Insekten vernichten sich selbst

Autor(en): **Kloft, Werner**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel**

Band (Jahr): **17 (1967)**

Heft 3

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-1042780

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INSEKTEN VERNICHTEN SICH SELBST

Prof. Dr. Werner Kloft

Der Mensch ist gezwungen, bestimmte Schädlingsarten zu bekämpfen. Keine der bisherigen Methoden war wirklich erfolgreich, viele gefährdeten überdies andere, schonungswürdige Tierarten. Hier wird über eine besonders originelle Methode der Schädlingsbekämpfung berichtet, die spezifisch ist und zum völligen Verschwinden der bekämpften Art führen kann.

Die Fortschritte der Naturwissenschaft und Medizin haben auf der Grundlage der Technik, die ihre Möglichkeiten ständig erweitert, zu immer rascheren Zunahme der Weltbevölkerung geführt. Erste Voraussetzung hierfür ist die Sicherung der Ernährungsgrundlage, die eine Steigerung der Produktion ebenso erfordert wie auch die Bewahrung der geernteten Nahrungsmittel vor dem Verderb durch Schadorganismen. Die Produktion hochwertiger Pflanzenmassen in zwangsläufig oft riesenhaften Monokulturen bedeutet einen tiefgehenden Eingriff in das natürliche Lebensgefüge der Landschaft, der die dort lebenden Organismen vielfach zwar benachteiligt, nicht selten aber einzelne Arten auch einseitig begünstigt. Dies führt dann zur Massenentwicklung bestimmter pflanzlicher oder tierischer Mitnutzer der produzierten Biomasse, die wir als Schadorganismen bezeichnen. Wir sind gezwungen, diese ständig zu kontrollieren und zu bekämpfen. Die wichtigsten Waffen liefert uns dabei die chemische Industrie. Der unvermeidliche Masseneinsatz von Fungiziden und Insektiziden führt jedoch durch die Selektion resistenter Populationen unter den Schadorganismen in der Landwirtschaft zu einer prinzipiell ähnlichen Situation wie in der Medizin bei der Behandlung von Infektionskrankheiten, nämlich zu der Notwendigkeit der Entwicklung immer neuer Präparate.

Unter den mit der Menschheit konkurrierenden Tieren nehmen die Insekten wegen ihrer Artenzahl - die in der Grössenordnung von einer Million liegt - und ihrer häufig ungeheuerlichen Populationsdichte mit Abstand den ersten Platz ein. Glücklicherweise gehören unter ihnen zahlreiche Arten als Räuber oder Parasiten selbst zu den wichtigsten Regulationsfaktoren in der Populationsdynamik anderer Insektenarten. Sie zu erhalten, zu fördern oder sie gar durch besondere Methoden im Sinne einer "biologischen Schädlingsbekämpfung" einzusetzen, ist eine seit langem erkannte Notwendigkeit. Eine der eindrucksvollsten und wirksamsten Massnahmen überhaupt aber ist eine in den letzten Jahren in den USA neu entwickelte Methode, bei der Insekten zur Selbstvernichtung innerhalb der eigenen Art herangezogen werden. Bei völliger Spezifität kann diese Methode im Endeffekt zur totalen Ausrottung einer bestimmten Schädlingsart führen.

Die Idee der Selbstvernichtung von Insekten

Die ersten Ueberlegungen gehen schon auf das Jahr 1938 zurück. Damals tauchte der Gedanke auf, dass man Männchen der zu bekämpfenden Insektenart in sehr grossen Zahlen heranzüchten und sie dann auf irgendeine Art und Weise sterilisieren könnte, um sie anschliessend freizulassen. Als Folge müssten die Eier jedes Weibchens, das sich mit einem der sterilen Männchen paaren würde, unbefruchtet bleiben und sich nicht entwickeln können. Wenn man sterilisierte Männchen in dieser Weise wiederholt in so grossen Zahlen freiliesse, dass die Wildmännchen praktisch verdrängt würden, dann müsste sich die Art durch dieses Vorgehen innerhalb weniger Ge-

nerationen ausrotten lassen.

E.F. KNIPLING, der heutige Leiter der Entomologischen Forschungsabteilung des US-Landwirtschaftsministeriums berechnete diesen Plan schon damals theoretisch am Beispiel eines Grosschädlings, dessen Weibchen nur eine einzige Paarung zulassen, um dann ihren gesamten Eivorrat abzulegen. Diese Besonderheit im Verhalten des Schadinsektes musste das Verfahren zweifellos wesentlich begünstigen, da eine einzige Kopulation mit einem sterilen Männchen hier bereits das Vermehrungspotential eines Weibchens völlig ausschaltete. In den Jahren vor dem Kriege verfügte man nun jedoch noch nicht über eine zuverlässige und exakt dosierbare Methode zur Sterilisierung der männlichen Insekten. Gedacht wurde damals ganz allgemein an eine Chemosterilisation mit einem Spezialpräparat, das für diesen Zweck noch planmässig hätte entwickelt werden müssen. Weitere Ueberlegungen zeigten aber, dass die praktische Durchführung der Methode auch davon abhängen musste, ob eine Schädigung der Gonaden die auf die Kopulation als Endhandlung gerichtete sexuelle Aktivität der Männchen beeinflussen würde oder nicht. Man hatte damals in das endokrine System von Insekten noch nicht den Einblick wie heute, weshalb auch noch nicht bekannt war, dass die sexuellen Verhaltensweisen bei ihnen im Unterschied zu den Verhältnissen bei den Wirbeltieren nicht von Wirkstoffen ausgelöst werden, die in den Gonaden entstehen.

