



NACHRICHTENBLATT FÜR DEN DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENST

Neue Folge · Jahrgang 21 · Der ganzen Reihe 47. Jahrgang

Heft 9 · 1967

Biologische Zentralanstalt Berlin der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Wolfgang KARG

Beeinflussung der Bodenbiozönose im Forst und auf landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Insektizide für den Flugzeugeinsatz

1. Aufgabenstellung und Methodik

Durch den zunehmenden Einsatz von Flugzeugen im Pflanzenschutz mit spezifischen Präparaten entstand die Frage, wie diese das nützliche Bodenleben beeinflussen. Es muß vermieden werden, daß die chemischen Präparate die Bodenbiozönose, die bei der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit eine wichtige Rolle spielt, beeinträchtigen. Es war daher zu klären, ob, in welchem Grade und unter welchen Bedingungen die Bodenorganismen geschädigt wurden, wie eine Schonung erreicht werden kann und nach welcher Zeit eine Erholung eintritt. Die Mikroarthropoden (Collembolen und Milben) sollten dabei als Testgruppe für die Bodenbiozönose dienen.

Diese arten- und individuenreiche Tiergruppe hatte sich bereits für die Prüfung von Bodeninsektiziden und von Herbiziden (KARG, 1956, 1961b, 1963a, 1964a, b, 1965) bewährt. Da die Collembolen und besonders die Milben mit zahlreichen anderen Kleintieren im Boden sowie mit Bodenpilzen und Bakterien in Beziehung stehen (KARG, 1963b), sind auf Grund von Reaktionen bestimmter Vertreter der Testgruppe auch allgemeine Aussagen über die Veränderung der Bodenbiozönose möglich.

Der Schwerpunkt der Arbeiten lag im Forst, da hier an formenreichen und stabileren Biozönosen Behandlungswirkungen für längere Zeit verfolgt werden können. Im Forst kamen ausschließlich DDT/Lindan-Sprühmittel zur Anwendung. Entweder wurden die Böden vor und nach der Behandlung geprüft oder ähnliche, behandelte und unbehandelte Bestände verglichen bzw. während des Flugzeugeinsatzes durch Abdecken Kontrollflächen geschaffen.

Um Aussagen machen zu können, die den Gegebenheiten der Praxis entsprechen, hatten alle Arbeiten in enger Verbindung mit Einsätzen der Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe bzw. den Kreisplanzenschutzstellen zu erfolgen. Im Forst boten sich die periodisch durchzuführenden Bekämpfungen der Maikäferpopulationen an. Auf dem landwirtschaftlichen Sektor wurden Behandlungen gegen den Erbsenwickler und gegen den Kartoffelkäfer ausgewählt.

Die Untersuchungen im Forst liefen in Gemeinschaftsarbeit mit der Arbeitsgruppe „Insekten“ der Biologischen Zentralanstalt Berlin bei der Maikäferbekämpfung (RICHTER u. RUGE, 1963; RICHTER u. SCHMIDT, 1965).

Die Prüfung der landwirtschaftlichen Behandlungen erfolgte in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Flugzeugeinsatz“ der Biologischen Zentralanstalt Berlin sowie mit den Pflanzenschutzstellen beim Rat der Kreise Aschersleben (Bez. Halle) und Zossen (Bez. Potsdam).

In der Regel wurden bei den Ermittlungen im Forst pro Variante gleichzeitig 24 Bodenproben mit Stechrohren

(2,4 cm Ø) gezogen. Diese Proben von 1 bis 15 cm Tiefe wurden in 3 Tiefenstufen, von 0 bis 5, 5 bis 10 und 10 bis 15 cm Tiefe aufgeteilt. 24 Teilproben kam ein Volumen von 1/2 Liter Erde zu. Die oberen Proben erfaßten die Vermoderungsschicht, die mittleren von 5 bis 10 cm Tiefe Humus mit Mineralboden (Sand) gemischt, die unteren ausschließlich Mineralboden. Davon gesondert wurden jeweils 15 Streuproben (Colbitzer Forst) bzw. 9 Streuproben (Forst Wallitz-Neuruppin) mit einem Volumen von insgesamt 2 bzw. 1 l entnommen.

Bei der letzten Probenentnahme, 2 Jahre nach der Behandlung, wurden nur die Bodenschichten von 0 bis 5 und 5 bis 10 cm Tiefe mit 2 × 48 Teilproben pro Variante untersucht, da in den anderen Strata keine Veränderungen zu erwarten waren. Zur großräumigen Prüfung von 12 + 4 Standorten im Forst (Abschn. 2.5.) wurden jeweils 8 Proben mit einer Handschaufel mit einem Volumen von 1 l Bodenmaterial entnommen.

Bei den landwirtschaftlich genutzten Böden wurden pro Variante mit Stechrohren (2,4 cm Ø) in einer Tiefe von 1 bis 10 cm 48 Bodenproben gezogen. Jede Bodensäule wurde in zwei Tiefenschichten geteilt, A: 0 bis 5 cm, B: 5 bis 10 cm Tiefe.

Alle Proben gelangten in einen verbesserten Berlese-Apparat zur Auslese. Weitere methodische Angaben finden sich bei KARG (1961 b, 1963 a).

Die ermittelten Abundanzdifferenzen wurden statistisch bearbeitet. Mehrfach ergaben sich hochsignifikante Veränderungen durch die Behandlung. Für die Auswertungen wurden nur Ergebnisse gewertet, die eine Signifikanz mit höchstens 5% Irrtumswahrscheinlichkeit aufwiesen.

2. Ergebnisse

2.1. Vergleich eines behandelten Eichenbestandes mit einem unbehandelten in der Colbitzer Heide bei Magdeburg

Die Streudecke der behandelten Fläche war etwas stärker als die der unbehandelten. Demzufolge lag auch ihre Besatzdichte mit Kleintieren höher. Trotzdem waren die

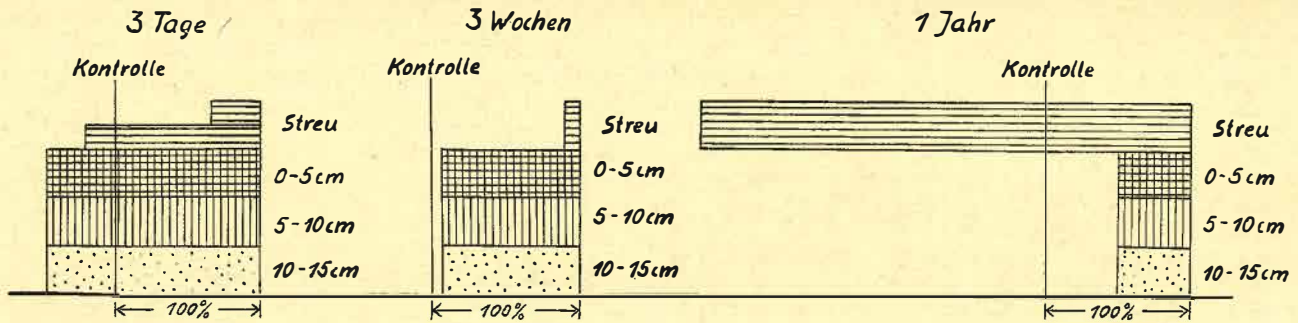


Abb. 1: Insektizidwirkung in einem Eichenbestand. Abundanzveränderungen von Mikroarthropoden im Boden zum Nachweis des allmählichen Eindringens eines Lindan/DDT-Flugzeuginsektizides in den Boden. Standort: Colbitzer Heide bei Magdeburg. Die Kontrolle wurde jeweils = 100% gesetzt. Für die Testung 3 Tage und 3 Wochen nach der Behandlung wurden Collembolen als Indikatoren herangezogen, für die Testung nach einem Jahr sarcoptiforme Milben

Parasitiformes insgesamt dezimiert worden. Unter den Collembolen war bei den Sminthuriden 3 Tage nach der Behandlung eine sehr gut gesicherte Verminderung nachzuweisen (obere Streulage in Abb. 1). Die Sminthuriden (Kugelspringer) sind diejenigen Collembolen, die an der Grenzschicht zwischen Bodenstreu und Luftraum leben. Unter den sarcoptiformen Milben ergab sich bei den Nymphen der Streudecke eine sehr gut gesicherte Verminderung.

Drei Tage nach der Behandlung waren die Wirkstoffe also in die obere Lage der Streudecke eingedrungen und hatten hier Verminderungen verursacht. Tiefere Schichten waren noch nicht betroffen, wie die Collembolen als Testtiere in Abb. 1 demonstrieren.

2.2. Vergleich eines Eichenbestandes in der Colbitzer Heide bei Magdeburg vor und nach der Behandlung

Drei Wochen nach der Behandlung ergaben sich ebenfalls im eigentlichen Boden noch keine wesentlichen, signifikanten Veränderungen im Vergleich zum Mikroarthropodenbesatz vor der Behandlung. In der gesamten Streuschicht dagegen waren in den meisten Gruppen signifikante Verminderungen eingetreten. Die Dezimierung erreichte ein Ausmaß von etwa 30% bei *Parasitiformes*, 50% bei *Sarcoptiformes*, bis zu 90% bei Collembolen (Abb. 1, Mitte).

Nach einem Jahr wurde die Untersuchung während einer ähnlichen Witterungsperiode, wie sie vor der Behandlung herrschte, wiederholt. Dabei ergab sich ein völlig anderes Bild. In der Streuschicht war keine der Mikroarthropodengruppen insgesamt mehr vermindert. Vielmehr hatten sich bei den meisten Gruppen sehr gut gesicherte Übervermehrungen eingestellt. Unter den Collembolen entwickelten vor allem die Entomobryiden 10fache Übervermehrungen (nur 0,1% Irrtumswahrscheinlichkeit). Diese Springschwänze sind große, hemiedaphische Charakterformen der Laubstreu. Eine gleichzeitige Verminderung von Raubmilben, die als Feinde in Betracht kommen, wie z. B. die Gattung *Pergamasus*, war nicht zu verzeichnen. Diese großen Collembolen dienen jedoch auch Staphiliniden und Carabiden (Coleopteren) als Beute (MAYER, 1957). Es ist möglich, daß ihre Dezimierung die Ursache der Übervermehrungen gewesen ist; denn diese räuberischen Käfer reagierten empfindlich auf DDT und Lindan (BYZOVA, 1964). Auch in der Formenzahl war in der Laubstreu keine Verminderung mehr zu erkennen. Die Beeinflussung hatte jetzt den eigentlichen Boden erfaßt. Die *Parasitiformes* waren hier um 50%, die *Trombidiformes* um etwa 60% vermindert worden. Die Formenzahl der *Parasitiformes* ging von 16 auf 10 zurück. Die *Sarcoptiformes* wiesen ebenfalls eine signifikante 50%ige Dezimierung auf.

Ziehen wir die *Sarcoptiformes* als Indikatoren heran, so gewinnen wir ein anschauliches Bild von der Wirkungsverteilung nach einem Jahr (Abb. 1). Im eigentlichen Boden

war die Abundanz um 50% zurückgegangen. In der Streuschicht dagegen war eine signifikante Übervermehrung entstanden.

Alle Befunde der Colbitzer Untersuchungen veranschaulichen also ein allmähliches Eindringen der Wirkstoffe in den Boden. Kurz nach der Behandlung waren nur die Mikroarthropoden an der Grenze von Streu und Luftraum betroffen. Drei Wochen später unterlag die gesamte Streuschicht der Mitteleinwirkung. Nach einem Jahr hatte sich in der Streuschicht völliger Ausgleich eingestellt. Sogar Übervermehrungen waren zu beobachten. Die Beeinflussung erstreckte sich nun auf den eigentlichen Boden von etwa 1 cm Tiefe bis zu 15 cm Tiefe.

2.3. Entwicklung der Insektizidwirkung im Boden eines Eichen-Buchenbestandes bei Wallitz/Neuruppin

Die Insektizidwirkung im Laubwald sollte bei einem zweiten Standort überprüft werden. Zur Kontrolle wurden hier 5 × 5 m-Parzellen mit Ölpapier abgedeckt. Der Behandlungseinfluß wurde 2 Jahre lang verfolgt. 6 Wochen nach der Behandlung zeigte keine der untersuchten Gruppen in der Streudecke mehr eine Schädigung. Im Gegenteil, alle hatten erhöhte Abundanzen entwickelt. Abb. 2

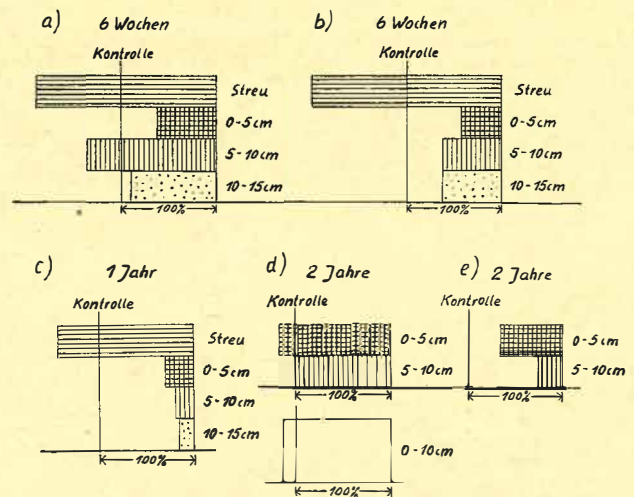


Abb. 2: Insektizidwirkung in einem Eichen-Buchenbestand. Abundanzveränderungen von Mikroarthropoden im Boden zum Nachweis des allmählichen Eindringens eines Lindan/DDT-Flugzeuginsektizides in den Boden. Standort: Neuruppiner Forst. Die Kontrolle wurde jeweils = 100% gesetzt. Für die Testung bei a) und bei der Streuschicht von c) wurden die sarcoptiformen Milben als Indikatoren herangezogen, bei b), den Bodenschichten bei c) und bei e) die Vertreter der Hornmilben-Gattung *Brachychthonius*, die sehr empfindlich auf Insektizide reagieren, bei d) die Mikroarthropoden insgesamt (unten ohne Tiefenaufteilung)

(oben) zeigt dies für die *Sarcoptiformes* insgesamt und für die Gattung *Brachychthonius*.

Anders lagen die Verhältnisse im eigentlichen Boden. Durch die Untersuchung der Tiefenstufen ließ sich die Insektizidwirkung genauer lokalisieren. Sie lag vor allem in der oberen Bodenschicht von 0 bis 5 cm Tiefe. Signifikant nachzuweisen war das bei den *Parasitiformes*, die in der Bodenschicht etwa 50%ig vermindert wurden. Ebenso bestätigte die gesamte Gruppe der *Sarcoptiformes* die Insektizidwirkung, wie auch die empfindliche Testform *Brachychthonius* (Abb. 2, oben).

Ein Jahr später, am 1. 7. 1965, war in der Streuschicht keinerlei Beeinflussung mehr nachzuweisen. Tendenzen zu Übervermehrungen waren nicht signifikant. Die Überprüfung der Tiefenstufen ließ nach einem Jahr eine zur Tiefe hin zunehmende 70- bis 80%ige Dezimierung erkennen (Abb. 2c). Die Hauptschädigung betraf jedoch die obere, humushaltige Schicht von 0 bis 5 cm Tiefe, da sich hier die Masse der Mikroarthropoden konzentrierte.

Nach 2 Jahren hatten sich die Differenzen zwischen der unbehandelten und behandelten Parzelle u. a. ausgeglichen (Abb. 2d). Überprüfte man jedoch einige Arten, die sich wiederholt als empfindliche Testarten erwiesen hatten, so waren noch Präparateinwirkungen zu erkennen. Die Abundanzen von *Brachychthonius* zeigten z. B. noch ähnliche Wirkungen wie im Vorjahr an, daß nämlich ein Teil des Präparates tiefer in den Boden eingedrungen war (Abb. 2e).

