

Christoph Reichmuth

Aussichten für Vorratsschädlinge

Prospects for
Stored Product Pests

Zusammenfassung

Die neuere Geschichte des Vorratsschutzes dient für einen Ausblick auf die nahe Zukunft dieses angewandten Forschungsgebietes mit seinen wichtigen Organismen. Anders als üblich werden die Aussichten aus der Sicht der Vorratsschädlinge, insbesondere der vorratsschädlichen Insekten beschrieben. Vom Menschen über Jahrzehnte in großem Umfang eingesetzte synthetische Kontaktinsektizide haben beispielsweise ihre Bedeutung durch Resistenzbildung der Schadtiere und Bedenken gegen den Einsatz der Chemikalien aus gesundheitlichen Gründen und Erwägungen zum Schutz der Umwelt stark eingebüßt. In groben Zügen werden physikalische und chemische Methoden beschrieben, die zum Teil sowohl für eine Prävention von Schäden und Befall als auch für die Bekämpfung der Schadorganismen geeignet sind. Besonderes Gewicht liegt auf der Beschreibung der biologischen Bekämpfung. Die Schadtiere sind allerdings durch ihre Millionen Jahre andauernde Evolution zum Teil bestens auf die bis heute nicht abschließend erfolgreichen Abwehr- und Bekämpfungsversuche des Menschen vorbereitet. Das Themenfeld Vorratsschutz wird mit der Erwähnung gesetzlicher Regelungen abgerundet sowie mit wichtigen Zitaten wissenschaftlicher Arbeiten, viele aus dem früheren Berliner Vorratsschutzinstitut. Der Autor sieht sich aber resümierend gezwungen, den Vorratsschädlingen mit Respekt eine nicht immer leichte aber doch sichere Zukunft einzuräumen.

Stichwörter: Vorratsschädlinge, Vorratsschutz, Bekämpfung, Vorbeugung

Abstract

The recent history of stored product protection serves for an outlook towards the near future of this applied research area and its important organisms. Other than usual, the prospects are described out of the angle of the pests, especially certain specialised insect species. For instance, synthetic contact insecticides lost their impact after use over decades due to occurrence of pest resistance and human concerns against use of such chemicals out of health reasons and considerations for the protection of the environment. The physical and chemical methods suitable for prevention and control of pest organisms are described in short terms. Also biological control is mentioned as a growing area of stored product protection. Because of their evolution over millions of years, the pest organisms on the other side seem obviously very well prepared against the still not fully effective if not futile human attempts for prevention and control. In short, the full program of stored product protection as applied by man is described and evaluated including the mentioning of the legal boundary conditions and a series of key publications, many from scientists of the former Institute for Stored Product Protection in Berlin. In conclusion, the author sees himself with respect forced to acknowledge to the stored product pest organisms a future that will not always be simple but secure.

Key words: Stored product pests, stored product protection, control, prevention, prospects

Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin

Kontaktanschrift

Prof. Dr. Christoph Reichmuth, Carstennstraße 16, 12205 Berlin, E-Mail: Reichmuth@t-online.de

Zur Veröffentlichung angenommen

14. September 2012

Einführung

Im Vorratsschutz treten ca. 100 Arten vier-, sechs- und achtbeiniger Tiere als Schädlinge auf, denen man bei näherer Betrachtung als Forscher Staunen, Achtung und Respekt entgegen bringen möchte (WEIDNER, 1963, 1983; STEIN, 1986; REICHMUTH, 1997; ENGELBRECHT und REICHMUTH, 2005; REICHMUTH et al., 2007). In der für viele dieser Arten mehr als 100 Millionen Jahre währenden Geschichte erstreckt sich das überwiegend feindliche Handeln des Menschen gegen diese Tiere über kaum mehr als eine Wimpernschlaglänge (REICHMUTH, 2009). Der Mensch wurde gerade vor ca. 10 000 Jahren sesshaft und begann mit der Erzeugung und Massenlagerung landwirtschaftlicher Güter zur nachhaltigen Sicherung seiner Ernährung und auch der Fütterung seiner Nutztiere. Der internationale Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen, Lebens- und Futtermitteln, führte fast zwangsläufig wie die sich steigernde Mobilität des Menschen auch zur Verschleppung von Pflanzen aber auch Tieren, die in anderen Weltteilen bei ihrer Ankunft – häufig ohne die in den Herkunftsländern verbreiteten biologischen Gegenspieler – auf Nahrung im Überfluss stießen. Für vorratsschädliche Insekten gaben WOHLGEMUTH et al. (1983) einen tabellarischen Überblick über Importe nach Deutschland und die damit verbundene Einfuhr von Vorratsschädlingen. Die Tabellen der Arbeit geben auch Aufschluss über die Herkunftsländer der Schädlinge sowie die landwirtschaftlichen Produkte, auf denen sie bei der amtlichen Pflanzenbeschau gefunden wurden. Leider ist diese Beschau in den vergangenen Jahren immer lockerer gehandhabt worden, wodurch die Einschleppungen auch resistenter Stämme von Insekten verstärkt und ungebremst erfolgt. Die Abb. 1 versucht, den Kontext des Vorratsschutzes im Gesamtgefüge der landwirtschaftlichen Produktion und Vermarktung von Pflanzenerzeugnissen bildhaft zu beschreiben. Globale Klimaänderungen bewirken weiteres Einpassen solcher Organismen in Regionen, die früher wegen Land- und Wasserbarrieren sowie auch aus klimatischen Gründen nicht von ihnen besiedelbar waren. Für die wenigen Spezialisten unter den ca. 10 Millionen Arten Gliedertieren, die ca. 100 vorratsschädigenden Arten, eröffnete sich durch menschliche Aktivitäten ein nahrungsmäßiges Eldorado zur eigenen Bestandssicherung (BÜCHNER und WOLF, 1979; LEVINSON und LEVINSON, 1994; WILLERDING, 1998; PLARRE, 2003). Solche Futtermittelläger kannten sie lediglich z.B. von einigen anderen Zwei- (Vögeln) und Vierbeinern (Nagern, Hamstern), die bereits länger als der Mensch Vorräte, z.B. für nahrungsmittelknappe Zeiten anlegen.