Von diesen technischen Voraussetzungen einmal abgesehen bedarf aber auch das Prinzip der Methode noch der Erläuterung. Am ehesten verständlich wird es am Beispiel eines Zahlenmodells: Wir wollen zunächst einmal von einer zahlenmässig stabilen Insektenpopulation ausgehen, also annehmen, dass die Nachkommenzahl von Generation zu Generation gleich bleibt. Wenn wir in eine solche Population eine Ueberzahl steriler Männchen einführen, die mit den fertilen Wildmännchen frei um die normalen Weibchen konkurrieren können, so tritt der erwünschte Effekt erstaunlich rasch ein. Beträgt die Anzahl der sterilen Männchen das Doppelte der fertilen Wildtiere, so paaren sich die Weibchen in 2/3 der Fälle mit sterilen und nur in 1/3 der Fälle mit fruchtbaren Männchen. Die Folge ist die, dass der Nachwuchs für die erste Filialgeneration nur noch 1/3 beträgt. Bei einem Geschlechtsverhältnis von 1 : 1 sind davon die Hälfte, also 1/6 der Ausgangspopulation fruchtbare Männchen. Bringen wir in diese bereits reduzierte Population jetzt nochmals die gleiche Anzahl von sterilen Männchen ein wie bei der ersten Freilassung, so ist das Verhältnis von sterilen zu fruchtbaren Männchen jetzt also bereits 6 : 1. Setzt man das in dieser Weise fort, so wird das Verhältnis innerhalb weniger Generationen rasch so ungünstig, dass die Population praktisch ausgelöscht wird, und zwar einfach dadurch, dass sie ausstirbt.

Nun gibt es in der Natur jedoch kaum jemals stabile Insektenpopulationen. Charakteristisch sind vielmehr Populationsschwankungen, bei denen die Individuenzahl bei niederer Ausgangsdichte von Generation zu Generation zunächst gewaltig ansteigt, um dann - häufig als Folge des Auftretens biotischer Faktoren wie z.B. die Akkumulation insektenpathogener Viren usw. - wieder zusammenbrechen. Das Vorgehen muss sich in der Praxis daher dem hohen Fortpflanzungspotential der Insekten anpassen, wie es in dem in Tabelle 1 angegebenen von KNIPLING stammenden Modell der Fall ist. Dabei wird davon ausgegangen, dass die natürliche Population sich unter natürlichen Bedingungen in jeder Generation auf das Fünffache vermehrt. Hier müssen dann mehr als viermal so viele sterilisierte Männchen freigelassen werden, um eine Verringerung der Insektendichte zu erreichen. In der Tabelle ist konstant sogar die neunfache Zahl über mehrere Genera-

tionen eingesetzt.

Dieses theoretische Modell zeigt, dass die Methode zum Ziele führen muss, wenn von Anfang an mit entsprechend grossem Aufwand mit einem hohen Ueberschuss steriler Männchen gearbeitet wird. Sollte die natürliche Populationsdichte dafür zu gross sein, so kann man ganz einfach damit beginnen, dass man sie zunächst mit einer der herkömmlichen Methoden, etwa mittels Bekämpfung durch Insektizide, reduziert. Es ist relativ einfach, mit einem der hochwirksamen modernen synthetischen Schädlingsbekämpfungsmittel 95 bis 99% einer Schädlingsart zu vernichten. Praktisch unmöglich jedoch ist es, auf diese Weise und durch zusätzliche chemische Mittel auch noch die Restpopulation von 1-5% zu vernichten. Diese vermehrt sich nämlich anschliessend meist sehr rasch wieder, wobei der Ausgangspunkt der Vermehrung dann oft von resistenten Individuen gebildet wird.

Generation	Unbeeinflusste Population, Zahl der produzierten Nachkommen	Durch Freilassung steriler Insekten beeinflusste Population			Zahl der bei einer Vermehrungsquote auf das Fünffache erzeugten Nachkommen
		Natürliche Population	Sterile Population	Sterile: Fruchtbare	
Eltern	1000	1000	9000	9:1	500
F_1	5000	500	9000	18:1	132
F_2	25000	132	9000	68:1	10
F_3	125000	10	9000	900:1	0

Tabelle 1: Zum Aussterben führender Populationsverlauf bei Freilassung der neunfachen Zahl steriler Insekten (bezogen auf die Elterngeneration) über mehrere Generationen hinweg.