2.4. Entwicklung der Insektizidwirkung im Boden eines Kiefern-Birkenbestandes

Wie im benachbarten Eichen-Buchenbestand waren 6 Wochen nach der Behandlung des Kiefern-Birkenbestandes in der Streuschicht keine wesentlichen Veränderungen mehr festzustellen. Durch die Überprüfung der Tiefenstufen konnte die Wirkung wieder näher lokalisiert werden. Die Reduktion betraf vor allem den Tierbesatz der oberen Schicht (0 bis 5 cm Tiefe). Durch einige individuenreiche Gattungen war sie hier signifikant nachzuweisen. In Abb. 3 wird die Insektizidwirkung in den 3 Tiefenstufen des Bodens durch *Brachychthonius* aufgezeigt.

Nach einem Jahr war bei den *Parasitiformes* (meist Raubmilben) der Streuschicht immer noch eine gesicherte, 50%ige Schädigung zu verzeichnen. Insgesamt wurde aber ein Ausgleich erreicht (Abb. 3), da sich verschiedene andere Gruppen in der behandelten Fläche stärker vermehrt hatten.

Wie im Eichen-Buchenbestand lagen im Boden die Verhältnisse anders. In Abb. 3 (Mitte) wurde wieder die Gattung *Brachychthonius* als Testform herangezogen.

2 Jahre nach der Behandlung konnten im Boden keine Anzeichen von Schädigungen mehr festgestellt werden (Abb. 3). Eine verminderte Abundanz in der Schicht von 5 bis 10 cm erwies sich als nicht signifikant.

Grundsätzlich entwickelte das kombinierte Lindan/DDT-Flugzeugsprühmittel also im Boden des Kiefern-Birkenbestandes eine ähnliche Wirkung wie im Eichen-Buchenbestand.

2.5. Großräumige Überprüfung von Insektizidwirkungen in der Forstwirtschaft im Neuruppin-Rheinsberger Gebiet

Nachdem bei den vorigen Untersuchungen die Insektizidwirkung auf kleinen, begrenzten Testflächen verfolgt worden war, sollte mit Hilfe einer Anzahl Stichproben ein größeres Gebiet getestet werden. Die Probenentnahmen verteilten sich auf ein ca. 11 000 ha großes Waldgebiet, das 1964 gegen den Maikäfer (Populationen von *Melolontha melolontha* L. und *Melolontha hippocastani* Fabr.) behandelt worden war. Abb. 4 gibt die Abundanzen der Mikroarthropoden von 12 Standorten vor und nach der Behandlung wieder. Von den 12 behandelten Standorten wurden bei 7 Probenstellen Erhöhungen der Besiedlungsdichte der Mikroarthropoden insgesamt registriert, bei 5 Verminderungen. Der Vorzeichentest ergab keine signifikanten Veränderungen. 1964 wurden 91 Milben- und Collembolenformen gezählt, 1965 96. Im Sinne der THIENEMANN'schen biozönotischen Grundprinzipien war also keine Beeinträchtigung eingetreten; denn die Formenvielfalt ist danach ein Kriterium zur Bewertung der Ökosysteme. Die Formenzahl war durch die Behandlung nicht vermindert worden. Nach einem Jahr waren also auf keinen Fall merkbare Schäden mehr gegeben. Die Gesamtsumme der erfaßten Tiere hatte sich sogar erhöht (Abb. 4, rechts).

Durch Vergleich der einzelnen Gruppen sollte überprüft werden, ob innerhalb der Mikroarthropodengemeinschaft Veränderungen eingetreten waren. An 11 von 12 Probenstellen hatten sich die Collembolen stärker vermehrt. Durch den Vorzeichentest konnten die Vermehrungen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% statistisch gesichert werden. Auch in den Gesamtsummen zeigte sich diese beträchtliche Abundanzsteigerung (Abb. 4, Coll.). Daß dies nicht auf jahresbedingte ökologische Einwirkungen zurückzuführen ist, bewies die entgegengesetzte Tendenz an 4 unbehandelten Standorten.

Stärkere Vermehrungen von Collembolen nach Einwirkungen von DDT- und Lindan-Präparaten im Boden sind bereits wiederholt beobachtet worden. Erstmalig berichtete GRIGORJEVA (1952) darüber, dann SHEALS (1955), KARG (1961a, 1964b) und EDWARDS und ARNOLD (1964).

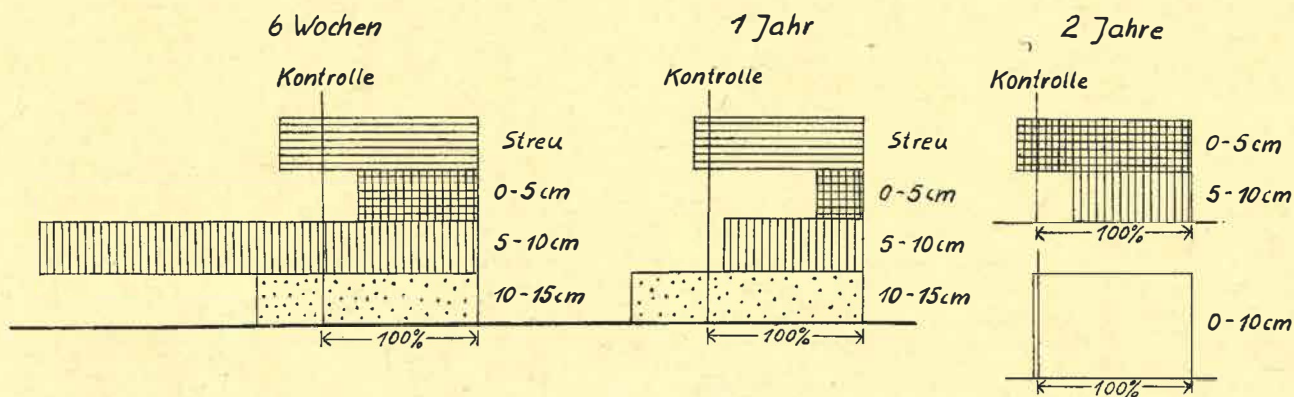


Abb. 3: Insektizidwirkung in einem Kiefern-Birkenbestand. Abundanzveränderungen von Mikroarthropoden im Boden zum Nachweis des allmählichen Eindringens eines Lindan/DDT-Flugzeuginsektizides in den Boden. Standort: Neuruppiner Forst. Die Kontrolle wurde jeweils = 100% gesetzt. Für die Testungen der Streuschicht wurden immer die Mikroarthropoden insgesamt herangezogen, ebenso für die Bodenprüfung 2 Jahre nach der Behandlung. Für die Testungen der 3 Bodenschichten 6 Wochen und 1 Jahr nach dem Flugzeugeinsatz diente die Gattung *Brachychthonius* als Testform.

HEATH und ARNOLD (1963) stellten fest, daß durch solche Übervermehrungen auf Grund von Insektizidbehandlungen der Abbau des Bestandesabfalls intensiver verläuft. Diese Biozönoseänderung ist also günstig zu beurteilen. Die bisherigen Feststellungen des Vermehrungseffekts fußten auf Parzellenermittlungen. Hier konnte er erstmalig auch großräumig nachgewiesen werden.

Als Ursache für die Übervermehrungen wurden in den zitierten Arbeiten Dezimierungen bei Raubmilben nachgewiesen. Nach dem Gesetz von VOLTERRA (1911) über Verhältnisse von Verfolgern und Verfolgten genügt schon eine verhältnismäßige Dezimierung der beiden Partner, um eine Übervermehrung der Beute entstehen zu lassen. Als Hauptfeinde der Bodencollembolen fungie-

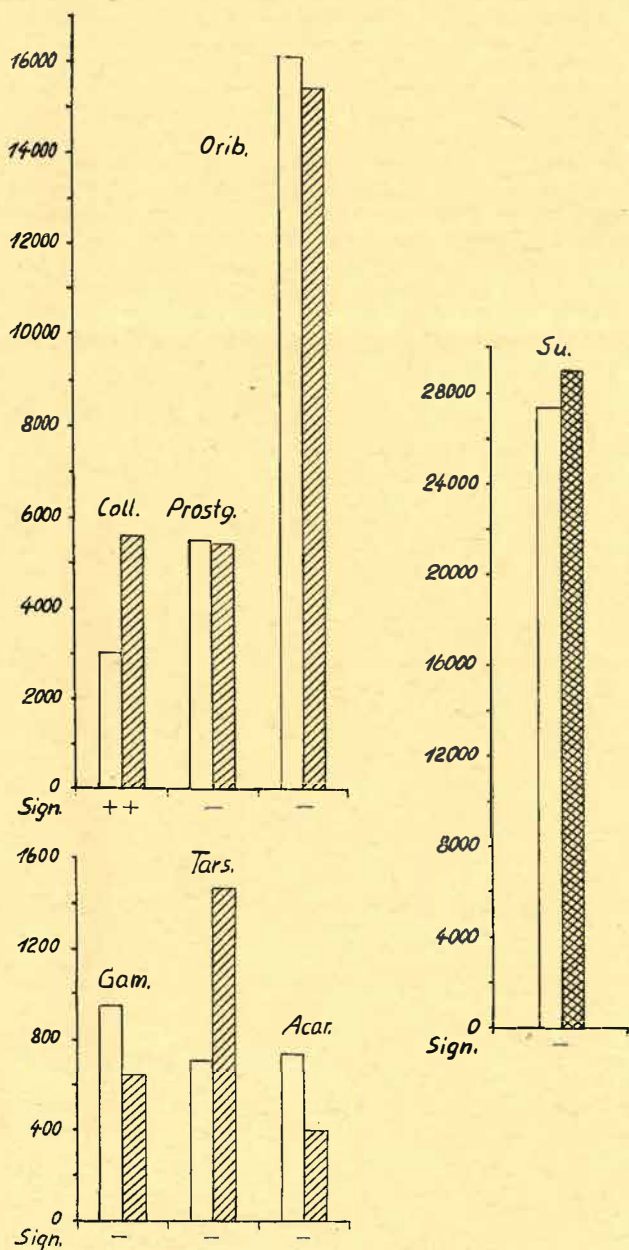
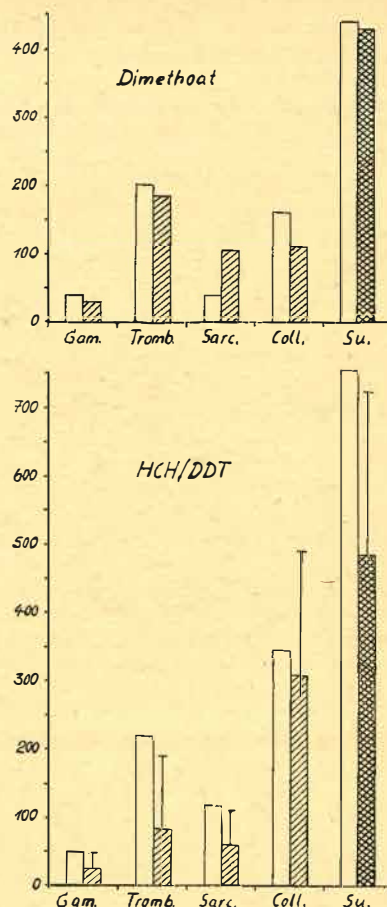


Abb. 4: Auswirkung großräumiger Insektizidbehandlungen mit durchschnittlich 6 l/ha FI 59 (Lindan/DDT-Sprühmittel) im Rheinsberg-Neuruppiner Waldgebiet. Die Zahlen bei den verschiedenen Mikroarthropodengruppen sind Abundanz pro 4.8 Liter Bodenmaterial aus 96 Proben. Coll. = *Collembola*, Prostg. = *Prostigmata* (*Acarina*), Orb. = *Oribatei* (Hornmilben), Gam. = *Gamasina* (Raubmilben), Tars. = *Tarsonemini* (Weichhautmilben), Acar. = *Acaridiae* (Wurzel- und Modernmilben), weiße Säulen: Tierbesatz vor der Behandlung, schraffierte Säulen: Tierbesatz 1 Jahr nach der Behandlung

Abb. 5: Vergleich der Auswirkung von Insektizidbehandlungen mit Dimethoat und mit Lindan/DDT auf Mikroarthropoden. Die Zahlen sind Abundanz pro 2 l Erde. Gam. = *Gamasina* (Raubmilben), Tromb. = trombidiforme Milben, Sarc. = sarcoptiforme Milben, Coll. = *Collembola*. Weiß = unbehandelt, schraffiert = behandelt



ren Raubmilben. Eingehender untersucht wurden die Raubmilben der Cohors *Gamasina* (KARG, 1962).

Es ließen sich bei dieser Milbengruppe nach dem Vorzeichenstest am vorliegenden Material zwar keine signifikanten Veränderungen nachweisen. Es ist aber wahrscheinlich, daß die Dezimierung zur Zeit der Probenentnahme, fast ein Jahr nach der Insektizidbehandlung, im Abklingen war. Die Tiersummen wiesen noch eine Verminderung auf (Abb. 4, Gam.). An den Kontrollstandorten dagegen ergab sich 1965 eine erhöhte Tiersumme.

Die übrigen Teilgruppen der Milben zeigten keine wesentlichen Veränderungen (Abb. 4). Die *Tarsonemini* (Weichhautmilben) ließen Vermehrungstendenzen erkennen (Abb. 4, Tars.). Wenn auch keine statistische Sicherung möglich war, so stimmt die großräumige Reaktion der Tarsonemiden jedoch mit Feststellungen aus HCH-Bodenbehandlungen in Parzellenversuchen überein. Die Formen erwiesen sich dort bereits als sehr unempfindlich (KARG, 1961b).

Bei den restlichen Milbengruppen konnten ebenfalls keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden. Die *Acaridiae* (Acar. in Abb. 4) stehen mit Fäulnisprozessen in Verbindung. Ihre Verminderung zeigt also, daß sich bei den Bodenbildungsprozessen keine ungünstigen Verschiebungen zur Fäulnis hin eingestellt haben. Die *Oribatei* (Hornmilben, Orb. in Abb. 4) gelten als Nützlinge, die am Abbau des Bestandesabfalls beteiligt sind oder Pilzhypen und Algen verzehren.

2.6. Auswirkung von zwei Behandlungen einer Erbsenfläche mit dem Dimethoat-Präparat FIP auf die Mikroarthropoden des Bodens

Wie aus Abb. 5 oben zu ersehen ist, war in der Gesamtsumme der Mikroarthropoden 6 Wochen nach den Dimethoat-Behandlungen (20 l/ha FIP mit 5,3% Wirkstoffgeh.)

keine Veränderung festzustellen. Durch die Formenanalyse konnten jedoch bei bestimmten Arten bzw. Gattungen signifikante Verminderungen oder Vermehrungen nachgewiesen werden. Wiederum kam es also zu einer Umschichtung im Formenspektrum durch die Insektizideinwirkung. Unter den *Parasitiformes* war z. B. die dominierende Raubmilbe *Rhodacarellus silesiacus* im Bereich von 0 bis 10 cm Tiefe geschädigt worden. Unter den Wurzelmilben der Gattung *Tyrophagus* hatten sich dagegen die sogenannten *Hypopi*, die Wandernymphen, im behandelten Boden angereichert. Dadurch war die Dichte der sarcoptiformen Milben erhöht (Sarc. in Abb. 5). Die Abundanz der Collembolen war in der oberen Bodenschicht von 0 bis 5 cm Tiefe etwa auf die Hälfte zurückgegangen. Auch im Gesamtbesatz machte sich die Verminderung bemerkbar (Abb. 5, Coll.). Die Veränderungen konnten statistisch gesichert werden. Nach unseren bisherigen Kenntnissen sind sie folgendermaßen zu bewerten:

Die Raubmilbe bevorzugt kleine Nematodenformen (Larven) als Beute. Ihre Verminderung dürfte jedoch durch andere Arten, die eine leichte Vermehrungstendenz entwickelten, kompensiert werden können. Für den Abbau des organischen Bestandesaufbaus ist die Verminderung der Collembolen unvorteilhaft. Jedoch wird das Präparat nach den bisherigen Erfahrungen, wie alle organischen Phosphorsäureverbindungen, im Boden relativ schnell abgebaut werden, so daß nicht mit einer Dauerschädigung zu rechnen ist. Eigenartig erscheint die erhöhte Abundanz der Wurzelmilben. Sie kann durch eine Verminderung der Raubmilben (Gam. in Abb. 5), die Feinde der Wurzelmilben sind, erklärt werden.

2.7. Auswirkung von zwei Behandlungen einer Erbsenfläche mit dem Lindan/DDT-Präparat BERCEMA-Aero-Sprühmittel auf die Mikroarthropoden des Bodens

Zwei Behandlungen mit insgesamt 20 l/ha des Lindan/DDT-Präparates hatten sich einschneidend auf die Mikroarthropoden ausgewirkt. Insgesamt war die Testgruppe signifikant 36%ig dezimiert worden (Abb. 5, unten, Su.). Einzelne Gruppen gingen jedoch noch stärker zurück, die *Parasitiformes* 50%ig (Gam. in Abb. 5), die *Trombidiformes* 60%ig, die *Sarcoptiformes* ca. 50%. Nur bei den Collembolen insgesamt ergab sich keine signifikante Verminderung (Abb. 5, Coll.). Jedoch ließen sich bei den Isotomiden, vertreten durch die Gattungen *Folsomia* und *Isotoma*, eine ca. 50%ige Dezimierung nachweisen. Durch die stärkere Vermehrung einiger Formen, wie z. B. von *Hypogastrura*, war bei den Collembolen quantitativ ein Ausgleich im Gange. Die Gattung *Hypogastrura* hatte sich bereits in bodenbiologischen Untersuchungen nach direkten HCH-Applikationen im Boden als sehr unempfindlich erwiesen (KARG, 1956, 1967a).

Bedenklich ist die Schädigung der Raubmilben (Gam. in Abb. 5), vor allem von *Rhodacarellus silesiacus*. Die Art vertilgt überwiegend Nematoden. Unter den verminderten *Sarcoptiformes* (Sarc. in Abb. 5) gelten die *Oribatei* (Hornmilben) als Nützlinge, die *Tyrophagus*-Arten jedoch als semiparasitische Wurzelmilben. Die stark geschädigten *Trombidiformes* sind teils Räuber, teils Pilzfresser oder Saprobionten. Im Vergleich zur Dimethoat-Behandlung sind diese Ergebnisse nicht nur wegen der allgemeinen intensiveren Schädigungen ernster zu werten, sondern auch wegen der hohen Stabilität der chlorierten Kohlenwasserstoffe im Boden.

2.8. Vergleich der Ergebnisse einer einmaligen und einer zweimaligen Behandlung mit BERCEMA-Aero-Sprühmittel

Wegen der bedenklichen Toxizität von 2 Lindan/DDT-Behandlungen erschien der Vergleich mit einer einmaligen

Behandlung sinnvoll. Die Gesamtabundanzen der Gruppen ließen die Tendenz einer mehr schonenden Beeinflussung durch die einmalige Behandlung erkennen.

2.9. Wirkung einer Lindan/DDT-Behandlung zur Kartoffelkäferbekämpfung mit dem Flugzeugsprühmittel FI 59

Für diese Überprüfung wurde eine Behandlung herangezogen, wie sie in der Republik überall zur Anwendung kommt. Gegenüber der doppelten Behandlung mit 20 l/ha Sprühmittel in den besprochenen Untersuchungen wurden hier nur 5 l/ha ausgebracht. 6 Wochen nach dem Flugzeugsinsatz waren insgesamt keine sicheren Verminderungen mehr festzustellen. Dagegen ergaben sich signifikante Vermehrungen bei den *Trombidiformes*. Auch andere Mikroarthropoden zeigten Vermehrungstendenzen.

Die Veränderungen erwiesen sich jedoch bei näherer Prüfung als recht kompliziert. Die Proben für die Untersuchung der Kartoffelfläche wurden getrennt nahe an den Stauden und zwischen den Stauden entnommen. Zwischen den Stauden, dort, wo die intensivere Insektizidwirkung zu erwarten war, zeigten die Collembolen eigenartigerweise Vermehrungstendenzen, unter dem Schutz des Krautes, im Wurzelbereich dagegen, waren sie vermindert

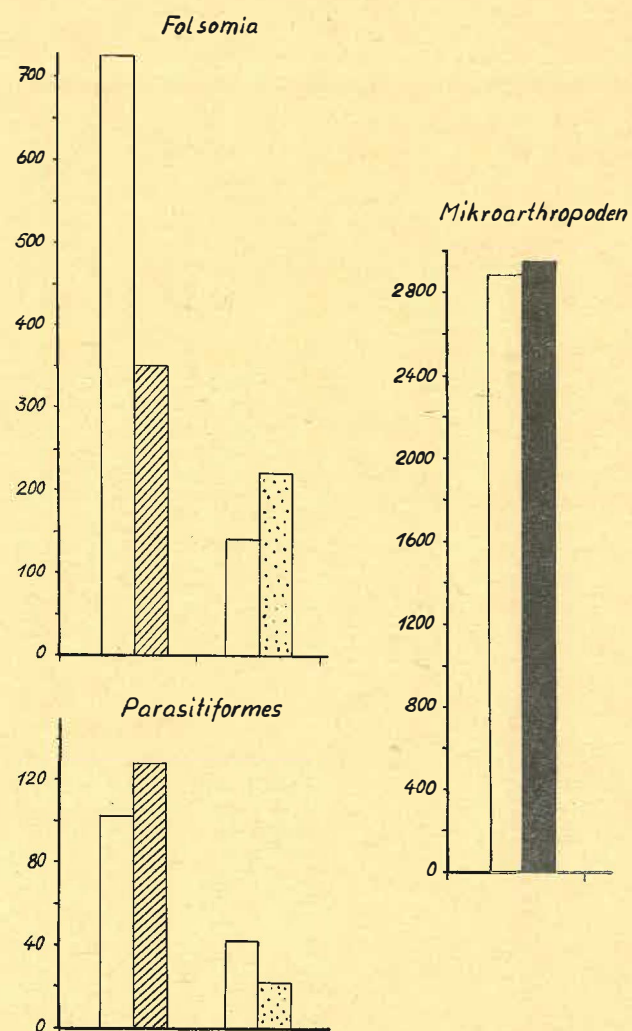


Abb. 6: Wirkung der Lindan/DDT-Behandlung einer Kartoffelfläche auf Collembolen der Gattung *Folsomia*, auf parasitiforme Milben und auf die Mikroarthropoden insgesamt. Die Zahlen der Einzelgruppen sind Abundanzen pro 2 l, die der Mikroarthropoden insgesamt pro 4 l Erde. Weiß = unbehandelt; schraffiert = behandelt, Boden im Wurzelbereich; punktiert = behandelt, Boden zwischen den Stauden; schwarz = behandelt, gesamter Bodenbereich

worden. Verminderung wie Vermehrung waren signifikant bei der Collembolenform *Folsomia spec.* nachzuweisen (Abb. 6, oben). Der wiederholt beobachtete Effekt der Collembolenvermehrung trat auch hier zutage. Als Ursache kamen wiederum Räuber-Beute-Effekte in Betracht: Durch die höheren Insektizidmengen im Boden zwischen den Pflanzen waren die *Parasitiformes*, die sich am überprüften Standort ausschließlich aus Raubmilben zusammensetzten, fast 50%ig geschädigt worden (Abb. 6, unten, punktiert). Unter den Stauden dagegen hatte sich ihre Dichte erhöht (Abb. 6, schraffiert). Die Abundanz erhöhungen der Raubmilben dürften durchaus die Dezimierung der Collembolen erklären (KARG, 1961a, 1962). Allgemein ist die Auswirkung der Kartoffelkäferbekämpfung auf den Boden als sehr tolerant zu werten. Es ist anzunehmen, daß sich mit der Bodenbearbeitung auch die Abundanzverschiebung innerhalb der Agrobiozönose ausgleichen wird und der Besatz dann allgemein den errechneten Durchschnittswerten entsprechen dürfte (Abb. 6, rechts).

3. Einschätzung der Ergebnisse

Die Frage, nach welcher Zeit eine Erholung von eventuellen Schädigungen zu erwarten ist, läßt sich nach den Ermittlungen im Forst einschätzen. Bei einer Aufwandmenge von 15 l/ha eines Lindan/DDT-Sprühmittels ist sie mit etwa 2 Jahren anzusetzen. Wenn trotzdem einzelne empfindliche Arten noch eine Verminderung zeigten, so ist dies vom produktionsbiologischen Standpunkt von untergeordneter Bedeutung.

Diese Arten bewährten sich andererseits als Indikatoren für die Lokalisierung des insektiziden Wirkstoffes. Mit Hilfe von Vertretern der Oribatidengattung *Brachychthonius* als Testform ließ sich das allmähliche Eindringen der Präparate in den Boden verfolgen. Derartige detaillierte und auch statistisch gesicherte Angaben waren vor Beginn der Arbeit nicht erwartet worden. Im internationalen Schrifttum fehlten bisher solche eingehenden Beobachtungen.

Die genannte Aufwandmenge von 15 l/ha eines DDT/Lindan-Sprühmittels, verbunden mit einer allgemeinen Wirkungsdauer von 2 Jahren, sollte als Grenzkonzentration angesehen werden. Bereits die Dosis von 20 l/ha ließ in landwirtschaftlich genutzten Böden ernstere Schädigungen erkennen. Weiterhin könnte bei Dosen über 15 l/ha die Gefahr einer Anreicherung der Wirkstoffe im Boden akut werden. Sowohl Lindan als auch DDT werden im Boden akkumuliert, DDT noch mehr als das reine Gamma-Isomere des HCH (Lindan). Die Wahrscheinlichkeit, daß nach 3 Jahren derselbe Boden erneut mit einem chlorierten Kohlenwasserstoff kontaminiert wird, ist sehr hoch. Neben Lindan und DDT wird z. B. noch Toxaphen gegen Feldmäuse in weitem Umfange verwendet. Die Wirkungen der verschiedenen chlorierten Kohlenwasserstoffe im Boden sind ähnlich (KARG, 1965).

Im Sinne einer Erhaltung des Bodenlebens, und im Zusammenhang damit der Bodenfruchtbarkeit, wäre die Behandlung mit 2×10 l/ha Lindan/DDT-Sprühmittel abzulehnen. Der Boden ist das wichtigste Produktionsmittel in der Landwirtschaft. Schädigungen müssen unbedingt vermieden werden.

Ganz anders sind die Präparate auf der Basis von Phosphorsäureverbindungen zu bewerten, da sie relativ schnell im Boden abgebaut werden (KARG, 1965).

Im internationalen Rahmen liegen bisher nur wenige bodenbiologische Arbeiten über die Wirkung von Insektiziden für den Flugzeugeinsatz vor. Die hier erarbeiteten Ergebnisse ordnen sich aber gut in die veröffentlichten Angaben ein. Nach den Untersuchungen von HOFFMANN und MERKEL (1948) in den USA war keine ernstliche Schädigung der verschiedenen Insektenformen, die sich am Boden aufhalten, bei Ausbringen von 2 lb/acre (2,24 kg/ha) DDT-Wirkstoff eingetreten.

In Westdeutschland wurden von CRAMER (1955) Untersuchungen über die Auswirkung großflächiger Schädlingsbekämpfung auf Waldbiozönosen durchgeführt. Dabei waren Hubschrauber eingesetzt worden. Die Aufwandmenge war relativ niedrig. Es wurden 25 l/ha einer nur 1,2%igen Lindan-Emulsion ausgebracht. Dementsprechend wurde lediglich eine Nachwirkung von 3 Wochen beobachtet. 12 Stunden nach der Behandlung waren vor allem die Collembolen ohne Sprunggabel dezimiert worden (23%ig).

Aus der Sowjetunion wurde in neuerer Zeit über umfassende Ermittlungen zur Auswirkung von DDT- und HCH-Behandlungen vom Flugzeug aus berichtet (GHILAROV und BYZOVA, 1961; BYZOVA, 1964). Es wurden 30 bis 50 kg/ha Lindan- und DDT-Staub ausgebracht. Nach den festgestellten Schädigungen mit einer Dauer von 3 Jahren und länger lagen die Wirkstoffmengen wahrscheinlich höher als unsere Grenzkonzentration.

SCHWERDTFEGER (1966) hat in neuester Zeit grundsätzliche Schlußfolgerungen aus den sogenannten Nebenwirkungen bei der Anwendung von Insektiziden im Wald gezogen. Wir stimmen ihm darin zu. Er warnt vor Routinemaßnahmen. So lange Behandlungen im Forst nur vereinzelt durchgeführt werden und dieselbe Fläche nur selten betroffen ist, besteht keine Gefahr. Störungen gleichen sich nach einiger Zeit aus. Insektizide sollten nur ausgebracht werden, wenn es unbedingt notwendig ist, und dann gezielt. Die Aufwandmengen müssen an der unteren Grenze der notwendigen Konzentration liegen. Phosphorsäurepräparate sollten den stabilen und zur Akkumulation neigenden chlorierten Kohlenwasserstoffen vorgezogen werden. Für DDT fordert er eine Grenzkonzentration von 6 kg/ha bei einem 10%igen Präparat. Diese Dosis liegt also noch unter der von uns aufgestellten für gemischte Lindan/DDT-Präparate.

4. Anwendung der Ergebnisse

Die anfangs beobachteten Verminderungen der Kleintierfauna haben mit dazu beigetragen, die darauf folgenden Einsätze in der Forstwirtschaft als Streifenbehandlungen durchzuführen, um dadurch die Biozönose zu schonen und zugleich Mittel einzusparen. Bei einer Arbeitsbreite der Maschine (L 60) von 40 m wurde in Abständen von 50 m und 80 m alternierend bzw. in Abständen von 60 m (Neuruppin) oder in Abständen von 80 m (Rheinsberg) geflogen. Inwieweit derartige Einsparungen zulässig sind, hängt vom jeweiligen Schädling ab und muß von Fall zu Fall erwogen werden. Für *Melolontha*-Arten wird die Methode von der Arbeitsgruppe „Insekten“ der Biologischen Zentralanstalt Berlin sowie von den Forstwirtschaftsbetrieben als Standard angesehen. Durch die bewegliche Verhaltensweise des Maikäfers wird eine genügende Dezimierung erreicht. Weiterhin konnten die Einsätze durch eine exakte und wissenschaftlich fundierte Prognose des Maikäferfluges sowie der Eiablage gezielter als bisher geflogen werden (RICHTER, 1958, 1962). Mehrmalige Behandlungen derselben Fläche während des Maikäferauftretens waren nicht mehr notwendig.

Nach unseren bisherigen Erkenntnissen werden Phosphorsäureverbindungen im Boden relativ schnell abgebaut. Chlorierte Kohlenwasserstoffe dagegen weisen höhere Stabilität auf. Aus diesem Grunde und wegen der geringeren Dezimierungen wird das Flugzeugsprühmittel FIP für den Einsatz in der Landwirtschaft bodenbiologisch günstiger beurteilt.

Bei der Dosis von 5 l/ha Sprühmittel zur Kartoffelkäferbekämpfung bestehen bodenbiologisch keinerlei Bedenken. Dieses Beispiel zeigte deutlich, wie entscheidend für die bodenbiologische Beeinflussung die Aufwandmenge ist. Die Biozönoseveränderungen entsprechen denen im Forst. Schneller als dort setzten aber ausgleichende Vermehrungen, ja Förderungen ein. Für die Praxis ergibt sich daher

allgemein die dringende Forderung, die Aufwandmenge so niedrig wie möglich zu halten. Jede Routinebehandlung sollte vermieden werden.

5. Zusammenfassung

An 3 Standorten im Forst wurde durch Mikroarthropoden als Testtiere innerhalb eines Jahres ein allmähliches Eindringen von Lindan/DDT-Sprühmitteln in den Boden festgestellt. Schädigungen in der Streuschicht während der ersten Wochen gingen danach in Übervermehrungen über. Die Mittelwirkung erfaßte jetzt den eigentlichen Boden bis zu 15 cm Tiefe. Nach 2 Jahren trat ein allgemeiner Ausgleich ein. Durch Überprüfungen von 16 weiteren Forststandorten vor und 1 Jahr nach der Behandlung konnten erstmalig auch großräumig Vermehrungen von Collembolen nachgewiesen werden. Sie werden auf Räuber-Beute-Effekte zurückgeführt.

