

Aufgabengebiete der Angewandten Entomologie im Vorratsschutz

VON W. TOMASZEWSKI

Deutsches Entomologisches Institut, Berlin-Friedrichshagen

Der im Sinne von ZACHER (1927) als „Handels- und Gewerbezoologie“ definierte Vorratsschutz erstreckt sich auf den Schutz aller Vorräte und Materialien gegen tierische Schädlinge, unter denen die Schadeninsekten andere Schadtiere weitaus an Artenzahl und wohl auch an wirtschaftlicher Bedeutung übertreffen. Im Jahr 1950 betrug die Zahl der in Deutschland bekannten Vorratsschädlinge 341 Arten, von denen 91 Arten = 26,7 % als eingeschleppt und 41 Arten = 12 % als eingebürgert zu betrachten waren (ZACHER, 1950b).

Heute wird der Begriff „Vorratsschutz“ im allgemeinen auf den Schutz von Lagergetreide, Getreideprodukten und anderen gelagerten Nahrungs-, Genuß- und Futtermitteln eingeschränkt, weil sich die übrigen Zweige des Vorratsschutzes, vor allem der Holzschutz und der Textilschutz, zu besonderen Fachgebieten entfaltet haben. Aber alle Gebiete des Vorratsschutzes haben, wie BECKER (1951) für den Holzschutz ausführt, durch ihre Stellung als Grenzgebiete biologischer, chemischer, physikalischer und technischer Wissenschaften, durch die Vielfalt der Schädlinge, der Schutzmittel, der Anwendungsverfahren und der Wirkungsmöglichkeit ihr besonderes Gepräge. „Dabei ist die angewandte Entomologie nur als ein Glied im Rahmen der Gesamtaufgabe dieses Wissens- und Forschungsgebietes zu sehen. Jeder der daran Beteiligten muß sich aber auch der Eigengesetzlichkeiten ihrer Fragestellungen und Ergebnisse stets bewußt werden und sollte bemüht sein, neben der . . . engen Verbindung zur Praxis, die dies Arbeitsgebiet kennzeichnet, zugleich zur Förderung der allgemeinen naturwissenschaftlichen Erkenntnis der belebten Umwelt nach Kräften zu dienen und damit im Sinne der Lehrer und Vorbilder unserer Wissenschaft zu wirken.“

Wenn im folgenden vor allem einige Aufgaben der angewandten Entomologie zum Schutz von gelagertem Getreide, Mehl und anderen Getreideprodukten behandelt werden, so kann zunächst festgestellt werden, daß die Grundlage jedes weiteren wissenschaftlichen und praktischen Fortschrittes, nämlich die Kenntnis der Insekten in Mühlen, Getreidespeichern und ähnlichen Lebensstätten geschaffen ist. In vielen Ländern wurden umfassende

Artenlisten bearbeitet. In Deutschland hat ZACHER (1938b) auf Grund langjähriger Untersuchungen eine Liste der Arthropoden der Mühlen und Getreidespeicher veröffentlicht und mit ähnlichen Arbeiten aus England (RICHARDS & HEFRORD, 1930; HAYHURST, 1937) verglichen. Besonders hingewiesen sei auf die 336 Arten umfassende Liste von COTTON & GOOD (1937), die mit Hinweisen auf Verbreitung, Habitat, Nahrung und die wirtschaftliche Bedeutung (in USA) die Insekten und Milben an Lagergetreide und Getreideprodukten sowie ihre von den Autoren selbst beobachteten bzw. in der Literatur erwähnten Parasiten und Räuber (Arthropoden) enthält.

Die gründliche Kenntnis der Mühlen- und Getreidespeicherfauna hat die ökologische Bearbeitung dieses Zweiges des Vorratsschutzes vertieft. Bereits auf dem V. Internationalen Kongreß für Entomologie konnte ZACHER (1933) über die „Biozönose“ der Getreidespeicher und Mühlen berichten. Während der Biozönose-Begriff in der angewandten Wissenschaft auch heute noch oft kritiklos verwendet wird, wies ZACHER klar daraufhin, daß die Lebensgemeinschaft der Getreidespeicher und Mühlen keine Biozönose in dem von HESSE definierten Sinne bildet, weil sie keiner Selbstregulation fähig ist. „Ein sich selbst überlassener Getreidehaufen wird durch eine Sukzession von Lebewesen allmählich vernichtet, so daß die Biozönose dann erlischt.“ Erst die Wirtschaftstätigkeit des Menschen schafft die Voraussetzung für die Bildung einer mehr oder weniger charakteristischen Lebensgemeinschaft in Speichern und Mühlen, die ZACHER als „sekundäre Biozönose“ bezeichnet.

Ebenso wie die Glieder einer echten Freilandbiozönose lassen auch die Arten der Speicher- und Mühlenbiozönose („Mylonbiozönose“) eine unterschiedliche Gebundenheit an ihre Lebensstätte erkennen. So findet man, daß nach ZACHERS Verzeichnis von den 409 in Deutschland gefundenen Arthropoden-Arten der Speicher und Mühlen nur

- 29 Arten = 7% euzön (Eumylonobionten) sind, dagegen
- 199 Arten = 48% tychozön (Hemimylonobionten),
- 13 Arten = 4% pseudozön (Pseudomylonobionten) und
- 168 Arten = 41% xenozön (Xenomylonobionten).

Für den Vorratsschutz sind nur einige euzöne und wenige tychozöne Arten wirtschaftlich von Interesse, weil zu ihnen die Schädlinge und ihre Parasiten zählen, während alle anderen Arten als Irrgäste zu betrachten sind, die in der Regel nur in geringer Individuenzahl anzutreffen sind. Eumylonobionte Insekten sind fast ausschließlich auf Coleopteren und Lepidopteren beschränkt.