Die vorausgehende Reduktion der Bevölkerungsdichte eines bestimmten Insektes mit geeigneten Präparaten schafft häufig gerade optimale Startbedingungen für die Freilassung sterilisierter Tiere. Und gerade die mit Giften praktisch nicht mehr erfassbaren letzten Tiere einer schon stark verdünnten Population können nun durch die Selbstvernichtungsmethode restlos erfasst werden. Denn die paarungsbereiten sterilisierten Männchen finden mit ihren spezifisch auf das Aufsuchen ihrer arteigenen Geschlechtspartner eingestellten Verhaltensweisen mit der Zeit auch die verstecktesten Weibchen und löschen deren Fortpflanzungspotential durch die Paarung aus.

Die Verwirklichung der Idee

Der Gedanke dieser Methode der Schädlingsbekämpfung wurde 1952 erneut aufgegriffen. Inzwischen hatte man jedoch die Möglichkeit, radioaktive Isotope bzw. deren energiereiche Strahlung zur Sterilisation der Männchen einzusetzen. Das erste Ziel war die Ausrottung einer gefährlichen ektoparasitischen Fliege, die in weiten subtropischen und tropischen Bereichen Amerikas beheimatet und unter dem volkstümlichen Namen "Screwworm" (Schraubenwurm) ebenso bekannt wie gefürchtet ist. Es handelt sich um die zur Familie der Schmarotzer- und Aasfliege gehörende Art Cochliomyia hominivorax Coquerel, welche den bei uns in Europa heimischen Fleisch-

fliegen äusserlich sehr ähnlich ist. Die Weibchen der Fliege legen ihre Eier in Paketen von 250-400 Stück an den Rändern offener Wunden ab. Die bereits nach einem Tag schlüpfenden Larven bohren sich völlig in die Wunde ein und ernähren sich vom offenen Gewebe, wobei sie innerhalb von 5-6 Tagen zur vollen Grösse von 12 bis 14 mm heranwachsen.

Die ausgewachsenen Maden dieser Wundfliege tragen ringförmige Reihen kleiner Dornen auf deutlich sichtbaren Ringwulsten ihrer Körperoberfläche, was ihnen das einer Holzschraube ähnliche Aussehen gibt und ihnen ihren Namen verschafft hat. Sie wandern aus der Wunde aus, lassen sich zu Boden fallen, in den sie sich einwühlen, um sich dort zu verpuppen. Je nach der Temperatur schlüpfen sie nach 7-60 Tagen, wühlen sich durch den Boden wieder nach oben und schwärmen aus zum Paarungsflug. Die Weibchen paaren sich nur ein einziges Mal und legen bald danach in mehreren Schüben ihre gesamte Eiproduktion von etwa 3000 Stück ab.

Befallen werden das Nutzvieh und ebenso auch alle Wildsäugetiere, besonders die jagdlich wichtigen grösseren Arten, daneben die kleinen Haustiere wie Hunde und Katzen. Sogar der Mensch ist bedroht.

Wunden als Eintrittspforten für die Eiablage gibt es vor allem in den Steppen und halbwüstenartigen Weidegebieten etwa in Texas und Neu-Mexiko reichlich, wenn sich das Vieh an Dornsträuchern oder Kakteen Hautrisse zuzieht. Hinzu kommen Verletzungen an Weidezäunen aus Stacheldraht, durch Setzen von Brandzeichen, Ohrclips oder Ohrnummern bei der Kennzeichnung, oder kleine Bissverletzungen an Eutern oder Zitzen beim Säugen der Jungtiere. Sogar Zeckenbisse und Insektenstiche, die sich entzünden, können die Fliegen anlocken. Bei frisch geborenen Tieren ist der Nabel an der Abtrennstelle eine der gefährlichsten Eintrittspforten, ein einziges Gelege verursacht dabei meist den sicheren Tod.

Wenn man die ungeheure Gefrässigkeit der Larven kennt und dann noch berücksichtigt, dass gerade bereits befallene Wunden immer wieder neue Weibchen zur Eiablage anlocken, dann kann man ermessen, welch enorme Schäden dieser eine Schädling in der Viehzucht verursachen kann. Zu dem tiefen und bei Befall durch Tausende von Maden immer grossflächiger werdenden Wundfrass selbst kommen noch Sekundärinfektionen, die in ein oder zwei Wochen zum Tod selbst kräftiger Stiere führen können. Aber auch bei nicht tödlichem Verlauf führt die Schwächung der befallenen Tiere zu einer entsprechenden Verringerung der Fleisch- und Milchproduktion, zu Schädigungen in der Fortpflanzungsfähigkeit und zur Verschlechterung der Fellqualität. Allein in den fünf grossen viehzüchtenden Staaten des Südwestens der USA, in Missouri, Texas, New-Mexiko, Oklahoma und Arkansas, verursacht der Screwworm jährlich einen zwischen 25 und 100 Millionen Dollar schwankenden Schaden. Diese Ausfälle, die seit rund 125 Jahren die Farmer ausserordentlich empfindlich treffen, versuchte man nun durch die Ausrottung des Grosschädlings mit der Selbstvernichtungsmethode zu beseitigen.

Zunächst waren strahlenbiologische Voruntersuchungen erforderlich zur Ermittlung der zu Radiosterilisation erforderlichen Dosis. Es stellte sich heraus, dass sie rund 8000 Röntgen beträgt. Der günstigste Zeitpunk für die Bestrahlung ist die späte Puppenphase der Männchen (5½ Tage nach Verpuppung), in welcher die Spermienbildung schon recht weit vorangeschritten ist. Das Sperma bestrahlter Tiere zeigt keinerlei morphologisch erkennbare Defekte, seine Motilität und Eindringungsfähigkeit ist normal, es ist gegenüber dem Sperma normaler Tiere durchaus konkurrenzfähig. Wie erst vor kurzem eingeleitete Untersuchungen zur Primitiventwicklung

der Keime gezeigt haben, stirbt ein von dem Sperma eines bestrahlten Tieres befruchtetes Ei während seiner ersten Entwicklungsschritte ab. Alles spricht dafür, dass in den betrahlten Spermien dominante Letalfaktoren entstanden sind, die sich bereits in dieser frühen Phase der Entwicklung auswirken. Sodann war zu überprüfen, ob nicht irgendwelche weiteren Schädigungen mit der Radiosterilisation einhergehen. Dabei zeigte sich, dass die Lebensdauer, die Flug- und Orientierungsfähigkeit sowie insbesondere das Paarungsverhalten der strahlensterilisierten Männchen völlig normal bleiben, so dass sie den fertilen Wildmännchen beim Paarungsflug tatsächlich gleichwertig sind.

Nach Erarbeitung dieser Grundlagen musste unter Freilandbedingungen ein erster grosser Versuch unternommen werden. Das natürliche Verbreitungsgebiet des Screwworm umfasst subtropische Teile von Südamerika, ganz Mittelamerika, Mexiko, die erwähnten fünf Südweststaaten der USA und einige westindische Inseln. Nur in diesen Gebieten ist eine Ueberwinterung und damit die Dauerbesiedlung durch die Fliege möglich. In den Sommermonaten kann der Befall sich nach Westen (Arizona, Kalifornien), Norden (bis nach New-Jersey) und Osten (Südoststaaten) ausbreiten. Durch Verschleppung mit ausgeführtembefallenem Vieh war es auch im subtropischen Florida, das nicht zum natürlichen Verbreitungsgebiet der Fliege gehört, zu einer Dauereinnistung gekommen.

Der erste Freilandversuch sollte nun in einem natürlich abgegrenzten Gebiet vorgenommen werden, da sich nur hier eine Zuwanderung von aussen her ausschliessen und damit ein verlässliches Urteil über den Erfolg oder Misserfolg des Experimentes gewinnen liess. Im Einverständnis mit den holländischen Behörden führten die Entomologen des US-Landwirtschaftsministeriums unter der Leitung von E.F. KNIPLING ihren ersten Freilandversuch daher auf der 447 qkm grossen Antilleninsel Curaçao durch. Er führte zu dem erwünschten Erfolg, nämlich zum völligen Verschwinden des gefürchteten Schädlings.

Dies Resultat ermutigte zu Einsätzen in grösseren Dimensionen auf dem Festland. Man ging zunächst daran, den in Südflorida eingeschleppten Schädling dort wieder zu vernichten. Dazu aber war es notwendig, eine Zuchtanlage für den Schraubenwurm mit einer Produktionskapazität von wöchentlich 50 Millionen Fliegen zu errichten. Alle diese Tiere mussten sterilisiert und von Flugzeugen aus wöchentlich in einem Gebiet von 50 000 Quadratmeilen ausgelassen werden. Je Quadratmeile waren es wöchentlich 1000 sterile Fliegen. Der Erfolg: Nach 18 Monaten gab es im Südosten der USA keinen Schraubenwurm-Befall mehr! Für die dortige Viehwirtschaft bedeutet das eine jährliche Einsparung von ca. 20 Millionen Dollar. Dieser grosse Erfolg liess nun den kühnen Gedanken reifen, das gleiche auch in den fünf erwähnten Staaten im Südwesten der USA zu versuchen.

Die Bedingungen sind hier ungleich schwieriger. Einerseits handelt es sich um ungeheuer weite Flächen - allein in Texas ist das Ueberwinterungsgebiet der Fliege fast 200 000 Quadratmeilen gross - andererseits ist das Prinzip der geographischen Isolation nicht verwirklicht, das die Aktion auch in Florida durch dessen Halbinselform begünstigt hatte. Denn hier ist das Befallsgebiet in den USA ja durch eine weit über 1000 Meilen lange Landgrenze mit dem mexikanischen Verbreitungsgebiet verbunden, so dass ständig neue Schraubenwurmfliegen über die Grenzen nachströmen können. Aber trotz dieser Erschwerungen kam es durch die Zusammenarbeit zwischen der amerikanischen Bundesregierung und den Regierungen der fünf Bundesstaaten und ihren Viehzuchtverbänden zu einer Aktion, die in der

Jahrtausende alten Geschichte der Auseinandersetzung zwischen Menschheit und Schadinsekten einmalig ist.

Die in Florida erprobte Massenzuchtanlage wurde in Südtexas, unmittelbar an der mexikanischen Landesgrenze zwischen Laredo und Brownsville, auf einem nicht mehr benutzen Militärflugplatz zu einer regelrechten Insektenfabrik ausgebaut, die 1962 von dem damaligen Vizepräsidenten Lyndon B. Johnson feierlich eröffnet wurde. Es war wirklich eine Fabrik für Insekten, ausgeklügelt nach den neuesten Grundsätzen industrieller Rationalisierung, eine raffinierte Kombination der Ausnutzung natürlicher Verhaltensweisen der Insekten mit technischer Automation. Auf einer Fläche von 7000 qm waren Anlagen errichtet worden, die das ganze Jahr hindurch eine Produktionskapazität von wöchentlich 75 Millionen sterilisierten Fliegen garantierten. Durch weitere Rationalisierung der am Fliessband ablaufenden Vorgänge und ununterbrochene Arbeit in drei Schichten gelang es später sogar, die durchschnittliche Wochenproduktion auf über 100 Millionen anzuheben. Die "Jahresproduktion" erreicht also die phantastische Höhe von fünf Milliarden sterilisierten Fliegen.

Zur Larvenernährung dient gemahlenes Pferdefleisch, das mit Blut und Wasser vermischt und thermostatisch sorgfältig auf Körpertemperatur eingestellt ist. Rund drei bis vier Prozent der Fliegen werden ständig für die Aufrechterhaltung der Zucht benötigt. Die Verpuppung erfolgt in Sägemehl. Die später automatisch daraus ausgesiebten Tönnchenpuppen werden auf Bändern ausgeschleust, in Aluminiumbehälter von mehreren Litern Inhalt eingefüllt und zum Bestrahlungsgebäude transportiert. Hier werden sie in eine der drei starken Cobalt-60-Quellen eingefahren und nach der festgelegten Zeit, die zur Erzielung der Sterilisationsdosis erforderlich ist, wieder ausgestossen. Die nunmehr sterilisierten Puppen werden maschinell zu je 400 Stück in Spezialkartons verpackt.

Aber dieser ganze Aufwand wäre natürlich umsonst, wenn nicht in den gleichen Dimensionen auch für die Verteilung der Fliegen über das gesamte Befallsareal gesorgt wäre. Bei der Grösse des hier zur Rede stehenden Gebietes ist das natürlich nur noch vom Flugzeug aus möglich. Insgesamt stehen drei Flughäfen mit nicht weniger als 20 speziell für diesen Zweck ausgerüsteten Flugzeugen zur Verfügung. Die Maschinen haben für die Fliegenschachteln Abwurfschächte mit regelbarer Zeitfolge, so dass die jeweils berechnete Zahl von Fliegen je Quadratmeile ausgebracht werden kann. Die Pappschachteln werden kurz vor dem Fallen von einem Messer automatisch aufgeschnitten, die Fliegen können sich daher zum Teil schon in der Luft verbreiten. Die Flugkurse und Verteilungspläne werden von einem Flugeinsatzstab in Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern generalstabmässig geplant und jeweils der Populationsdichte der Wildfliegen, dem Relief der Landschaft - Flusstäler müssen z.B. verstärkt belegt werden - und der Jahreszeit angepasst.

Von Osten am Mississippi-Tal beginnend, das eine natürliche Grenze des Befallgebietes bildet, hatte man nach Südwesten bereits Ende 1963 ein Gebiet von mehr als 150 000 Quadratmeilen auf diese Weise bearbeitet und hier den Schädling weitgehend ausgerottet. Inzwischen ist in vier der genannten Staaten die Fliege fast völlig vernichtet, man bemüht sich derzeit um die Kontrolle der letzten kleinen Befallsherde. Im Einverständnis mit der mexikanischen Regierung legen die amerikanischen Piloten dabei auf der mexikanischen Seite der Grenze einen Sicherheitsgürtel, indem sie auch dort eine Bekämpfungszone von 200 Meilen Tiefe schaffen. Man hat nämlich herausgefunden, dass einzelne Schraubenwurmfliegen in Flusstälern bis zu 200 Meilen wandern können. Natürlich ist diese Situation an

der Grenze kein Idealzustand, und es wird dauernd notwendig sein, jenes Gebiet in Mexiko als Schutzbarriere regelmässig mit strahlensterilisierten Fliegen zu beschicken. Es besteht aber die Hoffnung, Mexiko in seiner Gesamtheit, eventuell mit internationaler Hilfe, in das Programm einzubeziehen.

Schon heute sind hervorragende wirtschaftliche Erfolge zu verzeichnen. Jedoch kann das Verfahren nur dann zu einem Dauererfolg führen, wenn es mit zusätzlichen Massnahmen gekoppelt ist. Dazu gehört insbesondere eine sehr sorgfältige Kontrolle jedes Viehtransportes aus Mexiko in die fünf Südweststaaten und bei Ausfuhr aus diesen Staaten in die übrigen USA. Jedes einzelne Stück Vieh muss sorgfältig inspiziert, jede Wunde muss desinfiziert werden. Eine Reihe geschulter Techniker ist ständig unterwegs, um nach noch vorhandenem Befall zu fahnden, wobei häufig zwischen den Larven harmloser Fleischfliegen und denen der Schraubenwurm-Fliege unterschieden werden muss.

Die Anwendbarkeit des Verfahrens auf andere Arten

Der überaus spektakuläre Erfolg der Screwworm-Vernichtung führte dazu, dass man sich sehr rasch für eine Uebertragung des Verfahrens der "Freilassung sterilisierter Männchen" auf weitere Schadinsekten interessierte. An dieser Stelle sei zunächst noch ergänzt, dass es sich bei der Schraubenwurmfliege gar nicht um die isolierte Freilassung sterilisierter Männchen handelt. In der Bestrahlungsanlage werden nämlich die Puppen beider Geschlechter bestrahlt, da sich eine automatische Trennung der Puppen nicht durchführen lässt. Selbstverständlich wirken sich die Bestrahlungen auch auf die Reproduktionsfähigkeit der in einem Anteil von rund 50% mit freigelassenen Weibchen aus. Deren Eireifung ist stark gehemmt, allerdings ist hier die "Sterilisierung" nur temporär. Ungünstigerweise absorbieren die bestrahlten Weibchen eine Reihe von Kopulationen der strahlensterilisierten Männchen. Vor dem Abwurf aus dem Flugzeug hält man die Tiere unter Temperaturbedingungen, welche die Kopulation verhindern, aber nach dem Abwurf kommt es selbstverständlich dazu. Allerdings sind ja die Männchen polygam, sie können also auch nach einer oder mehreren Kopulationen mit einem gezüchteten Weibchen immer noch fertile Wildweibchen begatten. Umgekehrt ziehen die bestrahlten Weibchen durch ihre grosse Masse aber auch einen Teil der sexuellen Aktivität der fertilen Männchen der Wildpopulation auf sich, so dass dadurch wenigstens ein gewisser Ausgleich erfolgt.

Bei der inzwischen in der Schweiz geglückten Uebertragung des Verfahrens auf den Maikäfer werden nun aber tatsächlich ausschliesslich Männchen radiosterilisiert und freigelassen. Da eine Massenzucht des Maikäfers viel zu aufwendig und zeitraubend, zudem auf engem Raum infolge des Kannibalismus der Engerlinge gar nicht möglich wäre, lässt E. HORBER die leicht erkennbaren Männchen während der Tagesruhe von den Frassbäumen schütteln und nach im Laboratorium erfolgter Radiosterilisation wieder frei. Man kann aber auch Käfer in klimatisch begünstigteren Gebieten mit früherem Schwarmflug sammeln und für eine Freilassung in Zonen späteren Maikäferfluges "auf Vorrat" bestrahlen. Der Erfolg ist auch in diesem Falle eindrucksvoll. Dieses Beispiel beweist, dass die Methode grundsätzlich auch bei Arten anwendbar ist, deren Weibchen - wie es für Maikäfer zutrifft - wiederholt kopulieren und die zudem nicht streng geographisch isoliert sind. Vor allem aber beweisen die Schweizer Erfahrungen, dass das Verfahren auch ohne den ungeheuren Aufwand einer fabrikartigen Zuchtanlage, Flugzeugeinsatz und entsprechend hohe Geldmittel wirksam werden

kann. In der Regel wird man jedoch die Sterilisierung gezüchteter Insekten anstreben, und daher ist beim Versuch der Anwendung dieser Methode die Entwicklung eines rationellen Verfahrens der Massenzucht des betreffenden Insekts eine der entscheidenden Vorarbeiten. Beim US-Landwirtschaftsministerium sind ebenso wie bei einer Reihe europäischer, asiatischer und afrikanischer Länder gegenwärtig Untersuchungen im Gange, mit denen geklärt werden soll, wie Freilassungen sterilisierter Insekten für ihre Bekämpfung und Ausrottung angewendet werden können. Zu den Arten, auf die sich diese Untersuchungen erstrecken, gehören wichtige Schädlinge an Obst und Nutzpflanzen - z.B. Mittelmeer-Fruchtfliege, Orient-Fruchtfliege, Mexikanische Fruchtfliege, Melonenfliege, Olivenfliege und verschiedene Baumwollschädlinge sowie der Kartoffelkäfer - und ebenso auch bestimmte Krankheitsüberträger wie Moskitos, verschiedene Fliegenarten und Mücken. Besonders beachtenswert sind Untersuchungen, die darauf abzielen, auch die Tsetse-Fliege auf diese Weise auszurotten, was für weite Teile Afrikas von kaum zu ermessender Tragweite wäre. Allerdings bietet das sehr niedrige Vermehrungspotential gerade dieser Geissel Afrikas vorerst noch sehr grosse Schwierigkeiten, besonders für die Zucht.

Chemosterilisation innerhalb der natürlichen Population

Der technische und finanzielle Aufwand bei der Freilassung radiosterilisierter Insekten ist so hoch, dass er nur bei wirklich bedeutsamen Grossschädlingen und hier auch nur dann getragen werden kann, wenn eine endgültige Lösung des Problems durch Ausrottung möglich erscheint. Und schliesslich gibt es auch Arten, wie z.B. den Baumwollkapselkäfer (Anthonomus grandis Boh.), bei denen die zur Sterilisation erforderliche Bestrahlungsdosis so hoch ist, dass die Konkurrenzfähigkeit der sterilisierten gegenüber fertilen Wildmännchen erheblich reduziert wird. Alles das macht die Entwicklung eines Verfahrens wünschenswert, bei welchem die Sterilisation auf chemischem Wege erfolgt, durch ein Präparat, das in dem Befallsgebiet an Ort und Stelle angewendet wird. Auch hier soll dann das Selbstvernichtungs-Prinzip zur Wirkung kommen, bei dem die sterilisierten Tiere in ihrem normalen Sexualverhalten nicht gestört sein dürfen und durch Paarungen mit fertilen Tieren deren Fortpflanzungspotential auslöschen sollen. Die im weltweiten Feldzug gegen den Krebs intensivierte Entwicklung von Cytostatica lieferte und bietet weiterhin ständig aussichtsreiche Präparate. In den Laboratorien des Entomologischen Forschungsdienstes des US-Landwirtschaftsministeriums ist die Prüfung derartiger Substanzen auf ihre mögliche Eignung als Chemosterilisantien bei Insekten längst zu einer Routine-Testmethode geworden. Es fanden sich bereits sowohl typische Männchen-Chemosterilisantien wie auch Präparate, die lediglich auf Weibchen wirken. Die Mehrzahl jedoch beeinträchtigt beide Geschlechter. Bei den meisten Präparaten liegen bisher jedoch die sterilisierende und die toxische Dosis noch zu nahe beisammen. Andererseits gelang es, in der Gruppe der Aziridin-Derivate eine Reihe von geeigneten Verbindungen, bevorzugt Männchen-Chemosterilisantien, zu finden. Bereits durch die Aufnahme geringer Mengen dieser Substanzen - zum Teil genügt die Berührung mit anschliessendem Durchtritt durch die Cuticula - werden die Männchen sterilisiert. Sie behalten dabei stets bewegliche Spermien, die mit normalem Sperma konkurrieren können. Andere Abkömmlinge der gleichen Gruppe, vor allem aber brauchbare Substanzen aus anderen Stoffgruppen (z.B. 5-Fluoro-Uracil) sind Weibchensterilisantien, welche die Entwicklung normaler Eier unterdrücken.

Da man aber Chemosterilisantien dieser Art wegen ihrer möglichen und vielfach noch unbekannten Effekte auf andere Lebewesen, Nutzinsekten

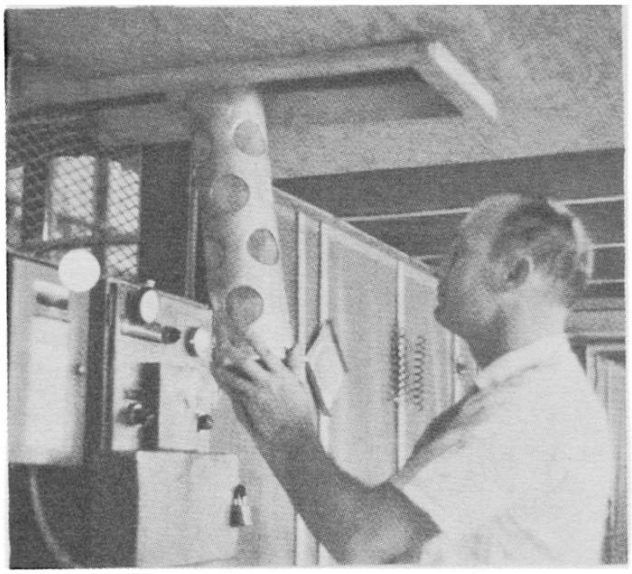

Abb. 1: Im Bestrahlungsgebäude wird eine Aluminiumpatrone mit rund 25 000 Puppen des Screwworm in eine Vorrichtung eingehängt, um automatisch in eine der Kobalt-60-Quellen eingefahren zu werden. Nach der zur Erzielung der Sterilisationsdosis von 8000 Röntgen erforderlichen Zeit wird die Patrone wieder ausgestossen.

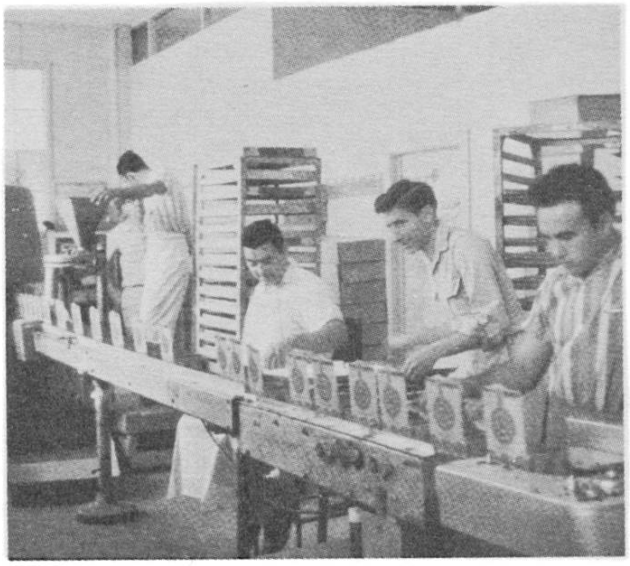

Abb. 2: Am Fliessband laufen pro Minute 50 maschinell vorgefaltete und mit je 400 sterilisierten Puppen gefüllte Spezialkartons an Arbeitern vorbei, die sie noch mit Futter für die schlüpfenden Fliegen versehen. Die Kartons werden maschinell verschlossen und in unmittelbar an die Laderampe für die Flugzeuge anstossenden Räume gestapelt.

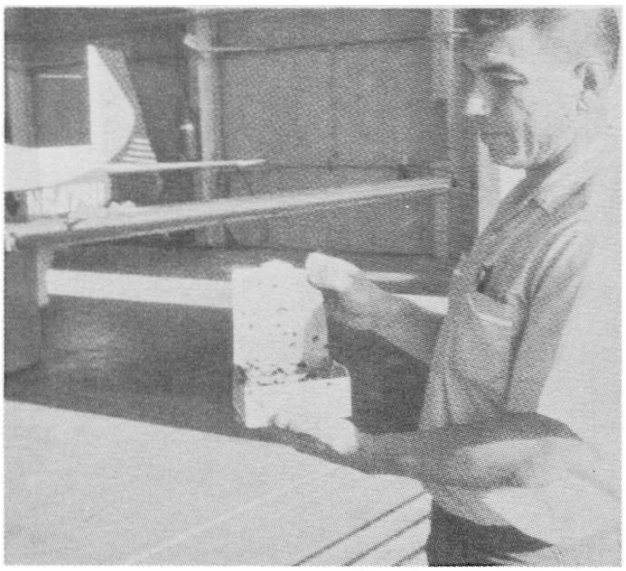

Abb. 3: Spezialkarton mit paarungsbereiten, strahlensterilisierten Schraubenwurmfliegen.

u.a.m., nicht wahllos flächenhaft etwa wie ein Insektizid aussprühen kann, müssen Methoden für eine gezielte Applikation im Freiland entwickelt werden. Man versucht z.B., spezifische Lockstoffe zu finden und diese zusammen mit Chemosterilisantien auszubringen. Geeignet erscheinen neben Anlockkomponenten aus den Nahrungssubstraten, sogenannten Köderstoffen, wegen ihrer ausserordentlich grossen Spezifität vor allem arteigene Sexuallockstoffe, nach denen in diesem Zusammenhange daher intensiv gesucht wird. Das Prinzip der Männchen-Ausschaltung lässt sich jedoch in manchen Fällen auch noch auf ganz andere Weise realisieren, nämlich z.B. durch die Kombination von Insektiziden mit spezifischen Sexuallockstoffen. Die Männchen der orientalischen Fruchtfliege werden durch Methyl-Eugenol (4-Allylveratrol) sehr intensiv angelockt. Man hat daher begiftete Kartonplättchen mit diesem Lockstoff getränkt und mit Flugzeugen verteilt. Auf der 33 Quadratmeilen grossen Insel Rota bei Guam konnte die Population des Schädlings auf diese Weise innerhalb von sechs Monaten völlig ausgerottet werden, da den Weibchen einfach keine Männchen mehr zur Verfügung standen.

Derartige Massnahmen erfordern noch sehr weitgehende Untersuchungen auf den verschiedensten Gebieten. Sie verlangen aber in erster Linie ein verantwortungsbewusstes ökologisches Denken, das jeweils abzuwägen sucht, ob die totale Auslöschung einer Tierart nicht womöglich zu Störungen führen könnte, die noch bedenklicher sind, als der durch die betreffende Arte angerichtete Schaden.

aus: "n+m" (Naturwissenschaft und Medizin)
herausgegeben von der pharmazeutischen Firma Boehringer-Mannheim.