Bei Behandlungen landwirtschaftlich genutzter Flächen wirkte Dimethoat äußerst schonend. Die Wirkung von Lindan/DDT-Sprühmitteln hing dagegen stark von der Dosis ab. Bei 5 l/ha Sprühmittel zur Kartoffelkäferbekämpfung waren schon nach 6 Wochen ausgleichende Populationsentwicklungen zu erkennen. Als Grenzkonzentration sollte eine Dosis von 15 l/ha eines Lindan/DDT-Sprühmittels (20% Lindan, 100% DDT), sowohl im Forst als auch in der Landwirtschaft, nicht überschritten werden.

Резюме

Вольфганг КАРГ

Влияние авиационных инсектицидов на биоценоз почв под лесом и сельскохозяйственного пользования

В трех лесных местностях с помощью мелких членистоногих (Микроarthropoden), в качестве насекомых-индикаторов, в течение одного года было установлено постепенное проникновение в почву средств для опрыскивания линдан/ДДТ. Повреждения, замеченные в первые недели в подстилке, переходили затем в чрезмерное размножение. Действие средств перемещалось на самую почву на глубину до 15 см. Через два года наступало общее выравнивание. Путем проверки 16 дальнейших лесных местообитаний перед обработкой и через год после обработки, впервые было установлено размножение ногохвосток (Collembolen) на больших площадях. Это объясняется эффектом хищник — жертва.

При обработке сельскохозяйственных площадей диметоат оказывал очень мягкое действие, а действие средств для опрыскивания линдан/ДДТ сильно зависело от дозы. При использовании 5 л на га для борьбы с картофельным жуком уже через 6 недель заметно выравнивающее развитие популяций. Как в сельском, так и в лесном хозяйстве следует соблюдать предельное количество в 15 л препаратов линдан/ДДТ на га (20% действующего начала линдан и 100% — ДДТ).

Summary

Wolfgang KARG

Influencing soil biocenosis in forest and agricultural areas by air-borne insecticides

Gradual penetration of Lindan/DDT-sprays into the soil was established on three forest sites, throughout one year, using micro-arthropodes as test animals. Damage to the litter layer, during the first weeks, subsequently developed into over-propagation, with the effect of the preparation then covering the actual soil up to 15 cm in depth. General compensation occurred after two years. Large-scale propagation of collembolids was established, for the first time, when 16 other forest sites were tested prior to and one year after treatment. It was attributed to the vermin-prey

effect. A very saving effect was observed for Dimethoat when applied to agricultural areas. The effect of Lindan/DDT-sprays, however, was found to greatly depend on the dosage applied. Compensating population developments were observed as early as six weeks after the application of 5 l/ha of sprays for Colorado beetle control. The dosage of 15 l/ha of a Lindan/DDT-spray (20% Lindan, 100% DDT active substance) should not be exceeded as limiting concentration in the treatment of forest or agricultural areas.

Literatur

- BYZOVA, J. B.: Effect of chemical Treatment from Airplanes on the soil Invertebrate Fauna in Coniferous Forests. Zoologičeskí Zurnal, XLIII, 4, Moskau (1964), S. 488-502
- CRAMER, H. H.: Die Auswirkungen großflächiger Schädlingsbekämpfung auf Waldbiozösen, zum Beitrag: Studien anlässlich einer Maikäfer bekämpfung m. Uels Hubschrauber aus der Forstschutzstelle Südwest Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 63 (1963), S. 129-138
- EDWARDS, C. A. und ARNOLD, M. K.: The side-effects of toxic chemicals in the soil on arthropods and earthworms Rep. Rothamst. exp. Sta. for 1963, 1 (1964), S. 147-149
- GHILAROV, M. S. und BYZOVA, J. B.: Der Einfluß der aviochemischen Bekämpfung auf die Bodenfauna. Lesnoji chosajstvo, 10 (1961), 58-59. Ref.: Soz. Forstwirtschaft (1962), S. 35
- GRIGORJEW, T. G.: Wirkung des in den Boden eingebrachten Hexachlorans auf die Bodenfauna Ber. d. allruss. Akademie der Landwirtschaften, Moskau, 12 (1952), S. 16-20
- HEATH, G. W. und ARNOLD, M. K.: The breakdown of vegetable matter in the soil by soil animals. Rep. Rothamst. exp. Sta. for 1962 (1963), S. 154-156
- HOFFMANN, C. H. und MERKEL, E. P.: Fluctuations in insect populations associated with Aerial applications of DDT to forests J. econ. entom. 41 (1948), S. 464-473
- KARG, W.: Untersuchungen über die Wirkung der Hexa-Behandlung landwirtschaftlich genutzter Sandböden und Wiesenböden auf die Mesofauna, insbesondere auf Collembolen. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Berlin), NF 10 (1956), S. 117-120
- , —: Synökologische Freilanduntersuchungen über die Mesofauna des Bodens im Zusammenhang mit Insektizidbehandlungen und Nematodenversuchung. Proceedings of the Conference on Scientific Problems of Plant Protections, Budapest, 2 (1961a), S. 247-259
- , —: Über die Wirkung von Hexachlorcyclohexan auf die Bodenbiozöose unter besonderer Berücksichtigung der Acarina Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Berlin) NF 15 (1961), S. 23-33
- , —: Räuberische Milben. Die Neue Brehm-Bücherei, Wittenberg-Lutherstadt, A. Ziemsenverl. (1962), 64 S.
- , —: Bodenbiologische Untersuchung von Kohlfeldern nach Beregnung mit HCH- und Trichlorphon-Präparaten. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Berlin) NF 17 (1963a), S. 157-162
- , —: Die edaphischen Acarina in ihren Beziehungen zur Mikroflora und ihre Eignung als Anzeiger für Prozesse der Bodenbildung. In: DÖRKSEN, J. und J. v. d. DRIFT: Soil Organisms, Proceedings of the Colloquium on Soil Fauna Soil Mikroflora and their relationships, Amsterdam (1963b), S. 305-315
- , —: Untersuchungen über die Wirkung von Dinitroorthokresol (DNOC) auf Mikroarthropoden des Bodens unter Berücksichtigung der Beziehungen von Mikroflora und Mesofauna Pedobiologia 4 (1964a), S. 138-157
- , —: Untersuchungen über die Wirkungsunterschiede von Lindan, gereinigtem und technischem Hexachlorcyclohexan im Boden unter Verwendung der Mikroarthropoden als Testorganismen. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Berlin) NF 18 (1964b), S. 169-178
- , —: Bisherige Erkenntnisse über die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln im Boden. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Berlin) NF 19 (1965), 4, S. 97-105
- , —: Veränderungen in den Bodenlebensgemeinschaften durch die Einwirkung von Pflanzenschutzmitteln. In: Progress in Soil Biology, Braunschweig, Amsterdam, 310-319
- MAYER, H.: Zur Biologie und Ethologie einheimischer Collembolen. Zool. Jb. 85 (1957), 6, S. 501-570
- RICHTER, G.: Die Maikäferpopulationen im Gebiete der Deutschen Demokratischen Republik. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Berlin) NF 12 (1958), 2, S. 21-35
- , —: Schwärmflüge des Maikäfers. Archiv Forstwesen, 11 (1962), 4, S. 345-368
- RICHTER, G. und RUGE, E.: Flugzeugeinsatz gegen Maikäfer im Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Colbitz. Soz. Forstwirtschaft 3 (1963), S. 88-90
- RICHTER, G. und SCHMIDT, D.: Der große „Ruppiner Flug“ des Maikäfers im Schaltjahr 1964 und seine Bekämpfung durch aviochemische Maßnahmen. Soz. Forstwirtschaft 15 (1965), S. 46-48
- SCHWERDTFEGGER, F.: Grundsätzliches über Nebenwirkungen bei der Anwendung von Insektiziden im Wald. Z. angew. Entom. 58 (1966), S. 252-265
- SHEALS, J. G.: The effects of DDT and HCH on soil *Collembola* and *Acarina*. In: KEVAN, E., Soil-Zoology, London (1955) S. 241-250
- THIENEMANN, A.: Leben und Umwelt. Rowohlt, Hamburg (1960), 153 S.
- VOLTERRA, V.: Variation and fluctuations of the number of individuals in animal species living together. In: CHAPMANN, R. N. Animal Ecology, New York (1931)

Zur Keimungsphysiologie von Hirsearten der Unkrautflora

Durch steigende Anwendung von Herbiziden in Getreidefeldern zur Unterdrückung dikotyler Unkräuter nimmt der Anteil grasartiger Unkräuter, insbesondere auch der Unkrauthirsens, zu. Da sie auch durch Triazinpräparate wenig geschädigt werden, breiten sie sich besonders in Maisfeldern stark aus. Zur Entwicklung von Spezialherbiziden ist die Untersuchung ihrer Keimungsbiologie notwendig. Sie wird schon von WEHSARG gefordert, doch finden sich in der Literatur wenig Angaben dazu.

Als Unkräuter sind bei uns am stärksten die Hühnerhirse (*Echinochloa crus galli* PB.), die Grüne Hirse (*Setaria viridis* (L.) PB.) und die Graugrüne Hirse (*Setaria glauca* (L.) PB.) verbreitet. Diese drei Hirsearten wurden auf ihr keimungsbiologisches Verhalten geprüft.

Nach KIRCHNER, LOEW und SCHRÖTER ist die Hühnerhirse ein Kosmopolit, der in allen Erdteilen vorkommt und nur den hohen Norden meidet. Sie tritt als Ruderalpflanze an Wegrändern, Flußufern und Düngestätten reichlich auf, bevorzugt leichte, feuchte, humose Böden, kann aber auch auf überdüngten und kochsalzreichen Standorten wuchern. So fanden wir sie mit hoher Stetigkeit auf den Rieselfeldern Berlins, auf denen sie in schlechten Maisbeständen einen Deckungsgrad von 30 bis 50% erreichen konnte. Die Hühnerhirse ist kalkliebend oder kalkverträglich und mit Kalkstickstoff oder Kainit nicht bekämpfbar. Da sie viel Wärme braucht, keimt sie erst im Spätfrühling oder Sommer und blüht und fruchtet von Juli bis Oktober. Sie wird bei uns bis zu 1 m hoch, soll aber auf warmen, lockeren, reichen Böden eine Höhe von 2 m erreichen können. Der Blütenstand ist aufrecht, die Rispen werden bis zu 20 cm lang. Die Ährchen sitzen zu 3 bis 6 als Scheinähren zusammen, sie sind hellgrün und meist violett überlaufen. Nach WEHSARG soll eine Pflanze bis zu 13 000 Früchte ausbilden können. Die Früchte sind von einer Deckspelze, einer Vorspelze und drei Hüllspelzen umschlossen. Diese Spelzfrüchte werden im folgenden als „Körner“ bezeichnet. Sie sind 2 bis 3 mm lang und 1 bis 2 mm breit, gelblich oder grau, die Spelzen sind glatt und glänzend. In kalten Sommern zeigt die Hühnerhirse bei uns nur einen mäßigen Fruchtansatz, sonst streut sie auf Getreidestoppeln und auf Hackfruchtäckern reichlich Körner aus.

Für die Graugrüne und Grüne Hirse gilt etwa das gleiche, sie können aber auch auf trockenen, mageren Böden noch gedeihen und erreichen selten Höhen über 50 cm. Die Körner der Graugrünen Hirse sind etwas größer, die der Grünen Hirse etwas kleiner als die der Hühnerhirse. Das Tausendkorngewicht der Hühnerhirse beträgt etwa 1,5 g, das der Graugrünen Hirse etwa 3,0 g und das der Grünen Hirse etwa 1,1 g.

Auf den Berliner Rieselfeldern 1965 gesammeltes Saatgut von *Echinochloa* und *Setaria glauca* enthielt 70% taube Körner; bei *Setaria viridis* waren es nur 40%, aber von den 60% als „voll“ angesehener Körner war die Hälfte nicht keimfähig, so daß der Prozentsatz an keimfähigen Körnern ebenfalls um 30% lag. Im Jahre 1959 am trockenen Wegrain gesammeltes Saatgut von *Echinochloa* enthielt weniger als 10% taube Körner, die vollen keimten zu 100%. Anfang August 1966 am trockenen Wegrain gesammeltes Saatgut von *Setaria viridis* enthielt ebenfalls nur 30% taube Körner, die vollen keimten zu 100%. Die Zahl der vollen Körner schwankte in den einzelnen Jahren je nach Standort und Reifegrad der Pflanzen zwischen 30 und 90%.

Methodik

Zu den folgenden Versuchen wurden, wenn nichts anderes angegeben wird, je 100 volle Körner der drei Hirsearten in Petrischalen ($\varnothing = 9$ cm) auf feuchtem Fließpapier bei 20° im Hellen eingekieimt und drei Wochen lang beobachtet. Die gekeimten Körner wurden täglich entfernt. Jeder Versuch wurde fünfmal wiederholt. Die Tabellenwerte sind jeweils Mittelwerte aus den fünf Versuchsreihen. Die statistische Sicherung erfolgte nach dem t-Test nach PATAU. Als gesichert verschieden angesehen und dann mit einem anderen Buchstaben signiert wurden Werte, deren P-Wert der Differenz kleiner als 0,0027 war.

1. Quellung

Die Quellung erfolgt unabhängig von der Keimbereitschaft. Keimbereite Körner von *Echinochloa* nahmen in 3 Tagen etwa 170% ihres Trockengewichtes an Wasser auf, nicht keimbereite etwa 165%. Der geringe Unterschied ist dadurch bedingt, daß die keimbereiten Körner älter und damit stärker ausgetrocknet waren. Auch *Setaria glauca* und *Setaria viridis* nahmen in 3 Tagen 130 bis 180% ihres Trockengewichtes an Wasser auf. Eine Keimung ist auch möglich, wenn die Körner weniger stark gequollen sind. In einem Versuch nahmen *Setaria viridis*-Körner in 24 Stunden 61%, in 48 Stunden 91%, in 72 Stunden 130% ihres Trockengewichtes an Wasser auf. Die Zahl der danach keimenden Körner war jedesmal die gleiche. Legt man trockene Körner auf trockenes Fließpapier in Petrischalen mit feuchter Luft (feuchtes Fließpapier im Deckel), so beginnt die Keimung, wenn die Körner 40 bis 60% ihres Trockengewichtes an Wasser aufgenommen haben. Hirsekörner können also auch in trockenem Boden bei ausreichender Luftfeuchtigkeit keimen.

2. Dauer der Keimruhe

Reife Körner befinden sich nach der Ernte in Keimruhe. Diese ist jedoch wie bei allen Gräsern nicht tief und kann durch Entspelzen und Verletzen teilweise aufgehoben werden. Bei Hühnerhirse gelang es, durch Entspelzen und Verletzen die Keimrate von 3% auf 80%, bei der Graugrünen Hirse von 8% auf 41% und bei der Grünen Hirse von 23% auf 58% zu erhöhen. Eine Keimungsförderung ließ sich auch durch Reiben mit Quarzsand erreichen.

Während der ersten 3 Monate nach der Ernte tritt keine nennenswerte Keimung ein, wenn die Körner ins Keimbett gebracht werden. Die Aufhebung der Keimruhe findet zwischen dem 3. und 6. Monat statt.

Tabelle 1
Keimung unterschiedlich alter Körner (Ernte 1965)

	<i>Echinochloa</i> %	<i>Setaria glauca</i> %	<i>Setaria viridis</i> %
1 Monat alt	0 a	0 a	0 a
2 Monate alt	1 a	0 a	0 a
3 Monate alt	1 a	10 a	0 a
4 Monate alt	22 b	65 b	2 a
5 Monate alt	43 c	70 b	6 a
6 Monate alt	> 90 d	> 85 c	13 b
7 Monate alt	> 90 d	> 85 c	34 c

Bei *Setaria viridis* Ernte 65 waren mehr als die Hälfte der vollen Körner nicht keimfähig. 1966 wurden *Setaria*

viridis-Körner von einem trockenen Standort gesammelt, ihre Keimruhe war schon nach 3 Monaten fast aufgehoben, im 4. Monat keimten sie zu 80 bis 90%.

