosierung zu. Die Arbeitsbreite von 10 bis 20 m wird gleichmäßig gedeckt. Zur richtigen Anpassung der gewünschten Flüssigkeitsmenge an die äußeren Verhältnisse stehen 4 Möglichkeiten zur Verfügung:

- Änderung der Fluggeschwindigkeit, horizontal,
- Änderung des Pumpendruckes durch Überdruckventil zwischen 1—8 atü,
- Änderung der Düsenplättchen in der Bohrung,
- Änderung der Flughöhe über dem Bestand.

Damit ist die Ausbringung von 15 bis 90 l pro Hektar gegeben. Die Zuladung bei den jetzigen Typen beträgt 175 bis 200 kg. Meine schon in früheren Jahren immer wieder vertretene Forderung nach ausreichender Konzentration und möglichst kleiner Gesamtdosierung pro Hektar bei bester Verteilung des Stoffes bleibt damit weiter bestehen, da nur so eine hohe Ausnutzung der Transportleistung des Flugzeuges und weitgehende Wirtschaftlichkeit erzielt werden kann. Natürlich sind in dieser Beziehung gewisse Grenzen gezogen, aber bisher ist noch kein Land an dem optimalen Mindestwert angekommen. Die verhältnismäßig geringe Zuladung des Hubschraubers hat aber nicht die Bedeutung wie beim Starrflüglertyp, da ersterer nicht an einen Flugplatz gebunden ist und mit fortschreitender Arbeit ständig in nächster Nähe bei seinem Arbeitsgebiet landet und beladen wird. Es ist also nur Aufgabe einer geübten und zweckmäßigen Bodenorganisation, die Ladezeiten ganz gering zu halten. Im Falle Köln erfolgte die Füllung mit 200 l Brühe im Durchschnitt in 35 Sekunden.

Die Wirkstoffe müssen als Suspensionen oder Emulsionen eine homogene, nicht absetzende Flüssigkeit ergeben, die auch keinen Schaum entwickeln darf, da sonst beim schnellen Einfüllen und im Pumpenkreislauf Schwierigkeiten auftreten. Bei geschlossener Düsenleitung findet in den Behältern ein ständiger Kreislauf statt, der eine vorzügliche Durchmischung der Flüssigkeit gewährleistet. Ich zweifle nicht, daß sich die chemische Industrie diesen Anforderungen anpassen wird. Größter Wert ist darauf zu legen, daß uns bald passende Fungizide, gegebenenfalls kupferfreie, zur Verfügung stehen, damit auch die großen Flächen unseres Hackfruchtbaues erfaßt werden können. Auch die Geräteindustrie sollte sich recht bald auf eine passende Entwicklung einstellen, um zu gegebener Zeit mit eigenen Flugzeugsprühgeräten auf dem Markt zu sein. Selbstverständlich gewinnt nun auch das Nebelverfahren, sei es als Reaktionsnebel, sei es Warm- oder Kaltnebel, wieder an Bedeutung, da nur damit die Feinstverteilung bei geringster Gesamtdosierung zu erreichen sein dürfte. Die flugtechnischen Eigenarten des Hubschraubers werden dieses Verfahren stark fördern und frühere Mängel mindern oder ganz beseitigen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß das Flugzeug uns heute wieder im Bundesgebiet zunächst auf Charterbasis von Fachfirmen zur Verfügung steht, um in Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung wertvolle Dienste zu leisten. Die Charterverträge, Preise, Devisenbeschaffung, Leistungen und Bedingungen werden geprüft, nachgewiesen und verteidigt durch eine Fachstelle in Zu-

sammenarbeit mit dem Bundesverkehrsministerium, Abteilung Luftfahrt. Es soll dadurch allen Beteiligten die volle Gewähr gegeben werden, daß keine fehlerhaften Arbeiten geleistet werden und Verluste, besonders an knappen Devisen, eintreten.

Es steht darüber hinaus zu hoffen, daß die Bonner Verhandlungen in absehbarer Zeit zu dem Ziel führen, wieder in eigener deutscher Regie und mit eigenen Flugzeugen für Aviochemie und Kulturtechnik zu fliegen. Das Starrflügelflugzeug wird dann ebenfalls in geeigneten Fällen an diesen Arbeiten wieder beteiligt sein.

Forstreferendar N e s s e n i u s ,

Bremen

Einsatz eines Hubschraubers bei der Bekämpfung der Kleinen Fichtenblattwespe im Forstamt Cloppenburg

Anknüpfend an den Vortrag von Dr. Thalenhorst von vorgestern, in dem über das Wesen und die chemischen Bekämpfungsschwierigkeiten gesprochen wurde, sollen diese Bekämpfungsschwierigkeiten noch einmal herausgestellt werden.

1. Die Fichtenblattwespe ist ein Dauerschädling. Eine Bekämpfung hat nur Zweck, wenn die ganze Population vernichtet wird. Bei den aus Ostdeutschland bekannten Schadinsekten ist dagegen ein Bekämpfungserfolg schon durch eine Rettung der Bestände vor dem Kahlfraß gegeben.

2. Die Fichtenblattwespen und ihre Fraßherde in den Wipfeln der Fichten sind sehr klein und schlecht durch Giftstoffe zu treffen.

3. Die Zeitspanne für eine Bekämpfung ist sehr kurz, wenn durch einmalige Begiftung alle Individuen einer Generation getroffen werden sollen.

Zur Bekämpfung der Kleinen Fichtenblattwespe wurde im oldenburgischen Forstamt Cloppenburg ein Hubschrauber zum Sprühen eingesetzt. Wie schon Dr. Thalenhorst erwähnte, ist der Erfolg, abgesehen von in Zukunft behebbaren Kinderkrankheiten, sehr zufriedenstellend gewesen.

Der Hubschrauber war ein amerikanisches Fabrikat, das ähnlich nach den deutschen Hubschraubern gebaut war. Der Hubschrauber konnte 175 l flüssigen Wirkstoff in zwei seitlich angebrachten Tanks zuladen. Das Sprühgerät war sehr einfach konstruiert. An beiden Seiten waren etwa 3 m lange Sprührohre mit mehreren Düsen. Eine kleine elektrische Pumpe preßte den Wirkstoff durch die Düsen nach außen. Die Sprühbreite sollte 20 m betragen. Durch zwei verschiedene Düsensätze ließ sich die Verteilung des Wirkstoffs grob — durch verschiedene Flugeschwindigkeit fein — regulieren. Gesprüht wurde bei 50 bis 70 km/Std. Anfang und Ende des Sprühens konnte der Pilot sehr genau einstellen. Während des Sprühens konnte nur der Pilot wegen der Belastung mitfliegen.

Um näher auf den Einsatz in Cloppenburg eingehen zu können, ist eine Beschreibung der Bestandsverhältnisse erforderlich. Cloppenburg ist ein reines Erstaufforstungsrevier mit vollkommen gleichmäßigen und recht-

winkligen 60jährigen Beständen. Jeder Bestand ist von einem Laubholz-feuerschutzstreifen umgeben. Für eine Bekämpfung waren also die Bestandsverhältnisse denkbar günstig.

Für die Bekämpfung vom Hubschrauber aus waren zwei Startplätze eingerichtet. Einmal war es eine Heidefläche und einmal ein Weg in einer Kultur. Als Landeplatz genügt jede etwas feste Fläche in einer Größe von 4×4 m. Mit einer erstaunlichen Genauigkeit landete der Hubschrauber immer genau zwischen den Wirkstoffässern, aus denen er betankt werden sollte. Zum Anfliegen des Hubschraubers ist es günstig, wenn nicht überall beim Landeplatz höhere Erhebungen wie Althölzer oder Gebäude sind. In Cloppenburg waren die nächsten Erhebungen 50 bis 100 m entfernt. Es empfiehlt sich eine bewachsene Startfläche, da der Hubschrauber sonst sehr viel Sand und Staub aufwirbelt.

Je ha kamen 3 l DDT-Nebellösung gemischt mit 1 l Benzol und 3 l Dieselkraftstoff zur Anwendung. Die Mischung wurde am Startplatz hergestellt. Es ist ratsam, eine sprühfertige Mischung zu haben, die auch mengenmäßig dem Fassungsvermögen des Hubschraubers angepaßt ist. Aufgetankt wurde das Flugzeug von vier Mann mit zwei Handpumpen in 2 Minuten. Durch Einsatz einer Motorpumpe könnten drei Mann und auch noch Zeit eingespart werden.

Unmittelbar vor jedem Flug wurde die nächste zu besprühende Fläche zwischen Einsatzleiter und Piloten besprochen. Auf einer Karte wurde der Flugweg für 2,5 km festgelegt. Die 2,5 km entsprachen bei 20 m Sprühbreite einer Fläche von 5 ha und der mitgeführten Wirkstoffmenge. Günstig war, wenn in kleinen Pausen dem Flugzeugführer von unten die Bestände vom Auto aus gezeigt wurden.

Der Flugweg wurde in der Natur durch Ballons gezeichnet, die überflogen werden mußten. Auf jeder die Flugbahn kreuzenden Schneise stand ein Ballonhalter, der sich nach Überfliegen selbständig auf den für den nächsten Flug vorgesehenen Platz umstellte. Die Ballons wurden alle 16 m aufgestellt, um so ein Überschneiden der Flugwege von 20 % zu erreichen.

Auf die Kennzeichnung des Flugweges will ich noch etwas näher eingehen, da sie in Cloppenburg nicht ausreichte und es von entscheidender Bedeutung ist, den Hubschrauber Pflugfurche für Pflugfurche über die Bestände zu bringen. Bei früheren Flugzeugbestäubungen waren die Bedingungen für eine Auslagung ganz andere. Bestäubungsfelder, nicht Flugwege, mußten kenntlich gemacht werden. Die Streubreite war fast 100 m. Der Staubbelaag zeigte dem Flugzeugführer bereits begiftete Flächen. Es wurde nur bei Windstille gearbeitet.

Hier bei der Kennzeichnung des Flugweges sind die Ballone zu ungenau. Bei jedem Ballon, sowohl bei kleinen von 0,2 cbm in Cloppenburg verwendeten Ballons mit 150 g Auftrieb, wie bei den größten bisher eingesetzten Ballons von 6 cbm mit rd. 1500 g Auftrieb steht die Angriffsfläche für den Wind in einem ungünstigen Verhältnis zum Auftrieb. Bei einer Schnurlänge von nur 10—15 m und einer Windstärke von nur Beaufort-Skala 1 müssen die Ballons 2—5 m pendeln. Bei stärkerem Wind werden sie an den Boden gedrückt werden. Letzteres war am zweiten Bekämpfungstage in Cloppenburg der Fall. Es mußten die Ballons dann auf der Erde gehalten werden, und der Pilot mußte

sie beim Überfliegen der Schneisen von oben suchen. Trotz der schlechteren Kennzeichnung am zweiten Tage war die Bekämpfung der Fichtenblattwespe fast ein voller Erfolg, da der Wind den Sprühregen gut sichtbar durch die Kronen trieb und so die zwangsläufig größere Ungenauigkeit beim Fliegen weitgehend ausglich. Bei Bestandsverhältnissen wie in Cloppenburg dürften in Zukunft in den Baumkronen befestigte Zeichen vorzuziehen sein. Eine andere Lösung der Flugwegkennzeichnung könnten vielleicht Masten sein, die sich wie die Ballons schnell umsetzen lassen.

Wie aus eben Gesagtem schon hervorging, ist Wind beim Sprühen vom Hubschrauber aus eher vorteilhaft als ungünstig. Die Thermik über den Beständen wirkt sich beim Sprühen nicht aus, da durch den Rotor der Sprühregen nach unten in die Baumkronen gedrückt wird.

Über die Durchführung des Sprühens bleibt nicht viel zu sagen. Die Flugdauer für 5 ha betrug zwischen 3,5 Minuten und 7 Minuten, im Durchschnitt 5,5 Minuten. Diese Zeit ist zu lang und ist begründet durch zu große Anflugwege. 500 m Anflug bedeuten 1 verlorene Flugminute. Durch eine größere Zahl von Landeplätzen — für 60—80 ha ein Startplatz — können diese Verlustzeiten vermieden werden. Die Stundenleistung lag zwischen 30 und 40 ha. Die Tagesleistung liegt 3—4mal so hoch wie die der früher eingesetzten Drachenflugzeuge.

Die Kosten der Besprühung betragen 58,— DM je ha. Sie waren gleich hoch wie eine in Dickungen durchgeführte Bestäubung. Die Kosten betragen rund die Hälfte von ebenfalls in gleichen Beständen durchgeführten Bodenbegiftungen und Vernebelungen. Die Kosten von 58,— DM verteilen sich mit 24,50 DM auf reine Flugkosten, mit 33,— DM auf den Wirkstoff und mit 0,50 DM auf die Kennzeichnung der Bestände.

Das Wichtigste beim Sprühen von einem Hubschrauber aus soll noch einmal kurz zusammengefaßt werden.

Eine gute und gleichmäßige Verteilung des Wirkstoffes ist bei genügender Kennzeichnung der einzelnen Flugwege gegeben. Der Hubschrauber kann unmittelbar am Einsatzort starten und landen.

Bei geringstem Personaleinsatz kann die Bekämpfung bei unmittelbarer Verbindung zwischen dem örtlichen Beamten und dem Piloten durchgeführt werden.

Die Tagesleistung eines Hubschraubers ist sehr groß.

Das Sprühen ist weitgehend wetterunabhängig.

Die Kosten der Bekämpfung sind bei genügend großer Fläche je ha gering.

Zum Schluß soll ein weiterer Mangel dieses Hubschraubereinsatzes erwähnt werden. Die Bekämpfung wurde durchgeführt im Forstamt Cloppenburg. Die Leitung der Bekämpfung hatte die Abteilung Forstschutz der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt in Sieber. Gechartert wurde das Flugzeug durch die Atlantik-Rhederei Hamburg. Gestellt wurde der Hubschrauber durch die schwedische Firma Ostermann. Der Wirkstoff kam über die Firma Raab, Kärcher, über drei Auslieferungslager zum Einsatzort. Wenn auch alle Firmen das Beste zum Erfolg der Bekämpfung getan haben — vor allem verdient der schwedische Pilot der Erwähnung — so war es doch nicht möglich, bei diesen vielen einzuschaltenden Instanzen den Hubschrauber genau innerhalb der

wenigen besten Bekämpfungstage einzusetzen. Auch in Zukunft dürfte ein entwicklungsgerechter Einsatz nur dann möglich sein, wenn die Bekämpfung von deutschen Flugzeugen, die unmittelbar dem Waldbesitzer oder dem Wirkstofflieferanten unterstehen, durchgeführt werden kann.

Wenn auch die Zukunft eine biologische Forstschädlingsbekämpfung oder besser eine ökologische Forstschädlingsverhütung bringen muß, so wird z. Z. die chemische Bekämpfung noch nicht von der Forstwirtschaft zu trennen sein. Die Zukunft der Ausführung der Schädlingsbekämpfung wird aber bestimmt in der Bekämpfung vom Hubschrauber aus liegen.

Diskussion

Thalenhorst bemerkt berichtend, daß Hubschrauberaktionen sich niemals kurzfristig ansetzen lassen. Allgemeine Großaktionen vielfach eine gewisse Schwerfälligkeit an, und eben hieraus seien manche Mißerfolge solcher Aktionen erklärlich.

Dr. Hasso von Eickstedt,

Leverkusen, Bayerwerk

Stand der US-Pflanzenschutztechnik

In dem folgenden Referat sollen 1. die Bodenspritzgeräte für den Feldbau und 2. die Flugzeuge sowie 3. die Obstbaumspritzten und 4. die Feldstäuber nacheinander kurz besprochen werden.

1. Bei den Spritzgeräten für den Feldbau können wir aufgesattelte und angehängte unterscheiden, neben einigen Spezialtypen. Da in den USA fast alle Schlepper so gebaut sind, daß sie die Pflanzenkulturen auch noch in fortgeschrittenen Wachstumsstadien befahren können, konnten sie ohne größere Schwierigkeiten durch Aufsetzen von Düsenrohr, Brühetank und Zapfwellenpumpen zu einem Pflanzenschutzgerät erweitert werden. Begünstigt wurde diese Ausführung durch die Entwicklung der „low volume nozzle“, der Kleinmengendüse, mit der die sehr viel verwendeten 2,4-D-Präparate ausgebracht werden. Erst sie ermöglichte es, daß der Brühebehälter klein und damit die Gewichte gering gehalten werden konnten. In der Regel werden hydraulische Rührwerke benutzt.

Die Brühebehälter können seitlich am Schlepper angebracht sein, meist sind sie jedoch hinten aufgesetzt.

Diese aufgesattelten Geräte werden in großer Zahl hergestellt und scheinen die Anhängegeräte zahlenmäßig zu übertreffen.

Es ist mir natürlich nicht möglich, die einzelnen Bauelemente eingehend zu besprechen, doch möchte ich von den Düsen erwähnen, daß sie meist von Spezialfirmen hergestellt werden und daß bei der Verwendung geringerer Brühemengen pro Flächeneinheit in der Regel die Flachstrahldüse verwendet wird. Um Fungizide oder Dinitro-Unkrautmittel auszubringen, die mit über 100 l pro ha gespritzt werden, wird der Einsatz mit der Düsenöffnung gegen einen solchen mit größerer Öffnung ausgewechselt, sonst werden die Herbi- und Insektizide mit 30—150 l pro ha ausgebracht. Auf die Pumpen möchte ich

etwas näher eingehen, und hier vor allem auf die rotierenden Typen. Wir können folgende Hauptausführungen unterscheiden:

1. Zahnradpumpen (in 2 Haupttypen),
2. Zentrifugalpumpen,
3. Pumpen mit Gummirotor („rubber impeller pumps“),
4. Flügelpumpen oder Rollenpumpen („vane pumps“).

Die normale Zahnradpumpe wird zur Zeit noch am häufigsten in modernen Feldspritzgeräten verwendet. Einer ihrer Vorteile ist die Erzeugung ziemlich hoher Drücke bis zu 30 atü.

Ein weiterer Typ einer Rotationspumpe besitzt einen Läufer mit elastischen Gummi-Flügeln. Auf Grund ihrer Billigkeit — der Preis liegt bei 20 bis 30 \$ — werden sie in zunehmendem Maße angewendet, auch deshalb, weil sie von festen Brüheteilchen nur wenig angegriffen werden.

Aus der Flügelpumpe hat sich in jüngster Zeit eine Abart entwickelt, in welcher statt der gefederten Flügel Rollen verwendet werden. Da diese Pumpen mit ziemlicher Geschwindigkeit laufen und dadurch die schweren Rollen durch die Zentrifugalkraft obenhin an die Innenseite des Gehäuses geschleudert werden, hat man bei den neuesten Typen die Federn fortfallen lassen. Man hat vielmehr, um den Flüssigkeitsdruck anstelle der ehemaligen Federkraft zu Hilfe zu nehmen, gewisse halbrunde Aussparungen zwischen Rollen und Rotor vorgenommen, um den Staudruck von unten auf die Rollen in Richtung auf die Gehäusewand wirken zu lassen. Die ca. 15—20 mm dicken Rollen wurden außerdem mit einer dicken Nylonschicht überzogen, um den Verschleiß zu vermindern; aus dem gleichen Grunde wurde die innere Gehäusewand aus Nickelstahl hergestellt. Es sei noch hervorgehoben, daß diese Rotationspumpen, mit Ausnahme der Zentrifugalpumpen, alle mit Zapfwellengeschwindigkeiten unter 600 rpm betrieben werden können.

2. Welche überragende Rolle das Flugzeug im US-Pflanzenschutz spielt, ergibt sich schon daraus, daß im vergangenen Jahr 5000 Pflanzenschutzflugzeuge im Einsatz waren. Unter ihnen finden wir Flugzeuge der verschiedensten Größenordnungen, die kleinsten von ihnen können etwa 140 l Spritzbrühe befördern und abspritzen, die größten bis zu 7000 l.

Die meisten dieser Flugzeuge sind mit einem Düsenrohr ausgerüstet. Die Düsen werden häufig elektromagnetisch abgestellt.

Gegenüber den Flugzeugen mit feststehenden Tragflächen setzt sich der Hubschrauber in den USA bis jetzt langsam durch, da Einsatz- und Anschaffungskosten im Vergleich zum Bodengerät zu hoch sind.

3. Nun etwas zu den Obstbaugeräten: Nach Anschauungen von A k e s s o n von der Experiment Station Davis, Californien, solle die günstigste Tröpfchengröße der Obstbaumgebläsespritze zwischen 70 und 100 μ liegen. Dieser Ansicht wird jedoch nicht generell zugestimmt. Auf einer Pflanzenschutztagung, die im Januar 1951 im Michigan State College stattfand, forderte man Geräte, welche Tröpfchen von 35—60 μ erzeugen sollen.

Bei vielen Typen wird der Luftstrom fächerartig nach einer Seite ausgeblasen. Die zahlreichen Düsen sind so angeordnet, daß der größte Teil von ihnen in Richtung auf die Baumspitzen spritzt, damit der langsam absinkende Sprühnebel den Baum möglichst gleichmäßig benetzt. Häufig findet man Einrichtungen, um den Luftstrom oszillieren zu lassen.

Als Winderzeuger dienen Axial- und Zentrifugalgebläse in vielen Variationen.

Bei den Pumpen treffen wir in den meisten Geräten den Zentrifugaltyp und finden Förderleistungen bis zu 1000 l pro Minute und 3,5—7 atü Druck. Eine Membranpumpe hat sich nach Untersuchungen in Cornell N. Y. als besonders verschleißfest erwiesen.

Um denjenigen Obstbauern, die noch eine große und nicht automatische Motorspritze besitzen und welche die Neuanschaffung eines Gebläsegerätes sich nicht leisten können, den Einsatz brauchbarer Gebläsegeräte zu ermöglichen, werden verschiedene Zusatzgebläse auf den Markt gebracht. Diese Aggregate, welche fast immer mit Benzinmotoren gekoppelt sind, werden einfach an die Rückwand der alten Geräte anmontiert, die dadurch zu einem automatischen Gebläsegerät erweitert werden.

Einige der Konzentratsprüngeräte sind durch Ausrüstung von Staubbehältern zur Stäubung von Obstplantagen zu benutzen, wobei durch gleichzeitiges Versprühen von Wasser ein besseres Haften des Staubes erzielt werden kann.

Wenn auch die Trockenbehandlung im Obstbau gegenüber der Spritzung zurücktritt, so spielt doch das Stäuben im Feldbau noch immer eine bedeutende Rolle, besonders bei der Baumwolle.

4. Die meisten Stäubegeräte sind im Gegensatz zu unseren deutschen Ausführungen so gebaut, daß sie als Sattelstäuber die einzelnen Reihen individuell behandeln. Eine häufig zu treffende Ausführung wird über Keilriemen von der Zapfwelle angetrieben. Das Verteilerrohr ist mit einzelnen Fischschwanzdüsen versehen, die in Blasrichtung und Höhe verstellt werden können und die Reihen direkt anblasen. Häufig werden auch je 2 Düsen schräg auf die Pflanzenreihen gerichtet, die in der Regel in viel größeren Abständen angelegt werden als bei uns. Durch das Vorhandensein der Einzeldüsen ist es natürlich möglich, im Bedarfsfall die Pflanzen von unten zu bestäuben, um Schädlinge, welche auf der Blattunterseite sitzen, direkt anzublasen. Hierfür werden bestimmte Löffeldüsen verwendet. Um nicht zu viel von dem Staub durch sekundäre Luftströmungen zu verlieren, werden besonders bei engeren Reihenabständen Schlepptücher hinter dem Stäuberrohr hinterher gezogen, oder es wird nachts oder ganz früh bei Tau gearbeitet.

Gegenüber den Geräten, die mit einzelnen Verteilerschläuchen und Fischschwänzen (oder einfachen Runddüsen) auf die Reihen blasen, treten die Flächendüsen, wie z. B. die Flötenform, zurück. Diese Staubverteiler sind meist an den Enden konisch verjüngt und an der Unterseite mit einem durchlaufenden in der Weite verstellbaren Schlitz oder auch Bohrungen versehen. Außer den eben angeführten Verteilerorganen kommen für den Obstbau biegsame Ausblasestutzen vor, die auf die Bäume gerichtet werden, ferner seitlich ausblasende Düsen für Feldkulturen.

Die Anwendung der Aerosole beschränkt sich in den USA im wesentlichen auf Innenräume und Gewächshäuser, in welchen mit Druckgefäßen gearbeitet wird, sowie auf den Einsatz in Forsten und Obst- und Hopfenplantagen.

D i s k u s s i o n

Trappmann unterstreicht die Ausführungen über den Hubschrauber-einsatz. Der Hubschrauber habe eine zu geringe Traglast und komme deshalb für große Flächen nicht in Betracht, für kleine Flächen sei jedoch die Behandlung vom Boden aus billiger.