Es ist versucht worden (WEIDNER, 1952), das „Biochorion Bauwerk“ in „Strata“ und „Strukturteile“ zu untergliedern und die „Choriozönosen“ der verschiedenen in den Gebäuden lagernden Vorräte und Materialien zu charakterisieren. Dieser Versuch ist eine Aufgabe weiterer ökologischer Forschung, die auch für den Vorratsschutz von Bedeutung ist. Zur Zeit

sind aber unsere tatsächlichen Kenntnisse der Umweltverhältnisse in den etwa abzugrenzenden Teillebensräumen z. B. eines Speichers und der Populationsdynamik ihrer Bevölkerungen (SOLOMON 1953) noch so lückenhaft, daß es unangebracht erscheint, in diesem Rahmen auf Einzelergebnisse einzugehen. Die Einteilung des Biotops in Biochorien, Strukturteile und Strata bzw. der Biozönose in Choriozönose, Merozönosen und Stratozönosen, welche WEIDNER im Sinne TISCHLERS gebraucht, wird allerdings in der ökologischen Grundlegung des Vorratsschutzes zu mehr oder weniger willkürlichen Abgrenzungen führen. Mir scheint deshalb die Auffassung SCHWENKES („Biozönotik und angewandte Entomologie“, s. dieses Heft, S. 98, 102, 115) die zweckmäßigere, der die Berechtigung einer derartigen Unterteilung innerhalb der Biotop- bzw. Biozönose-Teile bestreitet und alle Teile Merotope bzw. Merozönosen nennt. Im allgemeinen unterscheidet sich das Klima in Mühlen, Speichern, Warenlagern usw. von den Verhältnissen im Freiland unserer Breiten besonders durch ausgeglichene, durchschnittlich höhere Temperaturen und durch niedrigere Luftfeuchtigkeit. Wenn so die Vorratsschädlinge vor den Witterungsextremen, denen unsere Freilandinsekten ausgesetzt sind, geschützt bleiben, so ist es doch ungenau, zu sagen, daß für die Vorratsschädlinge „klimatische Faktoren als Umweltwiderstände eine bedeutend geringere Rolle“ spielen (ANDERSEN, 1936). Der geringe Wassergehalt der Umgebung wie der Nahrung ist vielmehr ein Widerstandsfaktor, dem verhältnismäßig wenige Arten unserer einheimischen Insekten gewachsen sind (v. EMDEN, 1929).

Die wirtschaftlich wichtigsten Schadinsekten unserer Getreidespeicher und Mühlen sind Kosmopoliten; nur von wenigen Arten sind das Ursprungsgebiet und die Geschichte der Verbreitung bekannt (FREEMAN, 1948; ZACHER, 1939b); sie werden nicht oder nur ausnahmsweise im Freiland angetroffen, können sich aber dort nicht halten. Die Vorratsschädlinge, die in unseren Breiten auch im Freiland vorkommen, leben auch dort an verhältnismäßig trockenen Stellen, z. B. unter der Rinde meist morscher oder im Mulm hohler Bäume (z. B. *Tenebroides mauritanicus* L., *Tenebrio molitor* L., *Laemophloeus ater* Oliv.), in Baumschwämmen (z. B. *Tinea granella* L.), in Vogelnestern (z. B. *Ptinus fur* L., vgl. KEMPER, 1939; WOODROFFE & SOUTHGATE, 1951); von diesen Lebensstätten aus können sie gelegentlich auch in Lager und Mühlen eindringen. Der übliche Weg der Verbreitung von Vorratsschädlingen ist jedoch die passive Verschleppung mit befallenen Waren, mit verseuchten Transportmitteln und Verpackungsmaterialien. Die Verschleppung einiger Großschädlinge, z. B. von *Ephestia kuehniella* Zell., *Plodia interpunctella* Hb., *Trogoderma granarium* Everts vollzog sich auf diese Weise in einigen Jahrzehnten über ganze Kontinente, und mit dem zunehmenden Handel, der sich immer rascherer Transportmöglichkeiten bedient, wächst auch die Gefahr der Einschleppung, Einbürgerung und Ausbreitung neuer Vorratsschädlinge für alle Länder, besonders für diejenigen, die auf die Einfuhr von Nahrungs- und Futtermitteln angewiesen

sind. Eine Sonderstellung nehmen die Schädlinge ein, die sowohl als Vegetations- wie auch als Vorratsschädlinge zu existieren vermögen. *Aceanthoscelides obtectus* Say wurde z. B. in starkem Maße nach dem erstem Weltkrieg nach Deutschland eingeschleppt. Obwohl man erwarten mußte, daß er seiner ökologischen Valenz nach auch in Deutschland Speisebohnen und verwandte Arten im Freiland zu befallen vermag, galt er bei uns doch im allgemeinen als Speicherschädling an lagernden Bohnen (HASE, 1950). Diese Annahme traf wohl auch zu, solange die Speisebohnen vorwiegend als Gemüse verzehrt wurden. Als aber im zweiten Weltkrieg die Samenbeschaffung schwieriger und die Bohnensamen ein erwünschtes Nahrungsmittel wurden, bauten vor allem Kleingärtner mehr und mehr Speisebohnen an und ließen sie im Freien reif werden. Damit war es dem Speisebohnenkäfer, der seine Eier an reifende Bohnen ablegt, möglich sich auch durch Freilandinfektion immer weiter zu verbreiten und weitere Speicherräume zu erlangen. Nach dem zweiten Weltkrieg hatte auf diese Weise der Käfer eine in Deutschland bis dahin unbekannte Verbreitung gewonnen, die stellenweise den Anbau von Speisebohnen zu Erliegen brachte.

Für die angewandte Entomologie ergeben sich also weitreichende Aufgaben, so z. B.: Untersuchungen über Lebensbedingungen und Verschleppungsmöglichkeiten von Vorratsschädlingen, regelmäßige Überwachung des Schädlingsbefalls von Speichern, Mühlen, Warenlagern usw., Mitwirkung an Maßnahmen der äußeren und inneren Quarantäne sowie an der Ausarbeitung geeigneter Vorbeugungs- und Bekämpfungsverfahren.