Demzufolge stellten sich diese wenigen Arten um und ein auf den Menschen als neuen Wirt für Nahrung, der allerdings seine mühsam gewonnenen Vorräte nicht ohne Gegenwehr den Insekten und Milben und anderen Schadtieren überlies. Immer noch gehen weltweit jährlich über 10% der gesamten Getreideernte durch Vorratsschädlinge verloren. Die Auseinandersetzung mit den Schadorganismen um die geernteten Vorräte erfolgt nunmehr nach menschlichen Zeiträumen bereits sehr lange und

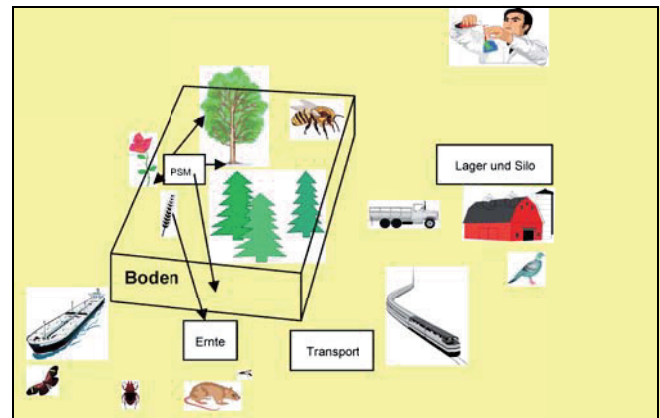


Abb. 1. Modellhafte grafische Beschreibung der logistischen Ausgangslage zum Vorratsschutz landwirtschaftlicher Pflanzenerzeugnisse: Auf dem Boden der landwirtschaftlichen Nutzfläche wird Getreide (Ähre) und andere Nutzpflanzen, Zierpflanzen (Rose) und auch Nutzholz kultiviert. Hierfür werden neben Düngemitteln auch Pflanzenschutzmittel (PSM) eingesetzt, die unter sehr ungünstigen Randbedingungen auch den bestäubenden Bienen gefährlich werden können. Chemiker im Labor sind mit Restnachweisen der Schadstoffe sowie Entwicklung neuer Pflanzen- und Vorratsschutzmittel befasst. Im Zuge der Ernte werden die Pflanzenerzeugnisse aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit Lastwagen, Zügen, Schiffen etc. in Lager und Silos verbracht. Des Weiteren erfolgt Weiterverarbeitung oder Veredelung in Fabriken. Als typische Schadtiere an den gelagerten Vorräten der Pflanzenerzeugnisse treten Käfer, Kleinschmetterlinge (vorratsschädliche Motten), Nagetiere und Vögel auf. Auch die parasitisch an den Schadinsekten lebenden Schlupfwespen sind als Stellvertreter für die biologischen Gegenspieler der Schadorganismen angedeutet.

mit mühsam erreichtem und immer wieder in Frage stehendem Erfolg.

Wer sind diese unsere Gegenspieler?

Als Vorratsschädlinge bezeichnen wir solche überwiegend sechsbeinigen Tiere, die sich gewöhnt haben, von unseren pflanzlichen Erzeugnissen zu fressen und sich zum Teil obligat in längerfristig gelagerten Vorräten zu entwickeln und zu vermehren (ZACHER, 1927; WEIDNER, 1983; WEIDNER und SELLENSCHLO, 2003). Des Weiteren gehören auch einige Arten von Vögeln (z.B. Tauben, Sperlinge, Elstern) und Nagern (Ratten und Mäuse) dazu. Derart befallen können wir die verdorbenen Produkte nicht mehr zu Lebens- oder Futtermitteln weiterverarbeiten oder an unsere Haustiere verfüttern. Wir nennen diese ungebetenen Gäste „Vorratsschädlinge“.

Die Menschen nennen all die Strategien und Methoden, um den beschriebenen Problemen zu begegnen, „Vorratsschutz“ (TRAPPMANN, 1949; REICHMUTH, 1998) oder auch Integrierten Vorratsschutz (REICHMUTH, 1994; ADLER, 1998) und wollen – ähnlich wie die Vorratsschädlinge, die allerdings eigene und diametral gegenläufige Ziele verfolgen – während der Lagerzeit die Qualität der überwiegend pflanzlichen Erzeugnisse für ihre eigene Nutzung erhalten und nicht den Schadtieren überlassen. Ein typischer Zielkonflikt, den unsere Gegenspieler zwar nicht mit für Menschen gewohnter Perfidie, sondern

mit der über Jahrtausende erworbenen genetischen Flexibilität geduldig und überwiegend erfolgreich ausfechten.

Fähigkeiten und Strategien der Vorratsschädlinge

Den Tieren kamen bei ihrer Neuorientierung auf menschliche Lagerstellen zahlreiche „Erfahrungen“ ihrer Überlebensstrategie zugute, bei der sie während der Millionen Jahre einer andauernden Auslese mit Überlebenskampf auf dem Planeten Erde vor dem Auftreten des Menschen nicht immer förderliche Lebensbedingungen vorfanden.

Es herrschten z.T. sehr widrige, trocken-heiße oder auch arktisch-kalte Klimabedingungen. Die Atmosphäre enthielt über lange Zeiträume wenig Sauerstoff und viel mehr Kohlendioxid als heute. Verwertbare Nahrung war knapp. Die Tiere mussten sich mit Samen, abgefallenen und vertrockneten Früchten, Rinden, Wurzelteilen, abge-

storbenen Artgenossen, Fischen oder Großtieren begnügen. Regionale Eiszeiten und Dürreperioden zwangen zur Aufgabe vorher günstiger und gewohnter Habitate. Weite Strecken waren zu überwinden, um neue Überlebensräume zu finden. All das wiederholte sich vielfach und führte zu genetischen Selektionsprozessen, die teilweise durch zufallsbedingte Mutationen begünstigt wurden. So stehen diese Tiere heute dem Menschen mit einem genetischen Potential gegenüber, das sie zu elastischer Reaktion auf alle seine Abwehrversuche befähigt.

Zwar gehen bei dieser Auseinandersetzung mit dem Menschen Individuen seiner Gegenspielerarten oft massenhaft verloren; diese Verluste werden aber meist zügig sogar mit zum Teil vergrößerter Fortpflanzungsrate beantwortet. Dem Individuum der Tierarten kommt hierbei eine gänzlich andere Funktion zu, als wir sie z.B. beim individualistischen Europäer gewohnt sind. Man könnte bei den Insektenarten fast von der kumulativen Intelligenz einer gesamten Art sprechen.

Tab. 1. Liste bedeutender Vorratsschädlinge und einiger biologischer Gegenspieler zur Bekämpfung (nach: REICHMUTH, 1997; REICHMUTH et al., 2007, 2008; WEIDNER und SELLENSCHLO, 2003)

Deutscher Name	Lateinischer Name	Biologischer Gegenspieler
Backobstkäfer	<i>Carpophilus hemipterus</i>	
Backobstmilbe	<i>Carpoglyphus lactis</i>	<i>Xylocoris flavipes</i>
Baumschwammkäfer, Behaarter	<i>Typhae stercorea</i>	<i>Teretrius nigrescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Bohnenkäfer, Vierfleckiger	<i>Callosobruchus maculatus</i>	<i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Theocolax elegans</i>
Brotkäfer	<i>Stegobium paniceum</i>	<i>Anisopteromalus calandrae</i> <i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Theocolax elegans</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Bücherlaus	<i>Liposcelis bostrichophila</i>	
Diebkäfer, Australischer	<i>Ptinus tectus</i>	<i>Lariophagus distinguendus</i>
Diebkäfer, Gelbbrauner	<i>Ptinus clavipes</i>	
Diebkäfer, Gemeiner {Kräuterdieb}	<i>Ptinus fur</i>	<i>Lariophagus distinguendus</i>
Diebkäfer, Kleiner	<i>Ptinus pusillus</i>	
Dornspeckkäfer	<i>Dermestes maculatus</i>	<i>Trichogramma evanescens</i>
Dörrobstmotte {Dörrobstmotte, Kupferrote}	<i>Plodia interpunctella</i>	<i>Habrobracon hebetor</i> <i>Trichogramma evanescens</i> <i>Venturia canescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Elster	<i>Pica pica</i>	<i>Falco</i> spp.
Erbsenkäfer	<i>Bruchus pisorum</i>	
Erdnussplattkäfer	<i>Oryzaephilus mercator</i>	<i>Cephalonomia tarsalis</i> <i>Holepyris sylvanidis</i> <i>Teretrius nigrescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Erdnussamenkäfer	<i>Caryedon serratus</i>	
Feigenmotte	<i>Ephestia figulilella</i>	<i>Cheyletus eruditus</i> <i>Habrobracon hebetor</i> <i>Trichogramma evanescens</i> <i>Venturia canescens</i>
Felsentaube	<i>Columba livia</i>	<i>Falco</i> spp.

Tab. 1. Fortsetzung

Deutscher Name	Lateinischer Name	Biologischer Gegenspieler
Flachkäfer, Siamesischer Getreidekapuziner	<i>Lophocateris pusillus</i> <i>Rhizopertha dominica</i>	<i>Xylocoris flavipes</i> <i>Anisopteromalus calandrae</i> <i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Teretrius nigrescens</i> <i>Theocolax elegans</i>
Getreidemotte	<i>Sitotroga cerealella</i>	<i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Theocolax elegans</i> <i>Trichogramma evanescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Getreidenager, Schwarzer Getreideplattkäfer	<i>Tenebroides mauritanicus</i> <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cephalonomia tarsalis</i> <i>Cephalonomia waterstoni</i> <i>Holepyris sylvanidis</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Getreidesaftkäfer	<i>Carpophilus dimidiatus</i>	<i>Teretrius nigrescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Getreideschimmelkäfer, Glänzendschwarzer	<i>Alphitobius diaperinus (piceus)</i>	<i>Teretrius nigrescens</i>
Hausmaus	<i>Mus musculus domesticus</i>	
Hausratte	<i>Rattus rattus</i>	
Haussperling	<i>Passer domesticus</i>	<i>Falco</i> spp.
Käsefliege	<i>Piophilidae casei</i>	
Käsemilbe	<i>Tyrollichus casei</i>	
Khaprakäfer	<i>Trogoderma granarium</i>	<i>Laelius pedatus</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Kornbohrer, Großer Kornkäfer	<i>Prostephanus truncatus</i> <i>Sitophilus granarius</i>	<i>Teretrius nigrescens</i> <i>Anisopteromalus calandrae</i> <i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Teretrius nigrescens</i> <i>Theocolax elegans</i>
Kornmotte	<i>Nemapogon granella</i>	<i>Trichogramma evanescens</i>
Kugelkäfer, Buckelkäfer	<i>Gibbium psyllodes</i>	<i>Lariophagus distinguendus</i>
Kundekäfer; {Bohnenkäfer, Chinesischer}	<i>Callosobruchus chinensis</i>	<i>Anisopteromalus calandrae</i> <i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Theocolax elegans</i>
Leistenklopfplattkäfer, Kleiner	<i>Cryptolestes pusillus</i>	<i>Teretrius nigrescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Leistenkopflattkäfer, Rotbrauner	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	<i>Cephalonomia waterstoni</i> <i>Holepyris sylvanidis</i>
Linsenkäfer	<i>Bruchus lentis</i>	
Maiskäfer	<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>Anisopteromalus calandrae</i> <i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Teretrius nigrescens</i> <i>Theocolax elegans</i>
Mehlkäfer	<i>Tenebrio molitor</i>	
Mehlmilbe	<i>Acarus siro</i>	<i>Cheyletus eruditus</i>
Mehlmotte	<i>Ephesia kuehniella</i>	<i>Cheyletus eruditus</i> <i>Habrobracon hebetor</i> <i>Trichogramma evanescens</i> <i>Venturia canescens</i>
Messingkäfer	<i>Niptus hololeucus</i>	
Modermilbe	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	<i>Cheyletus eruditus</i>
Pelzkäfer, Geflecker	<i>Attagenus pelli</i>	
Pferdebohnenkäfer	<i>Bruchus rufimanus</i>	
Pflaumenmilbe	<i>Lepidoglyphus destructor</i>	

Tab. 1. Fortsetzung

Deutscher Name	Lateinischer Name	Biologischer Gegenspieler
Reiskäfer	<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Anisopteromalus calandrae</i> <i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Teretrius nigrescens</i> <i>Theocolax elegans</i>
Reismehlkäfer, Amerikanischer	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Holepyris sylvanidis</i> <i>Teretrius nigrescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Reismehlkäfer, Großer	<i>Tribolium destructor</i>	
Reismehlkäfer, Kleinäugiger	<i>Palorus ratzeburgi</i>	<i>Teretrius nigrescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Reismehlkäfer, Rotbrauner	<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Holepyris sylvanidis</i> <i>Teretrius nigrescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Reismehlkäfer, Rundköpfiger	<i>Latheticus oryzae</i>	<i>Teretrius nigrescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Reismehlkäfer, Schwarzbrauner	<i>Tribolium madens</i>	
Reismotte	<i>Corcyra cephalonica</i>	<i>Trichogramma evanescens</i> <i>Xylocoris flavipes</i>
Roggenmotte	<i>Nemapogon varietella</i>	
Samenmotte	<i>Hoffmannophila pseudospretella</i>	<i>Cheyletus eruditus</i>
Schimmelkäfer, Tropischer	<i>Ahasverus advena</i>	<i>Xylocoris flavipes</i>
Speckkäfer, Gemeiner	<i>Dermestes lardarius</i>	
Speckkäfer, Peruanischer	<i>Dermestes peruvianus</i>	
Speichermotte, {Tabakmotte; Heumotte}	<i>Ephestia elutella</i>	<i>Cheyletus eruditus</i> <i>Habrobracon hebetor</i> <i>Trichogramma evanescens</i> <i>Venturia canescens</i>
Speichermotte, Tropische	<i>Ephestia cautella</i>	<i>Cheyletus eruditus</i> <i>Habrobracon hebetor</i> <i>Trichogramma evanescens</i> <i>Venturia canescens</i>
Speisebohnenkäfer	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	<i>Lariophagus distinguendus</i> <i>Trichogramma evanescens</i>
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	
Staublaus	<i>Liposcelis bostrichophila</i>	Bücherskorpion
Stubenfliege, Große	<i>Musca domestica</i>	
Tabakkäfer	<i>Lasioderma serricorne</i>	<i>Anisopteromalus calandrae</i> <i>Lariophagus distinguendus</i>
Tau und Essigfliegen	<i>Drosophila spp.</i>	
Vierhornkäfer	<i>Gnathocerus cornutus</i>	
Wanderratte	<i>Rattus norvegicus</i>	
Wollkrautblütenkäfer; {Kabinettkäfer}	<i>Anthrenus verbasci</i>	<i>Laelius pedatus</i>

Abwehrversuche des Menschen

Was haben wir Menschen von der Frühzeit bis heute nicht alles unter Zuhilfenahme der verschiedensten Disziplinen (Tab. 2) gegen diese Nahrungskonkurrenten versucht (ZACHER, 1927; WEIDNER, 1963). Tab. 3 und 4 geben einen Überblick über die Methoden der Prophylaxe und der Bekämpfung. Fünf Schwerpunkte der Erforschung waren und sind:

1) Wegschließen der Vorräte in Amphoren, Erdlöcher, unter Verwendung von Gefäßverschlüssen, Türen,

Fenstern, Gummilippen, Verklebungen, Gaze, Luft- und Geruchsbarrieren (KHAN, 1983; WOHLGEMUTH und REICHMUTH, 1998; ADLER et al., 2000a; ADLER, 2004; LEHMS et al., 2012).

2) Weglocken und Fangen der Tiere mit Fallen und Ködern (e.g. REICHMUTH et al., 1978; REICHMUTH, 1995; PLARRE, 1998; ARBOGAST et al., 2000).

3) Einsatz abweisender und abtötender Chemikalien/ Atmosphären (e.g. PETERS, 1942; KHAN, 1982; STAHL et al., 1985; WUDTKE et al., 1993, REICHMUTH et al., 1993, 1994; LEESCH et al., 1994; ARTHUR, 1996; REICHMUTH,

Tab. 2. Entwicklung verschiedenster Strategien beim Vorratsschutz unter Zuhilfenahme folgender wissenschaftlicher Disziplinen

Disziplin	Vorratsschutzstrategie
Angewandte Chemie	Einsatz natürlicher und synthetischer Stoffe bei der Früherkennung, Vergrämung und Bekämpfung
Lagertechnologie mit speziellem Blickwinkel	Logistik von Transport und Lagern von Vorräten
Lebens- und Futtermitteltechnologie	Vorratspflege und Herstellung und Verarbeitung von Vorräten, Bestimmung und Erhalt der Qualität der Vorräte während der Lagerung
Politik	Zusammenarbeit mit anderen Staaten, insbesondere der Dritten Welt bei Methodenentwicklungen für Vorratspflege und Quarantäne
Angewandte Biologie	Verhalten von Schadorganismen und Vorräten organischer Herkunft, Einsatz von mikro- und Makroorganismen zur biologischen Bekämpfung
Angewandte Mathematik	Einsatz statistischer Methoden bei Befallskontrolle und Pflege von Vorräten
Angewandte Physik	Veränderung physikalischer Einflussgrößen beim Schutz von Vorräten
Rechtswissenschaften	Schaffung und Berücksichtigung von Gesetzen und Verordnungen beim Vorratsschutz
Betriebs- und Volkswirtschaftslehre	Überlegungen über finanzielle Auswirkungen des Vorratsschutzes, z.B. auch nach Veränderung von Ernährungsgewohnheiten

Tab. 3. Vorbeugender Schutz von Vorräten

Einsatz von:
Verpackungsstoffen
Inerten Gasen, hermetischer Lagerung
Repellentien, Vergrämungsstoffen
Pheromonen (Sexuallockstoffen)
Fallen
Hitze, Kälte, Strahlen
Vakuum, Druck
Hygiene im allgemeinen (z.B. Reinhalten von Transportmitteln)
Kontaktinsektiziden
Kieselgur
Lager- und Fabrikdesign
Insektendichter Gaze
Belüftung
Schall
Trockenheit

Tab. 4. Bekämpfung von Schaderregern

Einsatz von:
Inerten Gasen, Sauerstoffentzug
Hochgiftigen Gasen
Kontaktinsektiziden
Bestrahlung, Infrarotstrahlung, UKW-Strahlen, Mikrowellen, γ -Strahlen, Licht
Fallen mit Ködern
Kieselgur
Kälte
Hitze
Vakuum
Druck
Chemosterilantien
Sterile-Männchen-Technik
Biologischen Feinden, Prädatoren, Pathogenen, Viren
Kollision, Schock
Belüftung
Schall
Trockenheit

1996; KORUNIĆ, 1998; REICHMUTH, 2000b; SUBRAMANYAM und ROESLI, 2000; ADLER et al., 2000b; ADLER, 2001).

4) Einsatz von abtötender Hitze, Kälte, mechanischem Schock und Strahlen (e.g. HERTER, 1953; PRECHT et al., 1955; WATTERS und MACQUEEN, 1967; RASSMANN, 1980; WOHLGEMUTH, 1988, 1989; RASSMANN, 1995; FIELDS, 1992; ADLER und RASSMANN, 2000; NAVARRO und NOYES, 2002).

5) Einsatz abtötender biologischer Gegenspieler (e.g. SCHÖLLER et al., 1996, 1997; SCHÖLLER, 1998, 2006;

ŽD'ÁRKOVÁ, 1996; RASSMANN, 1986; BÖYE et al., 1992; BISCHOFF, 1998; REICHMUTH, 2000a, 2000c; SCHÖLLER und FLINN, 2000; Tab. 1).

Als griffige Kurzdefinition für den Vorratsschutz bietet sich an:

Vorratsschutz als Erforschung der pflanzlichen und tierischen Schadorganismen, die an lang lagerfähigen geernteten Vorräten für die Ernährung von Mensch und Tier auf-

treten: Es erfolgt eine Untersuchung der Lebensbedingungen: 1) der Schadtiere, 2) der Nützlinge als deren mögliche biologische Gegenspieler sowie der Eigenschaften und qualitätsbestimmenden Faktoren der gelagerten Pflanzenerzeugnisse. Die Forschung erstreckt sich auf die Möglichkeiten der Abwehr von Schäden an Vorräten mit Prävention (vorbeugenden Maßnahmen) oder durch Bekämpfung der schadenverursachenden Organismen nach Befall.

Im Rahmen des Vorratsschutzes soll demnach alles getan werden, was zwischen Produktion und Verbrauch dem Massen- und Qualitätserhalt geernteter Pflanzenerzeugnisse dient.

Zu den auch von KROOS und HERRERA-PÉREZ (2008) ausführlich beschriebenen gesetzlichen Grundlagen des Vorratsschutzes zählen:

- Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG) mit Pflanzenschutzsachkundeverordnung
- Zulassungsbehörde: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)
- Bewertungsbehörde Wirksamkeit (Benehmen): Julius Kühn-Institut (JKI)
- Bewertungsbehörde Rückstände und Arbeitsschutz (Benehmen): Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
- Bewertungsbehörde Umweltschutz (Einvernehmen): Umweltbundesamt (UBA)

Für Vorräte, die aus Pflanzenerzeugnissen mit komplizierten Arbeitsschritten gewonnen wurden (z.B. Brot, Kekse, nicht aber Mehl im Mehlsilo einer Mühle oder Bäckerei) gelten folgende Vorschriften:

- Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch
- Biozidgesetz (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Zulassungsbehörde: BAuA); www.BAUA.de
- Bewertungsbehörden BfR, UBA, BAM)
- Infektionsschutzgesetz (zuständige Behörden BVL; UBA; Robert-Koch-Institut, RKI)
- Lebensmittelhygieneverordnung

Schädlingserfahrungen

Aus der Sicht der Vorratsschädlinge setzen die Attacken des Menschen gegen diese Organismen eigentlich nur Erfahrungen der Tiere aus der vormenschlichen Zeit fort, denen sie sich in der Natur auf der Erde bereits häufig, wenngleich häufig in abgewandelter Form, ausgesetzt sahen:

Die Samen waren schon immer mehr oder weniger gegen den Angriff durch die Organismen geschützt und quasi weggesperrt und verfaulten, sobald sie vorzeitig zu Boden fielen.

Vulkanausbrüche mit Veränderungen der Zusammensetzung der Atmosphäre mit Anstieg der Kohlendioxidgehalte und Abnahme der Sauerstoffgehalte traten in der Erdzeitgeschichte der vergangenen Jahrtausende immer

wieder auf und wurden von vielen der Tiere und Mikroben gemeistert.

Vulkanausbrüche mit Veränderungen der Temperatur (und selbst des Lichtes) sind nicht neu für diese Arten.

Auftreten intensiver elektromagnetischer Felder nach Aktivität der Sonne gehörte zum Erfahrungsschatz und mag sogar die arterhaltende Selektion befördert haben.

Der Umgang mit biologischen Gegenspielern war Teil des täglichen Lebensrisikos der Schadtiere und hat die Arten in ihrem Überlebenskampf gestählt.

Der Umgang mit sauerstoffverdrängenden, giftigen oder auch repellierenden chemischen Stoffen, die von Pflanzen zur Abwehr abgegeben wurden und werden, stellte über Jahrtausende einen gängigen Baustein des Selektionsprozesses bei der Überlebensstrategie der Schädlinge dar. Die vom Menschen über Jahrzehnte in großem Umfang eingesetzten synthetischen Kontaktinsektizide haben durch Selektion von Resistenz bei den Schädlingen aber auch durch die menschliche Erkenntnis der negativen Einflüsse dieser Stoffe auf Gesundheit und Umwelt stark an Einsatzhäufigkeit und Bedeutung verloren. Die Schadinsekten im deutschen Vorratsschutz müssen sich nur noch mit Kieselgur, Deltamethrin, Pirimiphos-methyl und einigen Wirkstoffen aus Pflanzen als Kontaktmittel herumplagen. Die Gase – bis hin zu den inertesten Substanzen Stickstoff und Kohlendioxid – stellen immer noch ein größeres Bedrohungspotential für die Tiere dar, wenngleich auch bei diesen Stoffen Resistenzbildungsmechanismen bei den Tieren und Umweltbedenken des Menschen als einschränkende und bedeutungsvermindernde Faktoren verstärkt greifen und aus Schädlingssicht abgestumpfte Waffen des Menschen geworden sind.

So sind die Organismen, die aus der Sicht des Menschen als Schädlinge an seinen Vorräten bezeichnet werden, durch vielfältige Ausleseprozesse gegen verschiedenartigste Versuche des Menschen geeignet, angepasst und geschützt, ihm nachhaltig zumindest einen Teil seiner Vorräte streitig zu machen.

Auf die Frage: wie sind die Aussichten für Vorratsschädlinge? Könnte man demnach antworten: Blendend – wie in Jahrtausenden nachgewiesen!

Literatur

- ADLER, C., 1998: What is integrated stored product protection? In: ADLER, C., M. SCHÖLLER, (Eds.): Proceedings of the meeting of the IOBC-WPRS study group Integrated Protection of Stored Products. 31 August–2 September 1997 in Zurich, Switzerland, IOBC-Bulletin 21, 1-8.
- ADLER, C., 2001: Phytochemicals for stored product protection – chances and limitations. In: ŽDÁRKOVÁ, E., M. WAKEFIELD, J. LUKÁŠ, J. HUBERT, (Eds.): Biological Control of Arthropod Pests in Stored Products. Proceedings of the 1st Meeting of the Working Group 4 of COST Action 842. 6–7 September 2001 in Lisbon, Portugal, Research Institute for Crop Protection, Prague, Czech Republic, 24-28.
- ADLER, C., 2004: Significance of hermetic seals, controlled ventilation and wire mesh screens to prevent the immigration of stored product pests. In: Integrated Protection in Stored Products. Proceedings of the meeting of the IOBC-WPRS working group Integrated Protection of Stored Products. 16–19 September 2003 in Kusadasi, Turkey, IOBC Bulletin 27, 13-16.

- ADLER, C., H.-G. CORINTH, C. REICHMUTH, 2000a: Modified atmospheres. In: SUBRAMANYAM, B., D. W. HAGSTRUM, (Eds): Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM, Boston, Dordrecht, London, Massachusetts, United States of America, Kluwer Academic Publishers, 437 pp., 105-146.
- ADLER, C., P.C. OJIMELUKWE, T.A. LEON, 2000b: Utilisation of phytochemicals against stored product pests. In: ADLER, C., M. SCHÖLLER, (Eds.): Proceedings of the meeting of the IOBC-WPRS study group Integrated Protection of Stored Products. 22-24 August 1999 in Berlin, Germany, IOBC-Bulletin **23**, 169-175.
- ADLER, C., W. RASSMANN, 2000: Utilisation of extreme temperatures in stored product protection. In: ADLER, C., M. SCHÖLLER, (Eds.): Proceedings of the meeting of the IOBC-WPRS study group Integrated Protection of Stored Products. 22-24 August 1999 in Berlin, Germany, IOBC-Bulletin **23**, 257-262.
- ARBOGAST, R.T., P.E. KENDRA, R.W. MANKIN, J.E. MCGOVERN, 2000: Monitoring insect pests in retail stores by trapping and spatial analysis. *Journal of Economic Entomology* **93**, 1531-1542.
- ARTHUR, F.H., 1996: Grain protectants: Current status and prospects for the future. *Journal of Stored Products Research* **32**, 293-302.
- BISCHOFF, R., 1998: Untersuchungen zur Wirksamkeit insektenpathogener Pilze gegen die vorratsschädlichen Motten *Ephestia kuehniella* und *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Humboldt-Universität zu Berlin, Doktorarbeit, 135 S.
- BÖYE, J., G.-A. LABORIUS, F.A. SCHULZ, 1992: Response of *Teretriosoma nigrescens* (Lewis) (Col.: Histeridae) to the pheromone of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col. Bostrichidae). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz und Umweltschutz* **65**, 153-157.
- BÜCHNER, S., G. WOLF, 1979: Der Kornkäfer – *Sitophilus granarius* (Linné) – aus einer Bandkeramischen Grube bei Göttingen. *Archäologisches Korrespondenzblatt* **27**, 211-220.
- ENGELBRECHT, H., C. REICHMUTH, 2005: Schädlinge und ihre Bekämpfung – Gesundheits-, Vorrats- und Holzschutz, 4. Aufl. Hamburg, B. Behr's Verlag, 403 S., ISBN 3-89947-171-7.
- FIELDS, G.P., 1992: The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of stored Products Research* **28**, 89-118.
- HERTER, K., 1953: Der Temperatursinn der Insekten. Berlin, Duncker & Humblot, 380 S.
- KEMPER, H., 1968: Kurzgefaßte Geschichte der tierischen Schädlinge, der Schädlingskunde und der Schädlingsbekämpfung. Berlin, Duncker & Humblot, 381 S.
- KHAN, M.A., 1982: Repellency of chemical compounds to stored product insect pests – A review of literature. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. **206**, Berlin, Parey, 31 S.
- KHAN, M.A., 1983: Untersuchungen über die Invasion von Eilarven von vorratsschädlichen Insekten durch verschieden große Poren des Verpackungsmaterials. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz und Umweltschutz* **56**, 65-67.
- KORUNIĆ, Z., 1998: Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research* **34**, 87-97.
- KROOS, G.-M., G. HERRERA-PÉREZ, 2008: Appendix 1 – European Legislation concerning food safety. In: REICHMUTH, C., L. STENGÅRD HANSEN, T. CAMON, G. HERRERA-PÉREZ, D. HAMEL, G.-M. KROOS, H.-J. PELZ, K. WILDEY, T. BETSCHE, P.J. DUCOM, R. DAVIS, (Eds.): Health Risks and Safety Hazards Related to Pest Organisms in Stored Products – Guidelines for Risk Assessment, Prevention and Control. Council of Europe Publishing, Palais de l'Europe, Strasbourg Cedex, France, 190 pp., 163-188.
- LEESCH, J.G., C. REICHMUTH, R. WOHLGEMUTH, R. DAVIS, M. REDLINGER, 1994: The in-transit shipboard fumigation of soybeans with phosphine probed 2-3 meters deep. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **101**, 534-544.
- LEHMS, M., B. BAIER, S. WURST, M. SCHÖLLER, C. REICHMUTH, 2012: Zum Eiablageverhalten der vorratsschädlichen Milben *Acarus siro* Linnaeus, 1758 und *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK, 1781) auf verschiedenen Substraten und durch feinmaschige Nylongaze. In: Julius Kühn-Institut, (Ed.): 58. Deutsche Pflanzenschutztagung, 10.-14. September 2012, Braunschweig. *Julius-Kühn-Archiv* **438**, 75.
- LEVINSON, H.Z., A.R. LEVINSON, 1994: Origin of grain storage and insect species consuming desiccated food. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz und Umweltschutz* **67**, 47-60.
- NAVARRO, S., R.T. NOYES, (Eds), 2002: The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management. Boca Raton, FL., USA, C.R.C. Press, 647 pp.
- PETERS, G., 1942: Die Hochwirksamen Gase und Dämpfe in der Schädlingsbekämpfung. In: PUMMERER, P., (Ed.): Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, Neue Folge, H. **47a**, Stuttgart, Enke, 143 S.
- PLARRE, R., 1998: Pheromones and other semiochemicals of stored product insects – A historical review, current application and perspective. In: REICHMUTH, C., (Ed): 100 Jahre Pflanzenschutzforschung – Wichtige Arbeitsschwerpunkte im Vorratsschutz. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. **342**, 13-84.
- PLARRE, R., 2003: Der Kornkäfer *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) – ein kulturhistorisches Evolutionsereignis? *Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin (N.F.)* **42**, 89-107.
- PRECHT, H., J. CHRISTOPHERSON, H. HENSEL, 1955: Temperatur und Leben. Berlin, Verlag Springer, 514 S.
- RASSMANN, W., 1980: Zur Bekämpfung von Larven des Tabakkäfers (*Lasioderma serricorne* Fab.) durch Gefrieren von Rohtabak und Tabakfertigprodukten. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz und Umweltschutz* **53**, 133-135.
- RASSMANN, W., 1986: Untersuchungen zur Wirksamkeit eines *Bacillus thuringiensis*-Präparates gegen vorratsschädliche Motten in der Getreidelagerung. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **38**, 61-63.
- RASSMANN, W., 1995: Hitze und Kälte im Vorratsschutz. Der praktische Schädlingsbekämpfer **47**, 11-13.
- REICHMUTH, C., 1986: The significance of changing concentrations in toxicity of phosphine. In: Proceedings of a GASGA Seminar on Fumigation Technology in Developing Countries. 18-21 March 1986 in Slough, United Kingdom, Tropical Development and Research Institute, Storage Department, 88-98.
- REICHMUTH, C., 1994: Bekämpfung von Vorratsschädlingen in Durummühlen und Teigwarenfabriken. In: Vorträge der 16. Durum- und Teigwarentagung. 4.-5. Mai 1994 in Detmold, Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung, Detmold, Granum Verlag, 112-115.
- REICHMUTH, C., 1995: Pheromone und Fallen im Vorratsschutz. Der praktische Schädlingsbekämpfer **47**, 17-19.
- REICHMUTH, C., 1997: Vorratsschädlinge im Getreide: Aussehen – Biologie – Schadbild – Bekämpfung. Gelsenkirchen, Verlag Th. Mann, 119 S.
- REICHMUTH, C., 1998: Geschichte des Instituts für Vorratsschutz – Biographie und Bibliographie. In: LAUX, W., (Ed.): 100 Jahre Pflanzenschutzforschung, Geschichte der Institute und Dienststellen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. **338**, 139 S., 51-139.
- REICHMUTH, C., 2000a: Bekämpfungsmöglichkeiten vorratsschädlicher Insekten in der Müllerei mit biologischen Methoden. *Mühle + Mischfutter* **137**, 278-282.
- REICHMUTH, C., 2000b: Inerte Gase zur Schädlingsbekämpfung. Habilitationsschrift, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, 96 S.
- REICHMUTH, C., 2000c: Biological control in stored product protection. In: ADLER, C., M. SCHÖLLER, (Ed.): Proceedings of the meeting of the IOBC/WPRS study group „Integrated Protection of Stored Products“. 22-24 August 1999 in Berlin, IOBC Bulletin **23**, 279 pp., 11-23.
- REICHMUTH, C., 2009: Vorratsschädlinge und Vorratsschutz im Wandel der Zeit. In: HERRMAN, B., (Ed.): Beiträge zum Göttinger Umwelthistorischen Kolloquium 2008-2009. Graduiertenkolleg Interdisziplinäre Umweltgeschichte, Universität Göttingen, Universitätsverlag Göttingen, <http://www.sub.uni-goettingen.de>, 16-76.
- REICHMUTH, C., A. UNGER, W. UNGER, 1994: Bekämpfungsmaßnahmen mit Stickstoff oder Kohlendioxid. Der praktische Schädlingsbekämpfer **46**, 81-87.
- REICHMUTH, C., H.-G. CORINTH, J. BUCHMÜLLER, 1993: Vorratsschutz: Entwesen mit Kohlendioxid. *Die Mühle + Mischfuttertechnik* **130**, 667-671.
- REICHMUTH, C., H.-U. SCHMIDT, A.R. LEVINSON, H.Z. LEVINSON, 1978: Die Fängigkeit pheromonbeköderter Klebefallen für Speichermotten (*Ephestia elutella* Hbn.) in unterschiedlich dicht befallebenen Getreidelagern. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* **92**, 205-212.
- REICHMUTH, C., M. SCHