tiere und Vögel parasitiert haben mögen oder die noch recht reptilienähnlichen Verfahren beider. Das war wohl vor hundert oder einhundertfünfzig Millionen Jahren.

Abschließend hoffe ich gezeigt zu haben, daß die Läuse von erheblichem Interesse sind, so abscheulich sie auch sein mögen, wenn sie in zu naher und persönlicher Weise unsere Aufmerksamkeit erregen, daß ihre Einwirkung auf die Spezies Mensch

von nicht geringer Bedeutung gewesen ist, daß sie uns bei richtiger Deutung bemerkenswerte und wichtige Tatsachen über die Frühgeschichte ihrer Wirte liefern, und daß schließlich ihre eigene Geschichte so ehrwürdig ist, daß sie allein schon deshalb unsere Achtung verdienen.

(Anschritt d. Verf.: G. H. E. Hopkins, Brit. Mus. Tring (Herts), England. — Anschrift d. Übersetzers: Dr. Wd. Eichler, Aschersleben, Ermslebener Straße 52.)

Schädlingsbekämpfung durch Vernebelung

Von Karl Dauberschmidt

Die Bekämpfung von Massenvermehrungen unserer forstlichen Großschädlinge wie Nonne, Kieferneule, Kiefernspanner und Blattwespen geschieht seit dem Jahre 1925 fast ausschließlich durch Ausbringen insektentötender Mittel aus Flugzeugen und Bodengeräten auf die befallenen Wälder. Dieses Verfahren hat sich zu einer solchen Zuverlässigkeit und Schlagkraft entwickelt, daß seither große Waldverwüstungen durch die genannten Schadinsekten wirksam verhindert werden konnten. Insgesamt sind bis 1944 in Deutschland allein mit Flugzeugen über 130 000 ha Wald mit annähernd etwa 8 000 000 kg Insektenbekämpfungsmitteln in etwa 15 000 Arbeitsflügen behandelt bzw. gerettet worden. Dies kommt nach einer Durchschnittsberechnung einer Werterhaltung bzw. Schadenverhütung von mindestens 500 000 000 Mark gleich. Hinzu tritt noch eine beträchtliche mit Motorverstäubern bearbeitete Fläche. Die Bedeutung und Wirtschaftlichkeit dieser Schädlingsbekämpfung in der Forstwirtschaft steht damit außer Frage.

Trotzdem hat das Verfahren noch nicht die wünschenswerte Vollkommenheit und höchstmögliche Wirtschaftlichkeit erreicht. Denn die Ausbringung der insektiziden Mittel auf die Befallsgebiete in Form von Stäubepulvern, wie sie bis heute nahezu ausschließlich noch die Regel bildet, ist mit verschiedenen Nachteilen behaftet. Einige davon lassen sich im Zuge der laufenden Fortentwicklung ebenso beheben wie z. B. das Auftreten von Nebenschäden durch viele der bisher gebräuchlichen Insektengifte in Gestalt von Verbrennungen an behandelten Pflanzen (Waldbäumen und Feldgewächsen) und Vergiftungserscheinungen bei betroffenen Warmblütern (Menschen, Wild und Vieh). Hier sind bereits neue, von derartigen Nebenwirkungen freie, also praktisch unbedenkliche Pflanzenschutzmittel zur Einführung gelangt.

Andere Nachteile jedoch bleiben mit der Staubform untrennbar verknüpft. Vor allem muß der

insektizide Wirkstoff zur Erzielung einer guten Verteilung im Raum mit etwa 90 bis 95 Teilen „Verteilungspulver“ (meist Talkum) verbunden werden; von diesem Gemisch wiederum werden für 1 ha Wald im allgemeinen zwischen 50 und 120 kg benötigt. Es liegt auf der Hand, daß dadurch eine sehr große „tote“ Transportleistung verursacht wird, außerdem ein entsprechend hoher Aufwand an Material und Personal, Organisation und Zeit. All dies belastet naturgemäß die Arbeitsleistung und Wirtschaftlichkeit der Stäubung fühlbar. Ins Gewicht fällt ferner, daß mit dem Staub nicht alle Arten oder Stadien der Schadinsekten in wünschenswerter Weise bekämpft werden können, weil seiner Ausbreitungs- und Eindringungsfähigkeit verhältnismäßig enge Grenzen gezogen sind.

Die genannten Punkte treffen sinngemäß, teilweise sogar noch in erhöhtem Maß für das Verfahren der Versprühung flüssiger Pflanzenschutzmittel besonders im Forstschutz zu¹⁾.

Es besteht also alle Veranlassung, eine grundsätzliche Verbesserung und Ergänzung der bisherigen Schädlingsbekämpfungsverfahren zu erstreben. Als gegebene Lösung dieser Frage erscheint die Heranziehung der Nebelform.

Der Nebel wird hierbei auf chemischem Wege unter Beigabe eines geeigneten insekten- oder pilztötenden Wirkstoffes erzeugt. Als dessen ungleich feiner verteilter und beweglicherer Träger, der durch geringste Ausmaße der Einzelteilchen eine außergewöhnliche Vergrößerung der sogenannten wirksamen Oberfläche mit sich bringt, tritt er an die Stelle von Stäubepulver oder Sprühflüssigkeit. Er ist so geeignet, deren Hauptnachteile durch entsprechende Vorteile zu ersetzen und darüber hinaus Anwendungsgebiet und Möglichkeiten der chemischen

¹⁾ Näheres hierüber siehe W. Thalenhorst: Der heutige Stand der Flugzeug-Sprühung im Pflanzenschutz. Anzeiger für Schädlingskunde 20, 1944.

Schädlingsbekämpfung grundlegend zu erweitern.

Vor einer längeren Reihe von Jahren schon wurden verschiedentlich Waldvernebelungsversuche gegen Forstinsekten mit Räucherkerzen und Nebeltöpfen unternommen, scheiterten jedoch an den verschiedensten Schwierigkeiten. Erst viel später griffen wir beim damaligen Flieger-Forstschutzverband auf Grund neuer eigener Forschungen und Versuche den Gedanken der Nebel-Schädlingsbekämpfung wieder auf, allerdings in völlig gewandelter Gestalt und Zielsetzung. In den Jahren 1942 und 1943 wurden vom Berichtserstatter zunächst ausgedehnte Frostschutz-Vernebelungen mit Flugzeugen im Donaumoos (Bayern) mittels reiner gewöhnlicher Nebelsäure zum Schutz der dortigen Saatkartoffelhochzuchten gegen Spätfrostschäden und allgemein versuchsweise auch über Wald durchgeführt. Dabei wurden grundsätzliche und aussichtsreiche Erkenntnisse gewonnen, auf denen wir in Richtung auf das gesteckte Endziel weiter aufbauen konnten.²⁾

Als im Frühjahr 1944 die Industrie (IG-Farben) ein neues, sehr aussichtsreiches chemisches Verfahren zur Erzeugung eines geeigneten insekto-tötenden Nebels entwickelt hatte und uns dieses mit den Stoffen selbst zu Versuchszwecken zur Verfügung stellte, konnte in wissenschaftlicher und praktischer Untersuchungsarbeit eine versuchsmäßige Vernebelungs-Vorrichtung entwickelt und in ein geeignetes Flugzeug (Fieseler Storch) sowie in ein fahrbares Bodengerät eingebaut werden.

Dieses neue Nebelverfahren arbeitet mit zwei einfachen Grundstoffen, deren einem der insektizide oder fungizide Wirkstoff — ebenfalls neu entwickelt — durch einfache Lösung beigegeben wird; alles zusammen wird sodann über eine geeignete Düse durch chemische Reaktion zur Vernebelung gebracht. Der entstehende, an sich vollkommen neutrale Nebel enthält den Wirkstoff in allerfeinster, bisher nicht erreichter Verteilung und schlägt sich so auf den Schädlingen und Pflanzen nieder.

²⁾ Eine ausführliche Darstellung der allgemeinen Grundlagen und Möglichkeiten der Schädlingsbekämpfung mittels Vernebelung sowie der bis dahin erarbeiteten Erfahrungen und Ergebnisse siehe im Forstwissensch. Zentralbl. u. Thar. Forstl. Jahrb. 1943, Heft 6: K. Dauberschmidt, Schädlingsbekämpfung durch Flugzeug-Vernebelung.

Im Rahmen einer Flugzeugbestäubung des Kiefernspanners im Herbst 1944 in dem oberfränkischen Forstamt Selb konnte das neue Vernebelungsverfahren unter Leitung des Berichtserstatters erstmals in einer Reihe von Freilandversuchen erprobt werden.³⁾ Dieser Großversuch brachte einen vollen Erfolg. Seine wichtigsten Ergebnisse und die daraus abzuleitenden Folgerungen lassen sich in folgende Hauptpunkte zusammenfassen:

1. Infolge seines hohen Ausdehnungsbestrebens und Durchdringungsvermögens verteilt sich der Nebel von selbst rasch und vollkommen gleichmäßig im behandelten Bestand und erfaßt damit ebenso gleichmäßig die gesamte Schädlingspopulation. Die nachteiligen örtlichen Über- oder Unterdosierungen, wie sie beim Stäubeverfahren kaum zu vermeiden sind, entfallen damit vollständig.

2. Die Abtötungswirkung des verwendeten Insektizides (Kontaktmittel mit Fraßwirkung) ist sehr stark. Die Raupen des Kiefernspanners wurden in allen Stadien abgetötet. Nach Laborversuchen wirkt der Stoff auch gegen verschiedene andere Insekten sehr gut (darunter Nonne und Maikäfer sowie Fliegen); seine Wirksamkeit bleibt längere Zeit bestehen.

3. Schädliche Nebenwirkungen wie Verbrennungen an Waldbäumen und Feldpflanzen, Vergiftungserscheinungen an höheren Tieren sowie Gesundheitsschädigungen von Menschen oder sonstige Beschädigungen treten nicht ein. Die Vernebelung kann daher unbedenklich überall, auch in nächster Nähe von Wohnungen, Siedlungen etc. angewendet werden.

4. Die zur Erzielung der Wirkung erforderliche Einwirkungsdauer des Nebels auf die Schadinsekten ist außergewöhnlich kurz. Schon bei einer Einwirkungszeit von etwa 5 Minuten war ein ausreichender, bei 10 bis 15 Minuten ein vollkommener Erfolg zu beobachten. Demzufolge kann bereits ein langsames Durchziehen des Nebels durch den Bestand genügen bzw. bewußt ausgenützt werden. Weiter verringert sich dadurch die Gefahr einer Wirkungsbeeinträchtigung durch nachfolgenden Regen beim Nebel beträchtlich

³⁾ Dieser gemeinsamen Tätigkeit entstammt eine vereinbarte erste Veröffentlichung von W. Thalenhorst: „Die Anwendung von Nebeln in der Forstschädlingsbekämpfung“ (Forstarchiv u. Mitteilg. aus Forstwirtschaft u. Forstwissensch. 1914, Heft 10/12).

(die beim Staub infolge seiner im Durchschnitt etwa 6 Stunden betragenden niederschlagsfreien Mindestwirkzeit erheblich ist).

5. Die Beeinflussung der Nebelwolke durch atmosphärische Erscheinungen ist grundsätzlich ähnlich wie bei der Staubwolke. Luftströmungen wirken infolge ihrer größeren Leichtigkeit zwar stärker auf sie ein; dies wird aber in der Praxis, wie oben ausgeführt, durch die so kurze Mindestwirkzeit vollkommen ausgeglichen bzw. kann bei der Handhabung des Verfahrens sogar vorteilhaft verwendet werden. Gegen die Einwirkung von Niederschlägen (Regen, Tau) sind die abgesetzten Nebelteilchen hingegen sehr viel weniger empfindlich als Staub; ähnliches dürfte bezüglich ihrer Windabbläsung zutreffen (größere Haftfähigkeit).

6. Von ausschlaggebender Bedeutung ist der außergewöhnlich niedrige Aufwand an Vernebelungsmitteln: Insgesamt beträgt er für 1 ha durchschnittlichen Waldbestandes nur etwa 5 kg. In besonders hohen und dichten Beständen kann er um einiges steigen, in schwächeren hingegen noch weiter gesenkt werden. Der enorme Vorteil dieser Ersparnis gegenüber der Stäubung und Sprühung wird verdeutlicht durch die Tatsache, daß bei diesen 50 bis 120 bzw. 150 bis 250 kg je ha erforderlich sind (Aufwand und Transport). Die Verwendung von Nebel bringt also eine mindestens 10-fache Ersparnis an Stoffen allein gegenüber dem bisher gebräuchlichen Stäubeverfahren, im Vergleich zum Sprühverfahren sogar eine über 20-fache.

7. Eng verknüpft damit ist die demgemäß ebenfalls zumindest verzehnfachte überaus hohe Leistungsfähigkeit des Verfahrens bzw. der Nebelgeräte nach Bearbeitungsfläche und Arbeitszeit. Mit den gleichen Geräten kann man mit Nebel in sehr viel kürzerer Zeit eine vielfach größere Fläche bearbeiten oder umgekehrt eine gegebene Fläche mit einem entsprechend ungleich geringeren Aufwand an Geräten, Material, Personal und Zeit und damit auch an Kosten behandeln als es mit den anderen Verfahren möglich wäre. Auch kann die zur Verfügung stehende, im allgemeinen auf die Morgen- und Abendstunden beschränkte Arbeitszeit dadurch aufs beste ausgenützt werden; Ausfälle hierbei (z. B. durch allgemein ungünstige Witterung, technische Mängel u. ä.) können rasch wieder wettgemacht werden.

Zum Vergleich sei angeführt, daß von dem

zuletzt (1944) verwendeten Stäubeflugzeug, das 500 kg Zuladung gestattete, mit einem Stäubeflug durchschnittlich ca. 7 ha Wald bearbeitet werden konnten; bei Vernebelung dagegen steigt die Flächenleistung je Flug auf rd. 100 ha. Bei 5 Arbeitsflügen je Tag, was bei günstiger Witterung als Norm angesehen werden kann, erreicht das Stäubeflugzeug somit eine Tagesleistung von 35 ha, das gleichgroße Nebelflugzeug dagegen 500 ha.

Ein Motorverstäuber — fahrbares Bodengerät — leistet bei rd. 100 kg Fassungsvermögen an Staub je Arbeitstag im Mittel ca. 1,5 ha und kommt damit unter günstigen Verhältnissen auf eine Tagesleistung von bis zu etwa 10 ha. Er war daher dem Flugzeug allein in dieser Hinsicht nicht gewachsen und kam für einen Großeinsatz überhaupt nicht in Betracht. Bei Verwendung von Nebelmitteln hingegen erreicht ein gleichgroßes Bodengerät eine Arbeitsleistung von ca. 20 ha je Füllung (Arbeitsgang) und eine Tagesleistung von mindestens 100 ha. Es übertrifft damit die Tagesleistung des genannten Stäubeflugzeuges um etwa das Dreifache und wird in dieser Hinsicht selbst größeren Stäubeflugzeugen gleichwertig. Dazu kommt die Möglichkeit, nunmehr auch größere Bodengeräte mit Vorteil zu bauen; sie können auch noch in größten Beständen zur Anwendung gelangen. Das Bodenvernebelungsgerät erringt dadurch die Einsatzfähigkeit für große Bekämpfungsflächen, zumal Anschaffung und Betrieb auch einer größeren Anzahl bei ihm naturgemäß ungleich einfacher und billiger sind als beim Flugzeug. Dessen besondere Vorzüge und Leistungen zusätzlich weiter auszunützen, verbietet uns heute die Lage.

Tragbare Geräte (sog. Rückengeräte) kamen in der Forstwirtschaft bisher für Pflanzenbestäubung praktisch überhaupt nicht und für Sprühung nur beschränkt zur Anwendung infolge ihrer sehr geringen Arbeitsleistung, die ca. 0,05 ha je Arbeitsgang und etwa 1 ha je Tag beträgt. Diese Geräte würden durch Einführung der Vernebelung ebenfalls Aussicht auf ausgedehntere Verwendung gewinnen. Denn eine Füllung von nur 10 kg ermöglicht die Nebelbearbeitung von etwa 2 bis 5 ha je Arbeitsgang, was eine Tagesleistung von mindestens 20 ha ergibt; dabei wird angenommen, daß bei Anwendung in Kulturen, Gärten usw. der Verbrauch je ha nur rd. 2 bis 3 kg erreicht. Die Eigenbeweg-

lichkeit des Nebels selbst würde ihre Verwendung kleinflächenweise sogar in höheren Beständen gestatten, die Möglichkeit der direkten und anpassungsfähigen Führung des Nebelstrahls könnte für spezielle Fälle (wie Läusebekämpfung in Jungwüchsen) besonders vorteilhaft werden. Allerdings wird beim Rückengerät infolge seiner Kleinheit die Apparatur und ihre Bedienung im Verhältnis voraussichtlich nicht mehr so einfach sein können wie bisher.

Im ganzen gesehen schließt das neue Nebelverfahren die durch den Wegfall des Stäubeflugzeugs sonst sehr nachteilig fühlbar werdende Lücke in der Schädlingsbekämpfung. An dessen Stelle tritt das fahrbare Bodenverneblergerät, an die Stelle des bisherigen Motorverstäubers der Rückenvernebler.

Eine Bekämpfungsaktion von selbst mehreren Tausend ha Befallsfläche erforderte bei Stäubung den Einsatz einer größeren Anzahl von Flugzeugen, Personal usw. sowie einen längeren Zeitraum (Wind- und Regentage); mit Bodengeräten konnte sie überhaupt nicht bewältigt werden. Mittels Vernebelung kann sie nun aber aus der Luft wie auch vom Boden aus unter geringstem bzw. wirtschaftlichem Maschinen-, Material- und Personalaufwand in wenigen Tagen schlagartig durchgeführt werden. Besonders letzteres ist im Hinblick auf die oft sehr kurze günstige Bekämpfungszeit der Schädlinge vielfach von erfolgsentscheidender Bedeutung.

8. Die für die Vernebelung erforderliche technische Vorrichtung ist infolge der großen Ausgiebigkeit der Nebelstoffe verhältnismäßig klein und kann vor allem auswechselbar gestaltet werden im Gegensatz zu den fest eingebauten umfangreichen Stäube- oder Sprühhapparaturen. Dies bringt nicht nur Erleichterungen in der Beladung der Nebelgeräte mit sich (durch vorgefüllte Behälter usw.), sondern schafft auch die Möglichkeit, zur Vernebelung je nach Bedarf kleinere oder größere Aggregate zu verwenden: Tragbare Rückenvernebler, einfache fahrbare Bodenvernebler (mit Motorantrieb oder für Pferdezug), Geländekraftfahrzeuge ohne oder mit Anhänger; Flugzeuge. Der Gerätepark wäre außerdem bei Stoßbetrieb leichter zu ergänzen und während stiller Zeit teilweise anderweitig nutzbringend zu gebrauchen, so z. B. Zugmaschinen von Anhängerverneblern. All dies kommt sowohl der Beweglichkeit und Schlagkraft wie auch der Organisation des ganzen Apparates zugute.

9. Namentlich aus den technischen Vorteilen des Nebelverfahrens folgt eine sprunghafte Steigerung der Wirtschaftlichkeit in jeder Hinsicht. Sie ist bei ihm so angewachsen, daß sie in normalen Zeiten seinen Einsatz stets aufs höchste lohnen wird, in Notzeiten aber darüber hinaus noch besonders angezeigt erscheinen und ins Gewicht fallen läßt.

10. Die dargelegten hervorragenden Eigenschaften sichern dem Nebelverfahren eine universelle Anwendbarkeit in der gesamten Schädlingsbekämpfung selbst auf größten Flächen. Sie umfaßt nicht nur Forst- und Landwirtschaft, Obst-, Garten- und Weinbau sowie das Gebiet der Hygiene (Bekämpfung Krankheiten übertragender Insekten); sie schließt auch die Möglichkeit ein, mit Staub oder anderen Mitteln nicht oder nicht genügend erfaßbare Schädlingsarten oder Entwicklungsstadien zu bekämpfen, so z. B. Borkenkäfer, Blattläuse, Schadpilze oder Vollerke (wie Falter, Wespen, Mücken und Fliegen). Naturgemäß müssen hierbei den wechselnden Anforderungen entsprechend in den Nebel jeweils geeignete Wirkstoffe eingefügt bzw. entsprechende Geräte benützt werden.

Das Nebelverfahren steht heute erst am Anfang seiner Entwicklung; daher stehen naturgemäß noch Fragen mancher Art offen. Zu seiner Vervollkommnung ist noch eine umfangreiche Entwicklungsarbeit vor allem in chemischer und biologischer, physikalischer und technischer Richtung (so Gerätebau) zu leisten, um all das aus ihm herauszuholen, was in ihm steckt.

Soviel kann aber heute schon gesagt werden: Den bisherigen Verfahren ist es in vieler Hinsicht weit überlegen und bedeutet ihnen gegenüber einen tiefgreifenden Fortschritt. Im ganzen gesehen ist es geeignet, die gesamte Schädlingsbekämpfung auf eine vollkommen neue Grundlage zu stellen sowie umfassend zu erweitern und zu vervollkommen. (Abgeschlossen Sommer 1945).

Nachwort:

Eine zusammenfassende Darstellung der Vernebelungsmethoden im Ausland hat H. Blunck in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Heft 5/6, 1948, gegeben: „Aerosole als Schädlingsbekämpfungsmittel im Ausland“; einen allgemeinen Überblick gibt F. Schwerdtfeger im Anzeiger für Schädlingskunde 1949, Heft 1: „Insekticide Nebel im Forstschutz“.

(Anschrift des Verf.: Dr. Karl Dauberschmidt, Schongau a. L., Obb.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomon - Internationale Zeitschrift für die gesamte Insektenkunde](#)

Jahr/Year: 1949

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Dauberschmidt Karl

Artikel/Article: [Schädlingsbekämpfung durch Vernebelung 134-137](#)