Die vielseitigen Verschleppungsmöglichkeiten und die sehr unterschiedlichen Lebensbedingungen in Gebäuden gestalten die Prognose der Ausbreitung von Vorratsschädlingen noch schwieriger als die von Freiland-schädlingen. So können bekanntlich Insekten des tropischen und subtropischen Gebiets auch in unsere Breiten eingeschleppt werden und sich u. U. auch einbürgern, wenn sie zusagende Nahrung und Umweltbedingungen vorfinden. Als Beispiel einer derartigen Einschleppung bzw. Einbürgerung sei u. a. die von *Trogoderma granarium* Everts (Heimat: tropisches Indien) in Malzfabriken und Brauereien Europas, besonders Englands (FREEMAN, 1951) erwähnt. Auch *Sitophilus (Calandra) oryzae* L., der eine höhere Temperatur beansprucht als *Sitophilus (Calandra) granarius* L. (BODENHEIMER, 1927), wird in unsere Speicher häufig eingeschleppt und verursacht in der wärmeren Jahreszeit bzw. in warmen Lagerhäusern beachtlichen Schaden an Getreide und Getreideprodukten. 1952 konnte ich ihn wieder in Berlin an importiertem Reis feststellen. In einer Berliner Großbäckerei beobachtete ich 1952 *Monomorium pharaonis* L.; die Art ist in diesem Betrieb schon seit der Zeit vor dem 2. Weltkrieg eingebürgert und konnte trotz regelmäßiger Bekämpfungsmaßnahmen noch nicht ausgerottet werden. Es ist also häufig damit zu rechnen, daß Vorratsschädlinge auch in Gebieten, die außerhalb ihrer ökologischen Valenz liegen, wirtschaftliche Bedeutung erlangen.

Ebenso können Änderungen der Vorratshaltung die wirtschaftliche Bedeutung von Vorratsschädlingen beeinflussen. Hierfür liegen zahlreiche Erfahrungen aus der Kriegs- und Nachkriegszeit vor, denen im einzelnen noch weiter nachgegangen werden muß. Im Juli 1944 konnte ich z. B. in einem nahe bei Berlin gelegenen Speicher feststellen, daß ein größerer Posten geschütteten Weizens sehr stark von *Laemophloeus ferrugineus* Steph. und *Oryzaephilus surinamensis* L. befallen war; neben diesen Schädlingen war im ganzen Speicher *S. granarius* L. so schwach vertreten, daß auch die Lagerhalter, denen der Kornkäfer genau bekannt war, eine der beiden in so hoher Individuenzahl vorhandenen Arten als den „primären“ Schadenserreger betrachteten. Ähnliche Beobachtungen wurden auch in anderen Ländern gemacht (FREEMAN, 1952; RILETT, 1949 u. a.), und es ist anzunehmen, daß Getreideschädlinge, die im allgemeinen als „sekundäre“ Körnerfresser betrachtet werden, unter besonderen Verhältnissen (lange Lagerung) zu Großschädlingen werden. DAVIES (1950), der die Bionomie und Schadwirkung von *Laemophloeus minutus* Oliv. genauer untersuchte, stellte fest, daß sich diese Art zwar an völlig gesunden (mit Hilfe des Präpariermikroskopes ausgesuchten) Körnern nicht entwickeln kann, daß aber schon die in jedem Handelsgetreide vorhandenen leicht beschädigten Körner dem Schädling Möglichkeit zur Entwicklung bieten. („Such trivial blemishes, it has been shown, can be enlarged by *Laemophloeus* and it is therefore suggested that grain free from the well-known primary pests like *Calandra* and *Rhizopertha* may nevertheless permit an infestation of *Laemophloeus* to develop.“) Die tatsächliche wirtschaftliche Bedeutung von *Laemophloeus*-Arten und auch anderer „sekundärer“ Körnerfresser im Getreidespeicher festzustellen ist die Aufgabe weiterer Untersuchungen. Es wird dabei von vornherein zu beachten sein, welche Menge leicht beschädigter Körner oder gar Bruchkörner das Lagergetreide jeweils enthält. Zentrale Getreidespeicher nehmen in der Regel nur dann Getreide ab, wenn es bestimmten Qualitätsbedingungen entspricht. So lassen z. B. die „Richtlinien für die Abnahme und Lagerung von Getreide . . .“ (GBL., Nr. 81, 1950) eine Höchstgrenze bis zu 10% „Körnerbeimischung“ zu. „Körnerbeimischungen“ sind nach diesen Richtlinien angefressene, verkümmerte, zerschlagene Körner, wenn weniger als die Hälfte des Getreidekorns übrigbleibt; zerquetschte, verschmutzte, verdorbene, angeschimmelte Körner mit offensichtlich beschädigtem Kern usw. An derart stark beschädigtem Korn können sich ohne weiteres sekundäre Körnerfresser verschiedener Art entwickeln. Nach den Untersuchungen von DAVIES werden aber von *Laemophloeus* auch Körner befallen, die so wenig beschädigt sind, daß sie bei den üblichen Qualitätsprüfungen unbeachtet bleiben; den Anteil an derart leicht beschädigtem Korn in augenscheinlich gesundem Weizen des Handels schätzt DAVIES auf etwa 30%.

Die zitierten Richtlinien setzen ferner als zulässige Höchstgrenze für die Annahme von Getreide eine Feuchtigkeit bis 18% (bei Speichern ohne

mechanische Trocknungsanlagen) und bis 20 % (bei Silos und Speichern mit mechanischen Trocknungsanlagen) fest. Es ist nun darauf hingewiesen worden, daß infolge der Ausbreitung des Mährdruschs grundsätzlich mit einem stärkeren Anfall nicht ausreichend trockenen Getreides zu rechnen ist (SEIDEL, 1952). Auch diese Frage wird vom Standpunkt sowohl der Lagerhaltung als auch des Vorratsschutzes eingehend beachtet werden müssen.

Die Annahme und Ablieferung von schädlingsbefallenem Getreide sind nach den Richtlinien verboten. Um dieser für die innere Quarantäne unbedingt erforderlichen Anordnung Folge zu leisten, müssen alle Möglichkeiten der Verschleppung von Vorratsschädlingen genau geprüft werden. Durch zunehmenden Mangel an Transportraum und Säcken hat in den letzten Kriegs- und in den Nachkriegsjahren die Verseuchung von Getreide während des Transportes an Bedeutung sehr zugenommen. Während die Schädlingsbekämpfung in den Transportmitteln besonders seit dem Gebrauch der synthetischen Kontaktinsektizide (Hexa, DDT) keine besonderen Schwierigkeiten bereitet, ist der Gefahr der Schädlingsverschleppung durch wiederholt benutzte Säcke (Leihsäcke) bisher noch nicht ausreichend begegnet worden. Es ist bekannt, daß die wichtigsten Getreide- und Mehlschädlinge auf diese Weise von Betrieb zu Betrieb verschleppt werden. 1952 habe ich deshalb in Berlin verschiedene Sackfabriken besichtigt, von denen gebrauchte Säcke mechanisch gereinigt, repariert und den Betrieben wieder zur Verfügung gestellt werden. Vorherrschend waren in diesen „Sackfabriken“ Mühlenschädlinge und zwar besonders *Tribolium confusum* J. du Val, *T. castaneum* Hbst., *Ephestia kühniella* Zell.; nicht selten waren *Oryzaephilus surinamensis* L., *Tenebroides mauritanicus* L., *Gnathocerus cornutus* F., *Ptinus tectus* Boield., *Ptinus fur* L., *Stegobium paniceum* L., *Laemophloeus ferrugineus* Steph.; gelegentlich wurde aber auch *S. granarius* festgestellt. Die Einrichtungen der Sackfabriken und die vorhandenen Möglichkeiten zur Schädlingsbekämpfung waren recht verschieden. Im günstigsten Falle war eine zur Sackwäscherei gehörende Trocknungsanlage vorhanden, die eine sichere Schädlingsbekämpfung durch Hitzeanwendung gestattete. In geeigneter Zubereitung sind DDT-haltige Präparate auch zur Imprägnation von Säcken zu verwenden (PARKIN, 1948). Sackfabriken und Betriebe, die durch Ansammlung von Leihsäcken zu Zentren der Verschleppung von Vorratsschädlingen werden und die keine anderen Einrichtungen für regelmäßige Sackentwesungen besitzen, können mit diesen Mitteln die Schädlingsbekämpfung intensivieren. (Eine DDT-Emulsion ist als „Sackentwesungsmittel unter bestimmten Vorsichtsmaßregeln“ von der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin als wirksam anerkannt (SELLKE, 1953).

Der Verwendung synthetischer Insektizide auf der Wirkstoffbasis DDT und Hexa zur Sackimprägnierung, zur Entwesung leeren Speicher- und Transportraums sowie zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen in Saatgut stehen keine wesentlichen Bedenken entgegen. Dagegen wurde die Ein-

führung von Einstäubemitteln zur Schädlingsbekämpfung in Brot- und Futtergetreide als „Wagnis der Vorratsschutzmittelforschung“ (SELLKE, 1953) bezeichnet, das nicht als die „ideale Schädlingsabwehr“ angesehen wird, das aber angesichts der möglichen wirtschaftlichen Verluste für das „kleinere Übel“ zu halten ist. Die zahlreichen Veröffentlichungen, die diesen Fragenkomplex in entomologischer, toxikologischer, mühlen- und backtechnischer Hinsicht behandeln, weisen auf die bestehenden Schwierigkeiten hin (von deutschen Autoren seien hier nur genannt: G. HESS, 1952; K. MAYER, 1951, a, b; K. SELLKE, 1951; B. THOMAS, 1951; W. TRAPPMANN, 1952; K. WOLFRAM, 1952; H. ZEUMER, 1952). Bei der Erforschung von Bekämpfungsmitteln und -verfahren zeigt sich eben ganz besonders deutlich, daß die Entomologie nur ein Glied des ganzen Forschungsgebietes bildet, und es gab oft Enttäuschung, wenn von der Kenntnis der insektiziden Wirksamkeit eines Mittels voreilig auf seine praktische Verwendbarkeit geschlossen wurde. Beschränkt man sich nur auf die Untersuchung der Wirksamkeit von Insektiziden, so ist festzustellen, daß auch die heute gebräuchlichen Zubereitungen noch genauer bearbeitet werden müssen. Ist z. B. zu erwarten, daß Kornkäfer — ähnlich wie Stubenfliegen — eine im Laufe einiger Generationen zunehmende DDT-Resistenz aufweisen werden? MATHLEIN (1952) beobachtete im Laboratorium, daß Kornkäfer, die eine Stunde lang 5% DDT-Staub ausgesetzt waren, nach 14 Tagen zu 91% gelähmt waren. Nachkommen der überlebenden Käfer wurden in der 3. und 4. Generation bei gleicher Behandlung in derselben Zeit nur noch zu 75 und 55% gelähmt. Auch nach Behandlung mit einem Pyrethrum-Piperonylbutoxyd-(0,25/4,00%) -haltigen Staub machte sich eine erhöhte Resistenz nach 7 Generationen bemerkbar. Temperaturerhöhungen bewirken gleichfalls eine zunehmende Widerstandsfähigkeit des Kornkäfers gegen DDT (TOMASZEWSKI & GRÜNER, 1951). Unzureichend, z.T. einander widersprechend sind die Beobachtungen über die Wirkungsweise von Insektiziden (z. B. Tiefenwirkung) bzw. Atemgiftwirkung von Hexa gegen Kornkäfer und -brut); auch die Wirkungsbreite der synthetischen Insektizide gegen verschiedene Vorratsschädlinge in ihren einzelnen Entwicklungsstadien bedarf weiterer Klärung. „One day, perhaps, we shall have completed all the investigations we have in mind and will then be able to concentrate on the proper practical use of the knowledge we have gained; but this day steadily becomes more distant, for new insecticides are being discovered and developed faster than they can be adequately tested“ (PARKIN, 1950).

Die physikalischen Verfahren zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen sind wissenschaftlich und wirtschaftlich noch zu wenig erprobt, als daß zu erwarten wäre, daß sie die chemische Bekämpfung in Kürze ersetzen könnten. In größerem Maße wird die durch Überheizung erzeugte (konvektive) Wärme verwendet, z. B. zur Schädlingsbekämpfung in Mühlen (COTTON, FRANKENFELD & DEAN, 1945; PEPPER, 1935). Andere Arten der

Wärmeerzeugung, z.B. durch Hochfrequenz oder Infrarot-Strahlung, haben in kleineren Versuchen gute Bekämpfungserfolge ergeben (SELLKE, 1951; ZACHER, 1950a, 1951 u. a.). Tiefe Temperaturen, wie sie bei uns während des Winters in ungeheizten Speichern herrschen und die jeder Lagerhalter gut auszunutzen und in den Vorräten möglichst lange zu erhalten bestrebt ist, reichen zur Abtötung der Großschädlinge kaum aus. Die Widerstandsfähigkeit gegen Kälte von *Sitophilus granarius* L., *Ephestia kühniella* Zell. und *Plodia interpunctella* Hbn. ist, wie nachstehende Tabelle zeigt, recht groß. Bekanntlich war eine Vernichtung des Kornkäfers in dem kalten und langanhaltenden Winter nur unter besonderen Lagerungsbedingungen möglich (KIRCHNER, 1940; KUNIKE, 1940).

Widerstandsfähigkeit einiger Vorratsschädlinge
gegen niedere Temperaturen (nach COTTON, 1950)

Schädling	Zur Abtötung aller Stadien sind erforderlich bei °C			
	-9 bis -7 Tage	-7 bis -4 Tage	-4 bis -1 Tage	-1 bis +2 Tage
<i>Sitophilus oryzae</i>	3	6	8	16
„ <i>granarius</i>	14	33	46	73
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> ..	3	7	23	26
<i>Tribolium confusum</i>	1	5	12	17
„ <i>castaneum</i>	1	5	8	17
<i>Plodia interpunctella</i>	8	28	90	
<i>Ephestia kühniella</i>	7	24	116	

Die biologische Bekämpfung von Vorratsschädlingen ist wiederholt angeregt und versuchsweise auch angewendet worden. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen ist sie nicht geeignet, stärkeren Schädlingsbefall mit der für einen wirksamen Vorratsschutz notwendigen Schnelligkeit zu beseitigen oder auch nur auf ein wirtschaftlich tragbares Maß zu verringern. Weitere Untersuchungen über den Einfluß von Parasiten und Räubern auf die Populationsdynamik von Vorratsschädlingen verlieren trotzdem durchaus nicht an Bedeutung.

Eine enge Zusammenarbeit von angewandter und systematischer Entomologie ist erforderlich, um die Diagnostik im Vorratsschutz zu verfeinern und sie soweit wie möglich auch dem Praktiker zu erschließen. Die rechtzeitige Erkennung des Schädlings ist ja in jedem Gebiet der angewandten Entomologie Voraussetzung für die zweckmäßigsten prophylaktischen und kurativen Maßnahmen. Ebenso setzen Angaben über Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung im Verbreitungsgebiet eine einwandfreie Identifikation der Arten voraus. So selbstverständlich, ja überflüssig dieser Hinweis erscheinen mag, so halte ich ihn im Hinblick auf die zu klärenden Aufgaben im Vorratsschutz doch für notwendig. Es sei hier nur an einen Schädling erinnert: die „Kornmotte“. In Schweden ist sie der „allgemeinste

und wichtigste Schädling“. „Im Vergleich mit der Kornmotte spielt hier in Schweden der Kornkäfer, *Calandra granaria*, als Getreideschädling eine untergeordnete Rolle“ (MATHLEIN, 1950). „Die Kornmotte trat in Deutschland von 1913 bis 1923 nur selten auf, hat seitdem aber wieder an Ausbreitung gewonnen“ (ZACHER, 1938b). Auch nach dem zweiten Weltkrieg war die Kornmotte verbreitet. BECKER (1951) fand die Larven im Myzel des Echten Hausschwammes (*Merulius lacrimans domesticus*) und anderer Gebäudepilze und nimmt an, daß zu der auffallenden Ausbreitung der Kornmotten in den Nachkriegsjahren ohne Zweifel auch die ungewöhnliche Zunahme der Holzzerstörungen durch Pilze in Gebäuden und im besonderen die massenhafte Entwicklung des Echten Hausschwammes beigetragen haben. In allen von BECKER untersuchten Fällen handelte es sich um *Tinea granella* L. (det. M. HERING). Im Juni 1952 konnte ich auf einem bäuerlichen Schüttboden bei Berlin einen schwachen Befall an Roggen durch *T. granella* feststellen. Nach ZACHER (1941) ist bei uns jedoch die von ihm 1938 beschriebene Roggenmotte *T. secalella* „die häufigste auf Getreideböden auftretende *Tinea*-Art“; sie wurde „bisher stets mit der Kornmotte verwechselt“. Auch die in Schweden häufigste Art entspricht der *T. secalella*. Nach CORBET (1943) dürfte nun *T. secalella* identisch mit *T. personella* Pierce & Metcalfe sein; für diese Art ist jedoch der ältere Name *T. infimella* Herrich-Schäffer gültig. Es scheint, daß *T. granella* nach Süden hin an Häufigkeit zunimmt und in Südeuropa vielleicht allein vorkommt (ZACHER, 1941). Diese Frage ist nur auf Grund weiterer Untersuchungen zu entscheiden. Für die Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung der Arten ist ein weiterer Hinweis von ZACHER (1941) bemerkenswert, nach dem Korn- und Roggenmotte vorwiegend in Bauernspeichern und Kleinmühlen vorhanden sind, während in den größeren Lagerhäusern bei uns *Ephestia elutella* Hb. und *Plodia interpunctella* Hb. überwiegen. Die letztere Art, die Dörrobstmotte, erhielt ich in Einsendungen von Pflanzenschutzdienststellen und bei eigenen Untersuchungen in Speichern viel häufiger als *Tinea*-Arten. Die Dörrobstmotte kann infolge ihrer Polyphagie sich überall leicht einbürgern und von einem Warenposten aus andere befallen. „Auch in Deutschland tritt *Plodia* viel häufiger als Getreideschädling auf, als man annimmt, nur wird der Schaden meist nicht erkannt, sondern der Kornmotte zugeschrieben“ (ZACHER, 1950a).

Die Identifikation der Schädlinge wird in der Praxis oft dadurch erheblich erschwert, daß bei der Befallsermittlung nur Larvenstadien gefunden werden. Wissenschaftliche Arbeiten, wie die von HINTON (1942, 1943a), entsprechen deshalb auch den wirtschaftlichen Zielen des Vorratsschutzes, und es ist zu wünschen, daß die Spezialisten der systematischen Entomologie noch intensiver diejenigen Insektenfamilien bearbeiten, die besonders viele ökonomisch wichtige Arten enthalten.

In zahlreichen Publikationen sind die von Vorratsschädlingen verursachten Schadbilder beschrieben und abgebildet. Dieses Material zu er-

gängen und in Bestimmungstabellen zu verarbeiten, ist für die Praxis von Bedeutung, weil es oft notwendig ist, nur nach der Schadensweise und den Spuren der Schädlinge (Exkremente, Exuvien, Gespinste, Laufspuren usw.) den Schaderreger zu bestimmen oder seine Brutstätten aufzufinden.

Die durch Schädlingsbefall eintretenden Symptome im befallenen Gut, vor allem die Erhitzung, aber auch die Bildung von Feuchtigkeit und Kohlensäure, werden bereits in teils einfachen, teils in gut entwickelten Methoden zur Befallskontrolle verwertet. Auch auf diesem Gebiet muß der Entomologe an der Verbesserung oder Neubearbeitung der Untersuchungsmethoden mitwirken.

Es ist nicht möglich, die durch Vorratsschädlinge verursachten Ernteverluste zahlen- bzw. wertmäßig genau anzugeben. In Deutschland wurde der Verlust durch Kornkäfer auf 2 bis 3 % der gesamten Getreideernte, der im ersten Weltkriege durch Kornkäfer und Mehlmotte zusammen verursachte auf mindestens 5 % geschätzt (SCHULTZ, 1938). Auf jeden Fall sind die Verluste durch Vorratsschädlinge so beachtlich, daß der Vorratsschutz auch heute zu den vordringlichsten Aufgaben der angewandten Entomologie gehört.

Verzeichnis der benutzten Literatur

- ANDERSEN, K. TH., Wie prägt sich der verschiedene Lebensraum der Freiland- und Vorratsschadinsekten in ihrem biologischen Verhalten aus? Nachrichten über Schädlingsbekämpfung **11**, 153—170, 1936.
- BECKER, G., Über einige Ergebnisse und Probleme der angewandten Entomologie auf dem Holzschutzgebiet. Verh. Dtsch. Ges. angew. Ent., **11**, Mitgliederversammlg. 1949, 47—70, 1951.
- , Kornmotten und Pilzmücken an holzerstörenden Pilzen und in pilzzerstörtem Holz in Gebäuden. Z. hyg. Zool. **39**, 5—14, 1951.
- BODENHEIMER, F. S., Über die ökologischen Grenzen der Verbreitung von *Calandra oryzae* L. und *Calandra granaria* L. (Col. Curcul.). Z. wiss. Ins.-Biol. **22**, 65—73, 1927.
- CORBET, A. S., Observations on species of Lepidoptera infesting stored products. XII. *Tinea secalella* Zacher (the Rye Moth), a synonym of *Tinea infimella* Herrich-Schäffer (Tinaeidae). Entomologist **76**, 252—253, 1943.
- COTTON, R. T., Insect pests of stored grain and grain products. Identification, habits and methods of control. Revd. edn., 245 pp., 1950 (reprinted 1952).
- , FRANKENFELD, I. C. & DEAN, G. A., Controlling insects in Flour mills. — U.S. Dept. Agric., Circ. **720**, 75 pp., 1945.
- , & GOOD, N. E., Annotated list of the insects and mites associated with stored grain and cereal products, and of their arthropod parasites and predators. U. S. Dept. Agric., Misc. Publ. **258**, 81 pp., 1937.
- DAVIES, R. G., The biology of *Laemophloeus minutus* Oliv. (Col. Cucujidae). Bull. ent. Res. **40**, 63—82, 1949.
- EASTHAM, L. E. S. & SEGROVE, F., The influence of temperature and humidity on instar length in *Calandra granaria* Linn. J. exp. Biol. **24**, 79—94, 1947.
- VAN EMDEN, F., Über die Rolle der Feuchtigkeit im Leben der Speicherschädlinge. Anz. Schädlingsk. **5**, 58—60, 1929.

- FREEMAN, J. A., Methods of spread of stored products insects and origin of infestation in stored products. Verh. VIII. Internat. Kongr. Ent. Stockholm 1948, 815—825, 1950.
- , Pest infestation control in breweries and maltings. J. Inst. Brew. **57**, 326—337, 1951.
- , *Laemophloeus* spp. as major pests of stored grain. Plant Pathology **1**, 69—76, 1952.
- GOOD, N. E., The flour beetles of the genus *Tribolium*. U. S. Dept. Agric., Tech. Bull. **498**, 57 pp., 1936.
- GRAY, H. E., Protecting Canada's stored grain by chemical controls. Agric. Chem. **3**, no. 9, 36—37, 39, 59; no. 10, 37—39, 69, 1948.
- HASE, A., Weitere Versuche zur Frage der biologischen Bekämpfung von Mehlmotten mit Hilfe von Schlupfwespen. Arb. Biol. Reichsanst. **14**, 163—169, 1926.
- , Zur Geschichte der Einbürgerung des Speisebohnenkäfers und deren praktische Folgen. Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzdienst (Berlin) N.F. **4**, 181—185, 1950.
- HAYHURST, H., Insect infestation of stored products. Ann. appl. Biol. **24**, 797—807, 1937.
- HEADLEE, T. J. & JOBBINS, D. M., Progress to date on studies of radio waves and related forms of energy for insect control. J. econ. Ent. **31**, 559—563, 1938.
- HESS, G., Toxische Wirkung von Schädlingsbekämpfungsmitteln. Pflanzenschutztagung Berlin, 12.—14. März 1952; 89—92, Dtsch. Bauernverlag Berlin, 1952.
- HOWE, R. W. & OXLEY, T. A., The use of carbon dioxide production as a measure of infestation of grain by insects. Bull. ent. Res. **35**, 11—22, 1944.
- KEMPER, H., Hausschädlinge als Bewohner von Vogelnestern. Z. hyg. Zool. **30**, 227 bis 236, 269—274, 291—297, 1938.
- , Die Nahrungs- und Genußmittelschädlinge und ihre Bekämpfung. Monogr. hyg. Zool. **6**, 279 pp., 1933.
- , Die Spuren der Gesundheits- und Wohnungsschädlinge in ihrer Bedeutung für Schädlingskunde und Schädlingsbekämpfung. Z. hyg. Zool., Beiheft 1, 75 pp., 1941.
- , Die Haus- und Gesundheitsschädlinge und ihre Bekämpfung. 2. Aufl., 344 pp. 1950.
- KIRCHNER, H. A., Versuche über den Einfluß der Winterkälte auf den Kornkäfer (*Calandra granaria* L.). Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzdienst **20**, 60—64, 1940.
- KUNIKE, G., Wird der Kornkäfer durch Kälte geschädigt? Ibid. **20**, 72—73, 1940.
- LINDGREN, D. L., The respiration of insects in relation to the heating and the fumigation of grain. Univ. Minn., Agr. Exp. Sta., Techn. Bull. **109**, 32 pp., 1935.
- MATHLEIN, R., Undersökningar rörande Förradsskadedjur. I. Kornviveln, *Calandra granaria* L. och Risviveln, *Calandra oryzae* L. Deras Biologi och Bekämpning. Statens Växtskyddsanst., Medd. **23**, 91 pp., 1938.
- , Über einige Vorratsschädlinge in Schweden. Verh. VIII. Internat. Kongr. Ent. Stockholm 1948, 830—833, 1950.
- , Undersökningar över uppkomst av DDT-Resistens hos kornvivel, *Calandra granaria* L. Statens Växtskyddsanst., Medd. **62**, 20 pp., 1952.
- MAYER, K., Zur Problematik der neuen Kontaktinsektizide. Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzdienst (Berlin), N.F. **5**, 81—85, 1951 (a).
- , Einstäubemittel zur Kornkäferbekämpfung im Lagergetreide. Ibid. N.F. **5**, 163 bis 170, 1951 (b).
- MÉTALNIKOV, S., Utilisation des microbes dans la lutte contre les teignes de la farine. C. R. Soc. Biol. **136**, 503—504, 1942.
- MILNER, M., LEE, M. R. & KATZ, R., Application of X-ray technique to the detection of internal insect infestation of grain. J. econ. Ent. **43**, 933—935, 1950.

- OXLEY, T. A., The scientific principles of grain storage. 108 pp., 1948.
- PARK, T. & FRANK, M. B., The population history of *Tribolium* free of sporozoan infection. *J. Anim. Ecol.* **19**, 95—105, 1950.
- PARKIN, E. A., DDT-Impregnation of sacks for the protection of stored cereals against insect infestation. *Ann. appl. Biol.* **35**, 233—242, 1948.
- , Control of stored product insects with contact insecticides. *Verh. VIII. Internat. Kongr. Ent.*, Stockholm 1948, 834—837, 1950.
- PEPPER, J. H. & STRAND, A. L., Superheating as a control for cereal mill insects. *Montana State Coll., Agr. Exp. Sta., Bull.* **297**, 26 pp., 1935.
- REDDY, D. B., Influence of sound kernels compared with halved kernels of wheat upon oviposition of the rice weevil. *J. econ. Ent.* **43**, 390—391, 1950.
- REID, J. A., The species of *Laemophloeus* (Coleoptera: Cucujidae) occurring in stored foods in the British Isles. *Proc. R. ent. Soc., London (A)* **17**, 27—33, 1942.
- RICHARDS, O. W. & HERFORD, G. V. B., Insects found associated with cacao spices and dried fruits in London warehouses. *Ann. appl. Biol.* **17**, 367—394, 1930.
- RILETT, R. O., The biology of *Laemophloeus ferrugineus* (Steph.). *Canad. J. Res. (D)* **27**, 112—148, 1949.
- SCHULTZ, H., Pflanzenschutz in Zahlen. *Zbl. Bakteriol., Parasitenkunde und Infektionskrankh., Abt. II*, **97**, 413—429, 1939.
- SEIDEL, K., Die zweckmäßige Getreidelagerung. *Vorratsschutz*, Verlag Kommentator, Frankfurt a. M., 30—34, 1952.
- SELLKE, K., Über die Eignung der Infrarot-Strahlung zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen. *Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst (Berlin)*, N.F. **5**, 70—72, 1951.
- , Kornkäfereinstäubemittel und ihr Verhalten im behandelten Getreide. *Ibid.* N.F. **6**, 121—127, 1952.
- , Die Pflanzenschutzmittel in der Deutschen Demokratischen Republik. *Dtsch. Landwirtschaft.* **4**, 27—33, 1953.
- SOLOMON, M. E., The population dynamics of storage pests. *Trans. IX. Int. Congr. Ent. Amsterdam 1951*, **2**, 235—248, 1953.
- STELLWAAG, F., *Tinea cloacella* Hw. und *Tinea granella* L. *Z. angew. Ent.* **10**, 181—188, 1924.
- THOMAS, B., Behandlung und Verarbeitung des mit Kontaktinsektiziden (DDT u. HCC) bestäubten Getreides. *Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst (Berlin)*, N.F. **5**, 170—173, 1951.
- TOMASZEWSKI, W. & GRUNER, H. E., Die Temperaturabhängigkeit der Wirkung synthetischer Insektizide (DDT, Hexa) auf den Kornkäfer (*Calandra granaria* L.) *Beitr. Ent.* **1**, 105—109, 1951.
- TRAPPMANN, W., Einstäubemittel zur Bekämpfung von Schadinsekten im Getreide. *Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig)* **4**, 106—108, 1952.
- UHLMANN, E., Unsere Material- und Vorratsschädlinge in ihrer Beziehung zum Freilandleben. *Mitt. Ges. Vorratsschutz* **13**, 57—60, 1937; **14**, 3—10, 1938.
- WATTS, C. N. & BERLIN, F. D., Piperonylbutoxide and pyrethrins to control rice weevils. *J. econ. Ent.* **43**, 371—373, 1950.
- WEBER, H. H., WAGNER, R. P. & PEARSON, A. G., High-Frequency electric fields as lethal agents for insects. *Ibid.* **39**, 487—498, 1946.
- WEIDNER, H., Die Insekten der „Kulturwüste“. (Vorarbeiten zu einer Ökologie der Großstadt.) *Mitt. Hambg. Zool. Mus. Inst.* **52**, 89—173, 1952.
- WOLFRAM, R., Zur Einstäubung von Getreide mit Kontaktinsektiziden. *Anz. Schädlingssk.* **25**, 73—75, 1952.
- WOODROFFE, G. E. & SOUTHGATE, B. J., Birds' nests as a source of domestic pests. *Proc. Zool. Soc. London* **121**, 55—62, 1951.

- ZACHER, F., Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Vorratsschädlinge. Arb. Biol. Reichsanst. **12**, 171—177, 1925.
- , Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin 1927.
- , Die Biozönose der Getreidespeicher und Mühlen. Travaux V. Internat. Congr. Ent. Paris 1932, 699—703, 1933.
- , Beiträge zur Geschichte, Verbreitung und Ökologie der Vorratsschädlinge. Ent. Beihefte, Berlin-Dahlem **1**, 83—86, 1934.
- , Die Kornmotte und die Roggenmotte. Mitt. Ges. Vorratsschutz **14**, 65—70, 1938 (a).
- , Die Gliedertiere (Arthropoda) der Mühlen und Getreidespeicher in Deutschland. Mitt. Ges. Vorratsschutz, Sonderheft, 48 pp., 1938 (b).
- , Die Gliedertierfauna der Mühlen und Getreidespeicher. Verh. VII. Internat. Congr. Ent. Berlin 1938, **4**, 2913—2818, 1939 (a).
- , Verschleppung und Einbürgerung von Vorratsschädlingen. Ibid. **4**, 2919—2926, 1939 (b).
- , Wie wirkt der Frost auf die Vorratsschädlinge? Mitt. Ges. Vorratsschutz **16**, 17—23, 1940.
- , Beobachtungen über „Kornmotten“. Z. angew. Ent. **28**, 466—476, 1941.
- , Die Dörrobstmotte, *Plodia interpunctella* Hb. Ein gefährlicher Schädling der Lebensmittelindustrie, des Handels und des Haushalts. Natur u. Nahrung B, Heft 23/24, 9 pp., 1950 (a).
- , Quarantäne gegen Schädlingsbefall, insbesondere gegen Vorratsschädlinge. Naturwissenschaftl. Rundschau **3**, 75—78, 1950 (b).
- , Hochfrequenzwärme als Mittel zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen. Verh. Dtsch. Ges. angew. Ent., Oktober, 1949, 180—190, 1951.
- ZACHER, F. & KUNIKE, G., Verschleppung von Mehl- und Getreideschädlingen durch gebrauchte Säcke. Mitt. Ges. Vorratsschutz **8**, 17—20, 1932.
- ZEUMER, A., Zur Frage der Anwendung der DDT- und „Hexa“-Einstäubemittel gegen Kornkäfer in Getreidebeständen. Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) **4**, 28—29, 1952.
- ZINKERNAGEL, R. & GASSER, R., Über Getreidekonservierung. 1. Mitteilg.: Biologische Grundlagen der Getreidekonservierung. Mitt. Schweiz. ent. Ges. **19**, 626—645, 1945.
- ZINKERNAGEL, R., GASSER, R. & DOMENJOZ, R., Über Getreidekonservierung. 2. Mitteilg.: Insektenbekämpfung mit insektiziden Stäubemitteln. Ibid. **19**, 653—691, 1946.

Bestimmungsliteratur

- CORBET, A. S. & TAMS, W. H. T., Keys for the identification of the Lepidoptera infesting stored food products. Proc. Zool. Soc. London **113**, 55—148, 1943.
- HERFORD, G. M., A key to the members of the family Bruchidae (Col.) of economic importance in Europe — Transact. Soc. Brit. Ent. **2**, 1—32, 1935.
- HINTON, H. E., The Ptinidae of economic importance. Bull. ent. Res. **31**, 331—381, 1941 (a).
- , The Lathridiidae of economic importance. Ibid. **32**, 191—247, 1941 (b).
- , Notes on the larvae of the three common injurious species of Ephestia (Lepidoptera, Phycitidae). Ibid. **33**, 24—25, 1942.
- , Larvae of the Lepidoptera associated with stored products. — Ibid. **34**, 163—212, 1943 (a).
- , A key to the species of *Carpophilus* (Col. Nitidulidae) that have been found in Britain, with notes on some species recently introduced with stored food. Ent. mon. Mag. **79**, 275—277, 1943 (b).
- , A monograph of the beetles associated with stored products. Vol. I, London 1945.

- HINTON, H. E. & CORBET, A. S., Common insect pests of stored food products. A guide to their identification. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Econ. Ser. no. 15, 2. Ed., 1949.
- LEPESME, P., Les Coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. *Encycl. ent. (A)*, **22**, 335 pp., 1945.
- MANTON, S. M., The larvae of the Ptinidae associated with stored products. *Bul. Ent. Res.* **35**, 341—365, 1945.
- SWERESOMB-SUBOWSKI, E. W., Bestimmungstabellen der hauptsächlichlichen Insekten, welche in Getreide und Getreideprodukten vorkommen. *Trudy Otdela prikladn. Ent., Petro-grad* **12**, no. 1, 52 pp., 1923. (In Russisch.)
- WEIDNER, H., Bestimmungstabellen der Vorratsschädlinge und des Hausungeziefers Mitteleuropas. 1937.

Herausgeber: Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Verantwortlich für den Inhalt dieses Heftes: Prof. Dr. W. HENNIG, Deutsches Entomologisches Institut, Berlin-Friedrichshagen, Waldowstr. 1 (Fernruf 64 58 43). Verlag: Akademie-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7, Schiffbauerdamm 19. Fernruf 42 55 71, Postscheckkonto: Berlin 350 21. Bestell- und Verlags-Nummer dieses Heftes: 1017/3/B. Die Beiträge zur Entomologie erscheinen vorläufig sechsmal im Jahr. Bezugspreis dieses Sonderheftes DM 10,— zuzüglich Porto und Versandkosten. Veröffentlicht unter der Druckgenehmigungs-Nr. 100/31/53 des Amtes für Literatur und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik. Satz und Druck: Druckerei „Thomas Müntzer“ Langensalza, Werk Langensalza. — Printed in Germany.