3. Abhängigkeit der Keimung von der Temperatur

Hirschen keimen erst im Frühsommer, sie sind zu den Warmkeimern zu zählen. Nicht nachgereifte Körner von *Echinochloa* keimen zwischen 30° und 40° am besten, nachgereifte keimen zwischen 20° und 40° gleich gut. *Setaria glauca* und *Setaria viridis* haben ihr Keimungsoptimum bei 25°. Bei 15° tritt die Keimung verzögert ein, bei 5° erfolgt keine Keimung.

Tabelle 2

Keimung der Hirsekörner bei unterschiedlichen Temperaturen (Ernte 1965)

	5° %	15° %	20° %	25° %	30° %	35° %	40° %
<i>Echinochloa</i>							
4 Mon. alt	0 a	0 a	22 b	22 b	30 c	40 d	44 d
10 Mon. alt	0 a	73 b	90 c	92 c	93 c	95 c	92 c
<i>Setaria glauca</i>							
4 Mon. alt	0 a	0 a	65 b	68 b	65 b	5 a	0 a
10 Mon. alt	0 a	73 b	90 c	96 c	88 c	55 d	31 d
<i>Setaria viridis</i>							
4 Mon. alt	0 a	0 a	2 a	3 a	2 a	1 a	1 a
10 Mon. alt	0 a	20 b	35 c	43 d	28 c	28 c	8 a
<i>Setaria viridis</i> 66							
3 Mon. alt	0 a	85 b	85 b	80 b	80 b	51 c	17 d

Läßt man Hirsekörner 1 bis 4 Wochen auf feuchtem Fließpapier im Kühlschrank bei 5° liegen und bringt sie dann in den Thermostaten bei 20°, so keimen sie schnell und zu einem kaum verminderten Prozentsatz wie die gleich bei 20° eingekeimten. Läßt man Hirsekörner trocken 8 Tage lang bei 40° liegen und keimt sie dann ein, so keimen sie nicht besser als die gleich bei 20° eingekeimten. Erhitzt man 4 oder 10 Monate alte Körner aller drei Hirsearten eine Stunde lang trocken auf 70°, 80° oder 90°, so keimen sie danach im gleichen Maße wie nicht erhitzte Körner. Legt man die Körner für eine Stunde in Wasser von 40°, 50°, 60°, 70° oder 80°, danach auf feuchtes Fließpapier bei 20°, so keimen die bei 40° und 50° vorbehandelten normal. Von den bei 60° gehaltenen Körnern keimen noch 10 bis 40%. Einstündiges Einquellen der Körner in Wasser von 70° oder 80° führt jedoch zur Abtötung aller Körner.

Die trockene Bodenoberfläche kann sich im Sommer bei starker Sonneneinstrahlung auf über 50° erwärmen; die Hirsekörner werden dadurch nicht geschädigt.

Wechseltemperaturen beeinflussen die Keimung nicht. Nachgereifte *Echinochloa*-Körner, die viermal je 2 Tage bei +4° und je 2 Tage bei 20° oder 26° gehalten wurden, keimten zu 92%, während die gleichmäßig bei 20° gehaltenen zu 94% keimten. Auch nicht nachgereifte, 5 Monate alte *Echinochloa*-Körner wurden nicht gefördert, sie keimten bei einem zweitägigen Wechsel zwischen 4° und 26° ebenso wie die gleichmäßig bei 20° gehaltenen zu 45%.

4. Abhängigkeit der Keimung von der Substratfeuchtigkeit

In großen Deckelschalen wurde lufttrockene Erde und solche mit 10 bis 100% der Wasserkapazität mit Hirsekörnern belegt.

Tabelle 3

Keimung bei unterschiedlicher Substratfeuchtigkeit

Substratfeuchtigkeit	10% %	20% %	30 bis 90% %	100% %
<i>Echinochloa</i> 65	42 a	76 b	92 c	60 d
<i>Setaria glauca</i> 65	0 a	16 b	82 c	4 a
<i>Setaria viridis</i> 65	0 a	28 b	44 c	10 d
<i>Setaria viridis</i> 66	52 a	62 b	80 c	58 b

Im trockenen Boden waren nach 2 Monaten 2% der Körner abgestorben, im feuchten 4% und im nassen Boden 30%. *Echinochloa* und *Setaria viridis* vermögen im ganz trockenen Boden noch zu 42% resp. 52% zu keimen, im staunassen sogar noch zu etwa 60%, während *Setaria glauca* etwas empfindlicher ist.

Wechselfeuchtigkeit wirkt nie fördernd, sondern immer hemmend auf die Keimung. *Setaria viridis*-Körner wurden im dreimaligen Wechsel 12 Stunden feucht und 12 Stunden trocken gehalten. Sie keimten danach zu 38%, während die Kontrollkörner, die immer feucht lagen, zu 73% keimten. Nachgereifte *Echinochloa*-Körner keimten beim einmaligen Wechsel (2 Tage feucht, 2 Tage trocken) zu 96%, beim zweimaligen zu 81%, beim dreimaligen zu 72%, während die gleichmäßig feucht gehaltenen zu 98% keimten. Läßt man die Körner nach Wechselfeuchtigkeit 2 bis 4 Wochen trocken liegen, so keimen sie wieder zu 96%; eine längere Trockenzeit kann also die Hemmung aufheben. Findet die Rücktrocknung nach dreitägiger Lagerung im feuchten Keimbett statt, so führt sie zum Absterben der in dieser Zeit bereits keimenden Körner.

5. Hemmung der Keimung durch Sauerstoffentzug

Einjährige Körner der drei Hirsearten (Ernte 1965) wurden entweder unter der Wasserstrahlpumpe in abgekochtem Wasser entlüftet und dann unter Wasser belassen oder in Erlenmeyerkölbchen mit abgekochtem Wasser und Paraffinabschluß bis zu 4 Wochen sauerstoffarm gehalten. Sie keimten unter Wasser nicht. Legt man sie dann in Petrischalen auf feuchtes Fließpapier, so erweisen sie sich als wenig geschädigt.

Tabelle 4

Keimung nach unterschiedlich langer Lagerung unter Wasser

unter Wasser	0 %	7 %	14 %	21 %	28 Tage %
<i>Echinochloa</i>	80 a	76 a	48 b	38 b	25 c
<i>Setaria glauca</i>	92 a	93 a	72 b	68 b	46 c
<i>Setaria viridis</i>	40 a	24 b	24 b	24 b	2 c

Die Fähigkeit, trotz Sauerstoffmangels keimfähig zu bleiben, ist bei den Körnern der einzelnen Grasarten sehr unterschiedlich. Während Reiskörner bis zu 4 Monaten untergetaucht liegen können, verlieren unsere Getreidearten schon nach 10 Tagen Staunässe die Keimfähigkeit. Die drei Hirsearten sind recht unempfindlich gegenüber Staunässe. Bei nachgereiften *Echinochloa*-Körnern trat in unseren Versuchen sogar eine 75%ige Keimung unter Wasser ein, wenn das Wasser etwas Luft enthielt.

6. Abhängigkeit der Keimung vom Keimbett

Nachgereiftes Saatgut der drei Hirsearten wurde auf Fließpapier, in Quarzsand oder in Komposterde eingekeimt. Die Keimrate war in allen Versuchen stets die gleiche. Auch wenn das Fließpapier mit Knopscher Nährlösung oder Nährlösung 1:10 oder 1:100 verdünnt getränkt wurde, ergab sich kein Unterschied in der Keimungsrate.

7. Abhängigkeit der Keimung vom Licht

Weder nicht nachgereifte noch nachgereifte Körner keimten im Hellen oder Dunklen besser. Das Licht beeinflusst die Keimung der Hirsekörner nicht.

8. Einfluß verschiedener Ionen auf die Keimung

Verschiedene Säuren und Salze wirken auf viele Samen keimungsfördernd. Bei den drei Hirsearten führte ein eintägiges Vorquellen der Körner in 0,1%iger oder 0,5%iger Phosphorsäure, in 0,25%iger Natronlauge oder in 0,01%iger

iger Kalilauge zu keiner Keimungsförderung. Auch 0,2%ige bis 0,025%ige Natriumacetat- oder 0,1–1 molare Kaliumnitratlösung wirkten nicht keimungsfördernd, selbst die 0,1 mol KNO₃-Lösung hemmte noch die Keimung. Nur mit 0,01 mol Salzsäure konnte eine geringe Förderung erreicht werden. Die Hirsearten sind auch unempfindlich gegenüber dem p_H-Wert des Bodens. Durch Zugabe von HCl oder NaOH wurde das Keimsubstrat auf die p_H-Werte 3 bis 10 eingestellt. Ein Jahr alte Körner aller drei Hirsearten (Ernte 65) keimten bei allen p_H-Werten gleich gut. Die Keimprozente von *Setaria viridis*, Ernte 66, betragen bei den p_H-Werten 3 bis 10: 80%, 69%, 66%, 69%, 73%, 70%, 66% und 69%. Der Säuregrad des Bodens beeinflusst also die Keimrate nicht.

9. Lebensdauer der Hirsekörner

Unsere 7 Jahre lang trocken aufbewahrten Körner von *Echinochloa* keimten noch zu 100%. Nach DARLINGTON sind im Boden vergrabene Hirsekörner noch nach 30 Jahren keimfähig. Um das Verhalten der Hirsekörner im Boden innerhalb eines Jahres festzustellen, wurden je 100 *Echinochloa*- oder *Setaria glauca*-Körner (Ernte 1964 und 1965) in Mitscherlich-Gefäßen mit Komposterde 3 cm oder 9 cm tief ausgelegt. Die Mitscherlich-Gefäße wurden auf dem Dachgarten, auf dem Boden, im Laboratorium oder im Warmhaus aufgestellt. Die aufgelaufenen Pflanzen wurden täglich gezählt und entfernt. Nach Ablauf der Untersuchungszeit (März 65 bis März 66 oder September 65 bis September 66) wurde der Boden gesiebt und die noch vorhandenen, gesunden Körner wurden gezählt. Aus der Zahl der gekeimten und noch vorhandenen Körner ergibt sich die Zahl der abgestorbenen. Insgesamt wurden 56 Mitscherlich-Gefäße ausgewertet. Faßt man den Prozentsatz der gekeimten, abgestorbenen und noch vorhandenen Körner aller Versuche nach der Bodentiefe zusammen, ergibt sich Tabelle 5.

Tabelle 5

	gekeimt %	abgestorben %	vorhanden %
<i>Echinochloa</i>			
3 cm	24	49	27
9 cm	10	59	31
<i>Setaria glauca</i>			
3 cm	44	23	33
9 cm	18	39	43

Aus 3 cm Tiefe laufen mehr als doppelt soviel Pflanzen auf als aus 9 cm Tiefe. Es wurden in 3 cm Tiefe zwar weniger Körner als in der tieferen Schicht wiedergefunden, aber insgesamt ergibt sich, daß in tieferen Schichten mehr Körner absterben. Der Unterschied ist signifikant. Da in der Tiefe mehr als doppelt so viele nicht gekeimte Körner vorhanden sind, werden mehr durch Bakterien und Pilze zerstört. Bringt man die wiedergefundenen Körner aus 3 cm Tiefe in optimale Keimbetten, so erweisen sie sich zu 10 bis 90% als keimwillig, die Körner aus 9 cm Tiefe sind nur zu 1 bis 40% keimwillig. In tieferen Schichten fallen mehr Körner in sekundäre Keimruhe. Nach einem Jahr ist noch etwa ein Drittel der anfangs vorhandenen Körner im Boden. *Setaria glauca* ist gesichert widerstandsfähiger als *Echinochloa*.

10. Auflauf aus verschiedenen Bodentiefen

ROCHÉ gibt an, daß die Hühnerhirse aus 5 cm Tiefe in 5 Tagen zu 80%, aus 15 cm Tiefe in 12 Tagen zu 65% und aus 20 cm Tiefe nicht mehr aufläuft. In unseren Versuchen liefen aus 9 cm Tiefe nicht einmal halb so viele Pflanzen auf als aus 3 cm Tiefe. Immerhin ist die Zahl der aus größeren Tiefen auflaufenden Hirsepflanzen recht beträchtlich.

11. Einfluß von Mikroorganismen auf Keimung und Lebensdauer der Hirsekörner

Den Hirsekörnern haften Bakterien und Pilzsporen an. Legt man die Körner auf Agar-Nährböden nach HANSEN, so können sich diese gut entwickeln. Die Körner wurden 7 bis 21 Tage im Bakterien-Pilzrasen belassen, dann gesäubert und zum Keimen auf feuchtes Fließpapier in Petrischalen ausgelegt. Hirsekörner sind gegen Verpilzung nicht so empfindlich wie z. B. Wildhaferkörner, sie können selbst im Pilzrasen zu einem gewissen Prozentsatz keimen.

Tabelle 6

Keimung bei und nach Verpilzung

im Pilzrasen	0	7	10	13	15	18	21 Tage
	%	%	%	%	%	%	%
<i>Echinochloa</i> 65	93 a	84 a	60 b	53 b	29 c	24 c	24 c
<i>Setaria glauca</i> 65	90 a	48 b	32 c	39 c	39 c	31 c	31 c
<i>Setaria vir.</i> 65	43 a	15 b	13 b	12 b	8 b	8 b	3 c
<i>Setaria vir.</i> 66	86 a	38 b	26 c	24 c	16 c	16 c	6 d

Mikroorganismen hemmen die Keimung stark, besonders empfindlich ist *Setaria viridis*. Allerdings können sich die Bakterien und Pilze im Boden nicht so üppig an den Körnern entwickeln wie im Agar-Nährboden. Körner, die 21 Tage im Pilzrasen gelegen hatten und danach nicht gekeimt waren, erwiesen sich nach 4 Wochen als abgestorben.

12. Zusammenfassung

Die Hühnerhirse (*Echinochloa crus galli* PB.), die Graugrüne Hirse (*Setaria glauca* (L.) PB.) und die Grüne Hirse (*Setaria viridis* (L.) PB.) breiten sich zur Zeit als Unkräuter stark aus. Sie keimen auch in nicht voll gequollenem Zustand. Das Temperaturoptimum der Keimung liegt über 20°. Die Bodenfeuchtigkeit beeinflusst die Keimung wenig; die Körner können z. T. unter Wasser keimen und auch eine längere Lagerung unter Wasser ertragen. Durch Licht, verschiedene Salze oder durch einen bestimmten p_H-Wert des Bodens wird die Keimung nicht gefördert. Trocken aufbewahrte Körner bleiben über 7 Jahre voll keimfähig, nach einjähriger Lagerung im Boden sind noch etwa 33% keimfähiger Körner vorhanden. Hirsepflanzen können aus Tiefen über 10 cm auflaufen. Mikroorganismen können unter optimalen Bedingungen in 3 Wochen 70 bis 95% der Körner abtöten.

Meinen technischen Assistentinnen, Frau Claudia JENDRUSCH und Fraulein Ingrid SCHLECHTER, danke ich für die Hilfe bei der Durchführung der Versuche.

Резюме

Кетэ ФОДЕРВЕРГ

О физиологии прорастания просяных сорняковой флоры

Просо куриное (*Echinochloa crus galli* PB.), мышей сизый (*Setaria glauca* (L.) PB.) и мышей зелёный (*Setaria viridis* (L.) PB.) сильно распространяются в настоящее время как сорняки. Они прорастают и при неполном набухании. Оптимальная температура прорастания 20°C. Влажность почвы мало влияет на прорастание; семена могут отчасти прорасти под водой и переносят длительное пребывание под водой. Свет, различные соли или определенный показатель pH почвы не способствуют прорастанию. Сухие семена полностью сохраняют всхожесть более 7 лет, семена, пролежавшие в почве один год сохраняют всхожесть на 33%. Просяные могут прорасти с глубины более 10 см. При оптимальных условиях микроорганизмы могут за 3 недели повредить от 70 до 95% семян.

Summary

Käthe VODERBERG

Germination physiology of weed millet species

Fowl millet (*Echinochloa crus galli* PB.), grey-green millet (*Setaria glauca* (L.) PB.), and green millet (*Setaria viridis* (L.) PB.) are now found to largely propagate as weeds. They are likely to germinate even in incompletely swollen condition. The optimum temperature for germination is above 20 °C. Germination is hardly influenced by soil moisture, as some of the grains would germinate even under water and withstand also prolonged under-water storage. Germination is not promoted by light, certain salts, or a certain pH -value of the soil. Grains stored in dry condition would retain their full germinating capacity for seven years. Some 33 per cent of a given quantity of grains would have retained their germinating capacity after one years of storage in the soil. Millet plants can emerge from depths of more than 10 cm. Under optimum con-

ditions, micro-organisms could kill 70 to 95 per cent of the grains, in three weeks.

Literatur

- DARLINGTON, H. T.: Dr. W. J. BEAL's seed-viability experiment. *Am. J. Bot.* 9 (1922), S. 266
HANF, M.: Keimung von Ackerunkräutern unter verschiedenen Bedingungen im Boden. *Landw. Jahrb. Berlin* 93 (1943), H. 2, S. 169
KIRCHNER, O.; LOEW, E.; SCHRÖTER, S.: *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas*. Bd. I/2, 15. Lfg., Stuttgart, 1912
LEHMANN, E.; AICHELE, F.: *Keimungsphysiologie der Gräser*. Stuttgart, 1931
REHM, E.: Beiträge zur Kenntnis und Bekämpfung der Samenunkräuter. *Fühlings Landw. Ztg.* 42 (1892), S. 656
ROCHÉ jr., BEN F.; MUZIK, T. J.: Ecological and Physiological Study of *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. and the Response of Its Biotypes to Sodium 2,2-dichloropropionate. *Agronomy Journ.* 56 (1964), Nr. 2, S. 155
VOGT, E.: Ein Beitrag zur Keimfähigkeit der Samen der Hühnerhirse und des Ampferknöterichs, besonders ihrer im Boden ruhenden Samen. *Angew. Bot.* 29 (1955), S. 26
WEHSARG, O.: Die Verbreitung und Bekämpfung der Ackerunkräuter in Deutschland. Bd. I und Bd. II (Arbeiten der Deutschen Landw. Ges. H. 294 und 350), 1918 und 1927

Institut für Phytopathologie Aschersleben der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Ewald KARL und Rolf FRITZSCHE

Auftreten lindanresistenter Grüner Pflirsichblattläuse (*Myzus persicae* Sulz.) im Gewächshaus

Einleitung

Das Auftreten insektizidresistenter Stämme von Schadinsekten ist bereits seit 1897 bekannt. Ein Faktor von wirtschaftlicher Bedeutung ist dieses Problem aber erst seit der Einführung der synthetischen Kontaktinsektizide in die Praxis der Schädlingsbekämpfung geworden (FRITZSCHE, 1967). Man versteht unter Resistenz von Schadinsekten gegen bestimmte insektizide Wirkstoffe die spontanen Reaktionen der Populationen nach mehr oder weniger häufiger Insektizideinwirkung mit dem Kennzeichen erblich bedingter aktiver Abwehr des Organismus gegenüber dem Wirkstoff. Resistenz ist also genetisch bedingt und wird durch Selektion augenfällig. Der Zeitraum, innerhalb dessen es zur Ausbildung resistenter Stämme einer bestimmten Art kommt, hängt neben dem genetischen Potential zu einem wesentlichen Teil von dem Selektionsdruck, also der Wirkstoffkonzentration und der Einwirkungshäufigkeit ab. Verglichen mit Freiland Schädlingspopulationen ist unter unseren Verhältnissen bei Schadinsekten (und Milben) in Gewächshäusern, in denen in der Regel eine weitaus häufigere Pflanzenschutzmittelanwendung erfolgt als im Freiland, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens resistenter Stämme wesentlich größer. Nachdem in verschiedenen Gewächshäusern der DDR bereits das Auftreten akarizidresistenter Spinnmilben (*Tetranychus urticae* Koch und *T. cinnabarinus* Boisd.) festgestellt werden konnte, wurden entsprechende Beobachtungen nunmehr auch für die Grüne Pflirsichblattlaus (*Myzus persicae* Sulz.) gemacht, worüber im folgenden berichtet werden soll.

Beobachtungsergebnisse

Seit Ende 1965 wird in den Gewächshäusern des Ascherslebener Institutes die Beobachtung gemacht, daß das seit Jahren in wöchentlichen Abständen durchgeführte Räuchern mit Lindan ("Rufach-Räucherstreifen", 1 Streifen je 20 m³) gegen *M. persicae* an verschiedenen Pflanzenarten (*Beta*-Rübe, Kartoffel, Chinakohl, Blumenkohl, Rüben, Paprika, Salat, Acker- und Puffbohne, Gerste, Hafer, Chrysantheme,

Weißklee, *Nicotiana tabacum* L., *N. glutinosa* L., *Chenopodium quinoa* Willd., *C. murale* L.) nicht mehr befriedigend wirkt. Es lag die Vermutung nahe, daß es sich in diesem Falle um eine lindanresistente Population handelt, die auf Grund der jahrelangen Anwendung dieses Wirkstoffes selektiert wurde. Über Resistenz verschiedener Blattlausarten gegen organische Phosphorinsektizide finden sich seit 1955 Hinweise (ANTHON, 1955; POTTER und GILLHAM, 1957; STERN und REYNOLDS, 1958; BAERECKE, 1962; KUNG, CHANG und CHAI, 1964 u. a.). Resistenz gegen Wirkstoffe aus der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe ist bei Blattläusen unseres Wissens bisher noch nicht beobachtet worden.

Bei Vergleichsversuchen mit einer gegenüber Lindan (als Räuchermittel) normal empfindlichen und der genannten resistenten *M. persicae*-Population zeigte es sich, daß bei handelsüblicher Dosierung und einer Einwirkungsdauer des Räuchermittels von 30 min die letztere Population nicht beeinflusst wurde. Selbst bei 16stündiger Einwirkungsdauer überlebten etwa 20% der Versuchstiere. Diese Versuche wurden in einer Glaskabine (0,5 m³ Fassungsvermögen) durchgeführt. Die Dosierung entsprach der obengenannten, für „Rufach-Räucherstreifen“ anerkannten Vorschrift (Tab. 1).

Tabelle 1

Vergleich der Empfindlichkeit verschiedener Stämme von *Myzus persicae* gegen Räuchern mit Lindan

(Versuchspflanzen: Chinakohl und Blumenkohl)

Stamm	Einwirkungsdauer 30 min Zahl der lebenden Blattläuse		Einwirkungsdauer 16 h Zahl der lebenden Blattläuse	
	Versuchsbeginn (19. 9. 66)	24 h nach der Behandlung	Versuchsbeginn (11. 10. 66)	24 h nach der Behandlung
Normalstamm	350	1	280	0
Resistenter Stamm	1000	1081	500	96

In der gleichen Weise wurde die Lindanempfindlichkeit einer Reihe weiterer Blattlausarten geprüft. Dabei ergab sich, daß der untersuchte Stamm von *Aphis gossypii* (Glov.) bei einer Einwirkungszeit von 30 min nicht beeinträchtigt wurde. Gegen die übrigen Arten lief sich eine befriedigende, wenn auch nicht 100%ige Abtötung erreichen. Nach 16 h überlebten nur noch 5 *A. gossypii*- und 3 *Brachycaudus helichrysi*-Individuen (Tab. 2).

¹⁾ Herrn Prof. Dr. F. P. MÜLLER, Rostock, danken wir für die Überlassung von Lebendmaterial dieses Stammes der Gurkenblattlaus.

Tabelle 2

Vergleich der Empfindlichkeit verschiedener Blattlausarten gegen Räuchern mit Lindan

Blattlausart	Pflanzenart und Zahl	Einwirkungsdauer 30 min		Einwirkungsdauer 16 h	
		Zahl der lebenden Blattläuse	Zahl der lebenden Blattläuse	Zahl der lebenden Blattläuse	Zahl der lebenden Blattläuse
		Versuchsbeginn (19.9.66)	24 h nach der Behandlung	Versuchsbeginn (11.10.66)	24 h nach der Behandlung
<i>Aphis gossypii</i> Glov.	Kürbis 3	450	421	300	5
<i>Aphis fabae</i> Scop.	Puffbohne 3	300	3	420	0
<i>Brevicoryne brassicae</i> L.	Blumenkohl 3	250	4	550	0
<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kalt.	Chrysantheme 3	250	2	400	3
<i>Rhopalosiphum padi</i> L.	Hafer 3	600	2	600	0
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas	Kartoffel 3	150	5	70	0
<i>Megoura viciae</i> Bckt.	Puffbohne 1	40	6	40	0

Eine Einwirkungsdauer von 30 min bei Erhöhung der Lindandosierung um das 6fache führte weder bei dem resistenten Stamm von *M. persicae* noch bei *A. gossypii* zu einem befriedigenden Erfolg, während die übrigen Arten bis auf 5 überlebende Individuen bei *B. helichrysi* zu 100% abgetötet wurden (Tab. 3).

Tabelle 3

Empfindlichkeit verschiedener Blattlausarten gegen Räuchern mit Lindan in 6facher Überdosierung

Datum des Versuches: 27. 9. 66 Einwirkungsdauer: 30 min

Blattlausart	Pflanzenart und Zahl	Zahl der lebenden Blattläuse	
		Versuchsbeginn (geschätzt)	24 h nach der Behandlung
<i>Myzus persicae</i> : resistenter Stamm	Chinakohl 3	450	420
<i>Myzus persicae</i> : Normalstamm	Blumenkohl 2	240	0
<i>Aphis gossypii</i>	Kürbis 1	200	186
<i>Aphis fabae</i>	Puffbohne 3	200	0
<i>Brevicoryne brassicae</i>	Blumenkohl 2	230	0
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	Chrysantheme 3	320	5
<i>Rhopalosiphum padi</i>	Hafer 3	300	0
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Kartoffel 1	150	0
<i>Megoura viciae</i>	Puffbohne 1	40	0

In einem weiteren Versuch überlebten von 350 Ausgangstieren des resistenten *M. persicae*-Stammes nach einer Einwirkungsdauer von 24 h und der 4fachen Überdosierung noch 50 Individuen.

Um festzustellen, inwieweit die Formulierung des Wirkstoffes für die Unterschiede im Wirkungsgrad verantwortlich zu machen ist, wurden Spritzversuche (HL-Spritz- und Gießmittel, 0,4%, Wirkstoff: Lindan) durchgeführt. Dabei zeigte es sich, daß Lindan auch in dieser Formulierung gegen den resistenten *M. persicae*-Stamm nicht wirkt. Von dem Normalstamm überlebten nur wenige Tiere die Behandlung. *A. gossypii* dagegen wurde 100%ig abgetötet. Auf Grund dieser Versuche kommt man zu dem Ergebnis, daß es sich bei dem in den Gewächshäusern des Institutes auftretenden Stamm von *M. persicae* um einen lindanresistenten Stamm handelt, der im Verlaufe der Jahre durch ständige Selektion entstanden ist. Wenn auch durch Erhöhung der Wirkstoffdosis sowie der Einwirkungszeit der Bekämpfungserfolg verbessert werden kann, so bleiben doch in jedem Falle genügend Individuen am Leben, um in relativ kurzer Zeit eine neue Population aufbauen zu können. Die Möglichkeit des Auftretens von Pflanzenschäden läßt, abgesehen von den Anerkennungsverschriften, eine weitere Steigerung der Anwendungskonzentration nicht zu. Ursache des teilweisen Versagens der Lindanräuchermittel gegen *A. gossypii* ist nicht das Vorhandensein resistenter Stämme, sondern eine, wahrscheinlich auf der Formulierung des Wirkstoffes beruhende Modifikation der Empfindlichkeit der Individuen (Tab. 4).

Tabelle 4

Wirkung von Lindan-Spritzmittel (HL-Spritz- und Gießmittel 0,4%) auf verschiedene Blattlausarten und -stämme

Blattlausart	Pflanzenart und -zahl	Ø Ausgangsbesatz insgesamt	Anzahl lebender Blattläuse 4 Tage nach der Behandlung	Versuchsbeginn 1966
<i>Myzus persicae</i> : Normalstamm	Chinakohl 10	500	10	28. 10.
<i>Myzus persicae</i> : resistenter Stamm	Chinakohl 10	1000	1163	28. 10.
<i>Aphis fabae</i>	Puffbohne 6	500	0	14. 10.
<i>Aphis gossypii</i>	Kürbis 4	250	0	29. 9.

Auf Grund dieser Feststellungen mußte geklärt werden, welche Wirkstoffe sich zur Bekämpfung lindanresistenter *M. persicae* eignen. Hierzu dienten Vergleichsversuche mit DDT (BERCEMA-Spritzpulver D 50; 0,4%), Methyl-demeton-methyl (Tinox 50; 0,05%), Dimethoat (Bi 58; 0,05 und 0,1%) und Parathion-methyl (Wofatox-Spritzmittel 0,2%). Diese Wirkstoffe waren in den Gewächshäusern des Institutes in den letzten Jahren nicht angewendet worden.

Tabelle 5

Wirkung verschiedener Wirkstoffe gegen *Aphis fabae* Scop. und zwei Stämme von *Myzus persicae* Sulz. im Gewächshaus.

Durchschnittlicher Ausgangsbesatz bei jeder Versuchsvariante

Wirkstoff	Konzentration %	Anzahl lebender Blattläuse 4 Tage nach der Behandlung		
		<i>Aphis fabae</i>	<i>Myzus persicae</i> Normalstamm	<i>Myzus persicae</i> resistenter Stamm
		500	500	1500
Methyl-demeton-methyl	0,05	0	1	13
Dimethoat	0,05	0	25	1429
Dimethoat	0,1	0	3	1038
Parathion-methyl	0,2	0	7	2134
DDT	0,4	1	195	1678

Als Versuchspflanzen wurden pro Variante bei jedem der beiden *M. persicae*-Stämme je 10 Chinakohlpflanzen verwandt und für *A. fabae* je 6 Puffbohnenpflanzen. Gespritzt wurde in der Zeit vom 14. bis 28. 10. 1966. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Da aus anderen Untersuchungen bekannt ist, daß die Wirkung der organischen Phosphorsäureinsektizide, besonders der systemischen Verbindungen, durch die Temperatur beeinflußt wird (KARL), wurden diese Versuche in dem für die genannten Wirkstoffe optimalen Wirkungsbereich von 22 bis 26 °C durchgeführt. Trotzdem konnte gegen den lindanresistenten *M. persicae*-Stamm nur mit Methyl-demeton-methyl ein befriedigender Erfolg erzielt werden. Bei Dimethoat blieb auch eine Erhöhung der Konzentration von 0,05 auf 0,1% nahezu wirkungslos. Die Wirkung des DDT gegenüber dem Normalstamm kann als nicht befriedigend angesehen werden. Gegen den lindanresistenten Stamm war DDT ohne Wirkung. *A. fabae* wurde durch jeden der genannten Wirkstoffe erfolgreich bekämpft.

Diskussion

Die Versuche haben gezeigt, daß durch mehrjährige Anwendung von Lindan in Form von Räuchermitteln in Gewächshäusern bei *M. persicae* resistente Stämme selektiert werden können. Der Resistenzgrad kann so weit gehen, daß auch mit einer Verlängerung der Einwirkungszeit des Präparates sowie durch Erhöhung der Anwendungskonzentration keine befriedigenden Bekämpfungsergebnisse mehr zu erzielen sind. In diesem Stadium bleiben auch Lindanpräparate mit anderen Wirkstoffformulierungen ohne ausreichenden Erfolg, im Gegensatz zum geprüften Stamm von *A. gossypii*, dessen Empfindlichkeit gegenüber Lindan offensichtlich durch die Art der Formulierung beeinflußt wird. Es könnte daran gedacht werden, daß die beobachtete lindanresistente *M. persicae*-Population in den Gewächshäusern von Individuen abstammt, die aus dem Freiland zugeflogen sind, so daß der Selektionsvorgang auf Grund des regelmäßigen Räucherns nur sekundär von Bedeutung ist. Da es sich in vorliegenden Fälle um insekten-gesicherte Häuser für Virusuntersuchungen handelt, kann diese Möglichkeit weitgehend ausgeschlossen werden. Für die Praxis muß also damit gerechnet werden, daß in jedem Gewächshaus mit intensiver Lindan-Verräucherung spontan resistente *M. persicae*-Stämme auftreten.

Die Prüfung verschiedener Wirkstoffe gegen die Population hat gezeigt, daß mit der Resistenz gegen Lindan gleichzeitig Resistenz gegen DDT, also ebenfalls einen Wirkstoff aus der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffinsektizide verbunden sein kann. Wenn auch die Wirkung des DDT gegen diese Blattlausart nicht befriedigt, wie die Versuche mit einem Normalstamm gezeigt haben, so dürfte doch das Vorliegen von Gruppenresistenz keinem Zweifel unterliegen, besonders da die Versuchspopulation nachweislich noch niemals mit DDT behandelt wurde (FRITZSCHE, 1967). Auffällig ist das Versagen der Wirkstoffe Dimethoat und Parathion-methyl, die beide chemisch mit Lindan nicht verwandt sind. Auch in diesen Fällen haben Behandlungen der Population in der zurückliegenden Zeit nicht stattgefunden, die zur Resistenzbildung hätten führen können. Die im vorliegenden Falle beobachtete Resistenz eines lindanresistenten Stammes gegen Wirkstoffe aus der Gruppe der organischen Phosphorsäureinsektizide müßte demnach als Kreuzresistenz angesehen werden, die jedoch nur auf bestimmte Wirkstoffe beschränkt ist, wie die Bekämpfungsergebnisse mit Methyl-demeton-methyl zeigen. Wir sind der Ansicht, daß die vorhandenen Beobachtungsergebnisse zwar ausreichen, um den Nachweis für das Auftreten von lindanresistenten *M. persicae*-Stämmen mit gleichzeitiger Resistenz gegen bestimmte verwandte und nicht verwandte Wirkstoffe zu erbringen, daß aber die vorhandenen Unterlagen noch nicht umfassend genug sind,

um Aussagen über die Vorgänge innerhalb der Population zu machen, die zu der Erscheinung der Kreuzresistenz geführt haben. Dies wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Für die Praxis ergeben sich folgende Schlußfolgerungen: In Gewächshäusern, in denen eine intensive Anwendung von Lindan-Räucherstreifen erfolgt, besteht die Möglichkeit des Auftretens lindanresistenter *M. persicae*-Stämme. Diese Stämme können gleichzeitig eine mehr oder weniger ausgeprägte Resistenz gegen DDT und bestimmte organische Phosphorsäureinsektizide aufweisen. Gegenmaßnahmen gegen diese resistenten Stämme müssen entsprechende Versuche vorausgehen, um den geeigneten Wirkstoff sowie die geeignete Konzentration zu ermitteln. Im vorliegenden Falle konnte mit Methyl-demeton-methyl (Tinox 50; 0,05%) ein befriedigender Erfolg erzielt werden.

Zusammenfassung

1. Regelmäßige Anwendung von Lindan-Räuchermitteln in Gewächshäusern kann zur Ausbildung resistenter *Myzus persicae*-Stämme führen.

2. Die beobachtete Population zeigte gleichzeitig Resistenz gegen DDT, Dimethoat und Parathion-methyl, obwohl Behandlungen in der zurückliegenden Zeit mit diesen Wirkstoffen nachweislich nicht stattgefunden hatten.

3. Die lindanresistente Population konnte mit Methyl-demeton-methyl (Tinox 50; 0,05%) wirksam bekämpft werden.

Резюме

Эвальд КАРЛ и Рольф ФРИТЗШЕ
Появление устойчивых к линдану персиковых тлей (*Myzus persicae* Sulz.) в теплицах

Регулярное применение в теплицах фумигантов типа линдана может привести к образованию устойчивых штаммов *Myzus persicae*.

Наблюденная популяция проявляла одновременно устойчивость к ДДТ, диметоату и паратион-метилу, хотя точно установлено, что в предшествовавшее время обработок этими препаратами не проводилось.

Борьбу с устойчивым к линдану штаммом успешно можно вести применяя метил-деметон-метил (тинокс 50; 0,05%).

Summary

Ewald KARL and Rolf FRITZSCHE

Regular application of lindan fumes to greenhouses may result in the formation of resistant *Myzus persicae* strains.

The population observed was resistant to DDT, Dimethoat, and Parathion-methyl, although it was safely established that these agents had not been used in treatment, during the past period.

The lindan-resistant population was effectively controlled by means of Methyl-demeton-methyl (Tinox 50; 0,05%).

Literatur

- ANTHON, E. W.: Evidence for green peach aphid resistance to organophosphorus insecticides. J. econ. Ent. 48 (1955), S. 56-57
BAERECHE, M.-L.: Resistenz von *Myzus persicae* Sulz. gegen E 605 und Metasystox. Z. Pflanzenkrankh. 69 (1962), S. 453-461
FRITZSCHE, R.: Das Problem der Resistenzbildung bei Milben und Insekten. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Berlin) NF 21 (1967), S. 1-5
KARL, E.: Der Einfluß der Temperatur auf die Wirkung systemischer Phosphorinsektizide gegen Blattläuse. Unveröffentlicht
KUNG, K. Y.; CHANG, K. L.; CHAI, K. Y.: Detecting and measuring the resistance of cotton aphid to systox. Acta ent. Sin. 13 (1964), S. 1-9
POTTER, C.; GILLHAM, E. M.: Effect of host-plant on the resistance of *Acyrtosiphon pisum* (Harris), to insecticides. Bull. ent. Res. 48 (1957), S. 317-322
STERN, V. M.; REYNOLDS, H. T.: Resistance of the spotted alfalfa aphid to certain organophosphorus insecticides in southern California. J. econ. Ent. 51 (1958), S. 312-316

Kleine Mitteilungen

Ein ungewöhnlich starkes Auftreten von *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. an Baumschulmaterial von Apfel und Pflaume

Der Erreger der Rotpustelkrankheit *Nectria cinnabarina*, ein naher Verwandter des Obstbaumkrebses, zählt zu den bekanntesten holzbewohnenden Pilzen. Mit Vorliebe werden von ihm abgestorbene oder kränkelnde Äste und Zweige besiedelt, auf deren Rinde der Pilz rötlich gefärbte Fruchtkörper, Perithezien und Konidienlager, hervorbringt. Man glaubte daher zunächst, einen Saprophyten vor sich zu haben, erkannte aber bald seine parasitische Natur (MAYR, 1883; BRICK, 1893; WEHNER, 1894 u. a.). Der Pilz ist bei seinem Eindringen in den Wirt auf Verletzungen angewiesen. Insbesondere sind hierbei tiefere Schnittwunden von Bedeutung. Das weitere Vordringen geschieht in den Holzzellen unter bräunlicher Verfärbung der befallenen Teile. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist jahreszeitlichen Einflüssen unterworfen. Sie ist im Winter bei vermindertem Wassergehalt größer als im Sommer. Die befallenen Pflanzenteile sterben in der Regel ab. Sie welken sehr schnell, wobei eine Beteiligung giftiger Stoffwechselprodukte des Pilzes nachgewiesen werden konnte (KOBEL, 1952).

Befallen werden nahezu alle Gehölze und Sträucher. Besonders häufig findet man das Krankheitsbild am Ahorn, dann auch an der Linde, der Kastanie, der Ulme, am Weißdorn und an Ribes-Arten. Weniger bekannt ist ein Befall

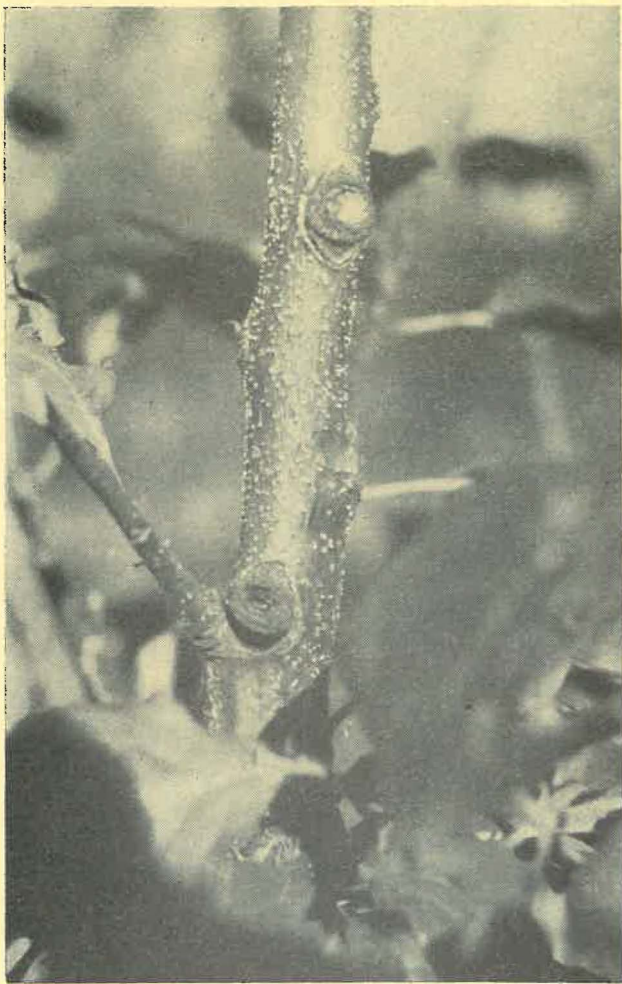


Abb.: Stamm eines von *N. cinnabarina* befallenen Jungbaumes

von Obstbäumen. Daß aber auch hier die Verluste unter bestimmten Bedingungen recht empfindlich sein können, zeigt ein Schadauftreten in einer norddeutschen Baumschule, wo mehrere Tausend junge Apfel- und Pflaumbäume durch den Pilz vernichtet wurden. Der Erreger der Rotpustelkrankheit war durch Schnittwunden, wie sie durch Entfernen von Seitentrieben bei der Aufschulung der Bäume entstehen, ins 2jährige Holz eingedrungen und hatte innerhalb kurzer Zeit die jungen Bäume zum Absterben gebracht (Abb.). Besonders hoch waren die Ausfälle bei den Apfelsorten „Goldparmäne“ und „James Grieve“ und bei der Pflaumensorte „Hauszwetsche“.

Bei dem Schadauftreten überraschten besonders der nahezu gleichmäßige Befall und die überall einheitliche Entwicklung des Krankheitsbildes, so daß eine allmähliche Ausbreitung der Krankheit von wenigen primär befallenen Bäumen nicht angenommen werden konnte. Bei einer genaueren Besichtigung der Baumschule stellte sich heraus, daß das anfallende Schnittholz inmitten der Baumschule zu großen Haufen ohne jede Abdeckung zum Kompostieren aufgesetzt war. Unter derart günstigen Bedingungen war der Pilz zu einer überaus starken Fruktifikation gelangt, so daß das gesamte freiliegende Holz an den Außenseiten der aufgesetzten Haufen durch die zahlreichen Fruchtkörper rötlich verfärbt erschien. Von hier aus war der Krankheitserreger gleichmäßig über die Baumschule verbreitet worden.

Ob es sich bei dem beobachteten unterschiedlichen Befall der Sorten um echte Sorteneigenschaften handelt oder ob dieser durch bestimmte Umstände wie Schnittzeitpunkt, Düngung etc. vorgetäuscht wurde, konnte nachträglich nicht mehr festgestellt werden. Durch restlose Beseitigung der Komposthaufen und Verbrennen des laufend anfallenden Schnittholzes konnte in der nachfolgenden Zeit ein neuerliches Auftreten der Krankheit verhindert werden. Eine Schnittholzabfuhr sollte ohnehin in Obstanlagen gefordert werden, da manche Krankheitserreger und Schädlinge an dem am Boden liegenden Holz ihre Entwicklung fortzusetzen vermögen. Das gilt insbesondere für den Obstbaumkrebs (*Nectria galligena* Bres.), der am abgeschnittenen Holz noch bis zu 2 Jahren seine Sporen ausbilden kann (SAURE, 1962).

Literatur

- BRICK, C.: Über *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. Jb. Hamburger Wiss. Anstalten X, 1893, S. 113-124
KOBEL, F.: Untersuchungen über toxische Stoffwechselprodukte von *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. Phytopath. Z. 18 (1952), S. 157-195
MAYR, H.: Über den Parasitismus von *Nectria cinnabarina*. Unters. forstbot. Inst. München III, Berlin, 1883, S. 1-16
SAURE, M.: Untersuchungen über die Voraussetzungen für ein epidemisches Auftreten des Obstbaumkrebses (*Nectria galligena* Bres.). Mitt. Obstbauversuchsrings Alten Landes (1962), Beih. 1, S. 1-74
WEHNER, C.: Zum Parasitismus von *Nectria cinnabarina* Fr. Z. Pflanzenkrankh. 4 (1894), S. 74-84

F. DAEBELER und H.-A. KIRCHNER, Rostock

Auftreten von Weißfäule (*Fusarium poae* (Pk.) Wr.) an Maiskolben verschiedenen Zuchtmaterials

Über das Auftreten von *Fusarium poae* als Schadpilz der Maiskolben im mitteldeutschen Trockengebiet sowie im Berliner Raum wurde bereits berichtet (FOCKE und KÜHNEL, 1964). Eine Beschreibung des Schadbildes, der Kulturmerkmale sowie der die Weißfäule begünstigenden Faktoren liegt in derselben Arbeit vor, desgleichen Hinweise für Bekämpfungsmöglichkeiten.

Das feuchtkühle Jahr 1966 erwies sich hinsichtlich Kolbenfäulen nach den trocken-warmen „*Fusarium-moniliorme*-Jahren“ als ein „*Fusarium-poe*-Jahr“, während

Fusarium culmorum wie alljährlich mit etwa gleichbleibender Stärke als Schadpilz von Maiskolben in Erscheinung trat.

In der vorliegenden Mitteilung soll über einen in dieser Stärke bislang nicht beobachteten natürlichen, aber unterschiedlichen Befall der Kolben verschiedenen Zuchtmaterials mit *F. poae* im Bereich des Bernburger Institutes berichtet werden.

In einem Bestäubefeld (1 200 m²) mit dem Vater Stamm „101“ waren als Mütter der Stamm „St/6“, die Inzuchtlinie „1413“ sowie die französischen Doppelhybriden „INRA 200“ und „INRA 244“ in der für ein Bestäubefeld üblichen Anordnung (♀:♂ = 2:1) angebaut. Diese Isolierparzelle war bereits in den beiden vorhergehenden Jahren mit Mais bestellt worden. Sie war in nördlicher Richtung durch einen Baumschutzstreifen begrenzt, während die drei anderen Seiten Wirtschaftsgetreide (Wi.-Gerste) umgab.

Mitte September hatte das genannte, z. T. relativ frühe Zuchtmaterial etwa die Wachreife erreicht; die Kolben wurden daher zwischen dem 21. und 27. September geerntet. Auf der vom Bestäubefeld etwa 3 km entfernt gelegenen Zuchtgartenfläche, die seit 8 Jahren nicht mit Mais bestanden war, konnten zur selben Zeit „101“, „St/6“ und „1413“ vergleichsweise mitgeprüft werden.

Tab. 1 enthält die Auszählung kranker und gesunder Kolben aus jeweils 100 bzw. 4 bis 6 × 100 Kolben des beschriebenen Materials. Frischmasse und Feuchtigkeitsgehalt der Kolben wurden sofort nach der Auszählung bestimmt. Die Kreuzung „1413 × 101“ ist am meisten geschädigt, sowohl hinsichtlich der Anzahl Kolben als auch, wie der Krankheitsindex (K %) aussagt, bezüglich der Befallsstärke des Einzelkolbens.

Tabelle 1
Weißfäule an Kolben verschiedenen Zuchtmaterials in einem Bestäubefeld

Bezeichnung	Anzahl Kolben	Weißfäule		K %	Frischmasse in kg je 100 Kolben		% Feuchte d. Kolben z. Z. der Ernte
		Anzahl Kolben	%		gesund	krank	
101 ♂	603	103	17,1	9,2	20,438	19,621	52,4
St/6 × 101	100	4	4,0	2,3	11,458	(9,000)	46,9
1413 × 101	401	345	86,0	60,7	14,241	12,770	56,3
INRA 200 × 101	400	6	1,5	1,0	18,401	(14,833)	50,4
INRA 244 × 101	350	0	0	0	21,689	—	47,8

Die Angaben in Tab. 2 weisen die gleichen Tendenzen auf wie die Boniturnoten in Tab. 1. Das Verhalten der drei vergleichbaren Formen gegenüber *Fusarium*-Befall weicht also unter Zuchtgartenbedingungen nicht wesentlich von dem unter Feldbedingungen ab. Die Befallsunterschiede können demnach nicht als standortbedingt angesprochen werden, sondern sind genetischer Natur. Die anfällige Inzuchtlinie „1413“ neigt zu stärkerer Weißrissigkeit als die übrigen geprüften Nummern, einem Merkmal, das begünstigend auf den Befall mit *F. poae* und *F. moniliforme* einwirkt (FOCKE und KÜHNEL, 1964; FOCKE, 1966).

Tabelle 2
Weißfäule an Kolben verschiedenen Zuchtmaterials im Zuchtgarten (Vergleich zum Bestäubefeld)

Bezeichnung	Anzahl Kolben	Weißfäule		K %
		Anzahl Kolben	%	
101	290	138	47,6	17,0
St/6	365	97	26,6	9,5
1413	232	162	69,8	37,1

Zur Beantwortung der Frage nach der wirtschaftlichen Verwertbarkeit des Saatgutes von diesem Zuchtmaterial wurde dasselbe einer von HULEA et al. (1960) empfohlenen Methode der Kaltkeimung unterzogen. Die Expositionsdauer des Saatgutes in Kälte (8 bis 10 °C) betrug 10 Tage, danach 3 Tage in Wärme (24 bis 26 °C). Den für diese Methode geforderten Ackerboden entnahmen wir einem Feld, das in den letzten 8 Jahren in zweijährigem Turnus mit Mais bestellt worden war.

Die geernteten Kolben wurden mit Warmluft (35 bis 40 °C) getrocknet, dann maschinell gerebelt und gereinigt. Die Beizung erfolgte mit „Wolfen-Thiuram 85“ (TMTD). Einige Ergebnisse sind Tab. 3 zu entnehmen. Die Kreuzung „1413 × 101“ weist trotz Beizung geringe Keimfähigkeit, bedingt durch hohen samenbürtigen Pilzbesatz, auf (*F. poae*, *F. moniliforme*). Der große Anteil weißrissiger Karyopsen ermöglicht ein tiefes Eindringen der Schadpilze, das durch Beizung nicht zu kompensieren ist. Bemerkenswert ist fernerhin, daß die Kreuzung „INRA 200 × 101“ fast ausschließlich bodenbürtige *Fusarium*-Arten (für den Mais z. B. *F. oxysporum*) an den Karyopsen aufweist, die aus der verwendeten Ackererde stammen. Auch „101“ sowie „St/6 × 101“ hatten einen relativ hohen Anteil *F. oxysporum*. Letzteres Material scheint im Keimprozeß demnach eine stärkere Anfälligkeit gegen bodenbürtige Fusarien zu besitzen, die „Wolfen-Thiuram 85“ gut zu kompensieren vermag, wie aus dem Vergleich von gebeizten mit nicht gebeizten Varianten hervorgeht.

Penicillium sp. war vorwiegend an gekeimten Karyopsen zu finden, die *Fusarium*-Arten an nicht gekeimten.

Das in Tab. 2 aufgeführte Material war in Einzelkolbennachkommenschaften (Selbstungen) angebaut worden und konnte als solches bonitiert werden. Entsprechende Angaben sind Tab. 4 zu entnehmen. Es zeigte sich, daß die Einzelpflanzennachkommenschaften einer jeden Prüfnummer recht unterschiedlich in der Anfälligkeit gegen *F. poae* sind. Hier ergab sich die Möglichkeit, auf Grund des natürlichen, außerordentlich starken Befalls mit einer *Fusarium*-Art die besten Nachkommenschaften auch aus den anfälligeren, sonst aber wertvollen Stämmen bzw. Inzuchtlinien für die Selektion vorzumerken.

Tabelle 3
Keimprüfung im „cold test“ nach HULEA et al. (1960)

Bezeichnung	Keimkraft %	verpilzte Karyopsen in %	Häufigste Schadpilze an den verpilzten Karyopsen in %*
101 ungebeizt	70,3	11,3	<i>Fusarium</i> spp. ¹⁾ (59,0) <i>Penicillium</i> sp. (29,4)
St/6 × 101 gebeizt	94,0	12,0	<i>Penicillium</i> sp. (55,6) <i>Fusarium poae</i> (16,7)
St/6 × 101 ungebeizt	53,7	40,7	<i>Fusarium</i> spp. ¹⁾ (57,4) <i>Penicillium</i> sp. (44,3)
1413 × 101 gebeizt	76,0	40,7	<i>Fusarium</i> spp. ²⁾ (50,0) <i>Penicillium</i> sp. (54,6)
1413 × 101 ungebeizt	66,0	44,0	<i>Fusarium</i> spp. ²⁾ (72,7) <i>Penicillium</i> sp. (42,4)
INRA 200 × 101 gebeizt	98,3	2,7	<i>Fusarium</i> spp.
INRA 200 × 101 ungebeizt	69,7	17,3	<i>Fusarium</i> spp. ³⁾ (46,1) <i>Penicillium</i> sp. (30,7)

*) = häufig mehrere *Fusarium*-Arten an einer Karyopse

1) = vorwiegend: *F. poae*, *F. moniliforme*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*

2) = vorwiegend: *F. poae*, *F. moniliforme*

3) = vorwiegend: *F. oxysporum*, *F. heterosporum*

Tabelle 4
Variabilität im Befall mit *F. poae* bei Einzelkolbennachkommenschaften (Selbstungen) im Zuchtgarten

Bezeichnung	Anzahl Einzelkolbennachkommenschaften	Einteilung in Befallsklassen				
		0 bis 20 %	21 bis 40 %	41 bis 60 %	61 bis 80 %	81 bis 100 %
101	13	2	1	5	4	1
St/6	21	8	11	2	0	0
1413	10	0	0	3	3	4

In bislang achtjähriger Prüfungs- und Beobachtungszeit der Schadpilze des Maises ist der Befall von Keimlingen, Stengeln und Kolben mit bestimmten *Fusarium*-Arten im Untersuchungsbereich (Berliner Raum, mitteldeutsches

Trockengebiet, Bezirk Cottbus) neben dem Maisbeulenbrand am bedeutsamsten. Mit ein Anliegen der Verfasser ist es daher, erneut auf diese nicht nur als Saprophyten, sondern im überwiegenden Maße parasitär am Mais lebenden Pilze aufmerksam zu machen. Das scheint notwendig, da auch in dem neuen phytopathologischen Lehr- und Nachschlagewerk (KLINKOWSKI, MÜHLE, REINMUTH, 1966) keine Erwähnung der Maisfusarien zu finden ist. Zum anderen bot sich hier ein weiteres eindrucksvolles Beispiel, um zu zeigen, daß resistenzzüchterische Möglichkeiten bezüglich Kolbenfusariosen bestehen und genutzt werden müssen. Eine derartige Forderung stellt auch das Programm für die Pflanzenzüchtung der DDR.

Literatur

- FOCKE, I.: *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. und *Fusarium moniliforme* Sheld. als Erreger von Kolbenfäulen des Mais (*Zea mays* L.) im mitteleuropäischen Raum. Wiss. Z. Univ. Rostock, math.-nat. Reihe 15 (1966), S. 219-228
- , -, KÜHNEL, W.: Die Weißfäule der Maiskolben (*Fusarium poae* (Pk.) Wr.). Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutz. (Berlin) NF 18 (1964), S. 116 bis 123
- HULEA, A.; SAVULESCU, A.; RAIANU, M.; RAICU, CH.; CEBOTARU, V.; MIHUTA, T.: Folosirea metodei "la rece" (cold test) pentru determinarea eficacitatii unor fungicide in combaterea putrezirii boabelor de porumb. Protectia plantelor in sprinjalul agriculturii Edit. Agro-Silvica Bucuresti, Vol. 1, 1960
- KLINKOWSKI, M.; MÜHLE, E.; REINMUTH, E.: Phytopathologie und Pflanzenschutz, Bd. II, Akad.-Verl. Berlin, 1966

Ingeborg FOCKE und Willy KAPPEL, Bernburg (Saale)

Erstmaliges Auftreten von *Vasates*-Milben an Pfirsichen im Bezirk Dresden

Um Mitte August des Jahres 1965 erreichte uns ein Anruf der Außenstelle Radebeul der Zentralstelle für Sortenwesen Nossen in Radebeul-Zitschewig, Kreis Dresden, wonach in einer Versuchspflanzung amerikanischer Pfirsichsorten eigenartige, bisher unbekannte Schädigungen an den Blättern der Pfirsichbüsche festgestellt worden waren. Eine bald darauf vorgenommene Untersuchung ergab, daß die Blätter der Mehrzahl der Pfirsichbüsche eigenartig verunstaltet waren. Die beiden Blatthälften waren an sämtlichen Blättern nach oben umgeschlagen und lagen mehr oder minder der Mittelrippe an, so daß die Blattunterseiten zu sehen waren. Dadurch bekamen die befallenen Pfirsichbüsche ein sonderbares, auffälliges, vom Normalen abweichendes Aussehen. Der ganze Busch erhielt infolge der etwas helleren Blattunterseiten ein eigentümlich geschecktes Aussehen. Obwohl es sich dort um eine ganze Anzahl verschiedener Sorten handelte, war fast einheitlicher gleichmäßiger Befall festzustellen. Das Schadbild war hier gänzlich unbekannt. Auch der Außenstelle der Zentralstelle für Sortenwesen war diese Art Schädigung vollkommen neu. Die Untersuchung der Blätter ergab auf der Oberseite zahlreiche Milben. Sie waren in ziemlich großer Anzahl über die gesamte Blattspreite verteilt, die Mehrzahl befand sich in unmittelbarer Nähe der Mittelrippe des Blattes, wo sie teilweise lebhaft umherliefen. Die längliche Form der Milben und der Umstand, daß nur 2 Beinpaare vorhanden waren, ließen ihre Zugehörigkeit zu den Gallmilben erkennen. Die Körperlänge betrug etwa 0,1 bis 0,2 mm. Der durch die Milben hervorgerufene Saugschaden war so groß, daß einige Pfirsichbäume zu welken begannen und später auch eingegangen sind.

Die Milben wurden im Institut für Phytopathologie in Aschersleben bestimmt. Danach handelte es sich um *Vasates tockeui* Nal. et Trouess. (Synonyma: *Phyllocoptes tockeui* Nal. et Trouess. und *Phyllocoptes tockeui* Nal. et Trouess.) Nach FRITZSCHE (1964) kommt diese Art Gallmilben, ohne Callen zu erzeugen, auf Kirsche, Pflaume, Aprikose, Pfirsich und anderen Prunus-Arten vor. Wenige Wochen nach dem Ausbruch zeigen nach FRITZSCHE die befallenen Blätter gelbe punkt- oder sternförmige Flecke, die sich später

auf die gesamte Blattspreite erstrecken können, wobei es teilweise zu Kräuselungen und Deformationen der Blätter kommt. An Pflaume, besonders in Baumschulen, und an Kirschen sollen im Frühjahr starke Schäden an den Triebspitzen auftreten, indem sich die Spitzenblätter bräunen und eintrocknen. Infolge des Absterbens der Spitzentriebe und der dadurch bedingten Wachstumshemmungen kommt es zur Bildung von Seitenknospen, was in Baumschulkulturen zu Qualitätsminderungen führt. Auch im SORAUER (1949) wird von schweren Schäden durch *Phyllocoptes tockeui* Nal. an *Prunus avium*, *cerasus*, *chamae-cerasus*, *mahaleb*, *domestica* in Europa und Amerika gesprochen, während *Prunus cerasifera* und *nissardi* als immun bezeichnet werden. Schon KIRCHNER (1923) spricht in seinem Bestimmungsbuch von Schäden an Kirschen und Pflaumen durch die Blattmilbe *Phyllocoptes tockeui* Nal. u. Trouess., die Kräuselung oder Verkümmern des Blattrandes mit Bräunung oder Verfärbung des Blattes verursacht. Abweichend von der Schilderung dieser durch *Vasates tockeui* Nal. et Trouess. an Kirschen, Pflaumen usw. hervorgerufenen Befallssymptome konnten in dem hier geschilderten Falle keine Kräuselungen oder augenscheinliche Blattmißbildungen beobachtet werden. Auffällig war lediglich das von weitem ins Auge fallende Bild der nach oben gewölbten Blattunterseiten.

Bei eingehender Beobachtung der in der Nähe befindlichen Gärten konnten nur in unmittelbarer Nähe der befallenen Pfirsichanlage einige weitere befallene Pfirsiche in Hausgärten ermittelt werden, ferner ebenso einige wenige in dem 5 km entfernten Ort Weinböhla, Kreis Meißen, Bezirk Dresden. Demnach blieb dieser Schädling auf den Hauptbefallsherd in Radebeul-Zitschewig beschränkt. Zur Bekämpfung der unbeachtet entstandenen Kalamität wurden sofort, nachdem die Ursache des Schadens erkannt worden war, entsprechende Spritzmaßnahmen durchgeführt. Am 27. 8. 1965 wurden die Pfirsiche mit Bi 58 in 0,15%iger Konzentration gespritzt. Diese Behandlung wurde, da eine Untersuchung noch lebende Milben zeigte, am 30. 8. 1965 mit der gleichen Konzentration wiederholt. Der Erfolg war gut, die Milben waren abgetötet. Ende Juli 1966 wurde abermals ganz plötzlich starker Befall durch die nun bekannten und erwarteten *Vasates*-Milben festgestellt. Deshalb wurde am 5. 8. 1966 eine Behandlung der Pfirsiche mit Wofatox-Konzentrat 50 in 0,17%iger Konzentration vorgenommen und am 17. 8. 1966 in gleicher Lösungsstärke wiederholt. Die erhöhten Dosierungen wurden mit Rücksicht auf die bekannte Unempfindlichkeit der Gallmilben absichtlich so gewählt, um größtmögliche Wirksamkeit der Spritzungen zu gewährleisten.

Gleich nach Bekanntwerden des ersten Milbenbefalles im August 1965 waren vom Pflanzenschutzamt beim Bezirkslandwirtschaftsrat Dresden alle Pflanzenschutzstellen bei den Kreislandwirtschaftsräten des Bezirkes Dresden durch Rundschreiben auf die Möglichkeit der Ausbreitung dieses bisher im Bezirk Dresden unbekanntes Schädling hingewiesen worden, es erfolgten jedoch keine weiteren Meldungen. Im Sommer 1966 wurde zwar vom Pflanzenschutzamt Dresden ein neuer Befallsherd in der Nähe von Meißen aufgefunden, doch beschränkte sich die Ausbreitung der *Vasates*-Milben an Pfirsichen auf diesen einen Fall. Weitere Beobachtungen werden in den kommenden Jahren erforderlich sein, um jedes Auftreten dieses Schädling rechtzeitig zu entdecken und durch geeignete Maßnahmen der eventuellen weiteren Verbreitung vorzubeugen.

Literatur

- FRITZSCHE, R.: Pflanzenschädlinge, Bd. 3, Milben, Neumann-Verlag, Radebeul, 1964, S. 113;
- KIRCHNER, O.: Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, 3. Aufl., Verlag Ulmer, Stuttgart, 1923, S. 505 u. 527;
- SORAUER, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, IV. Bd., 1. Teil, 1. Lieferung, Verlag Parey, Berlin, 1949, S. 205.

Alfred HELM, Dresden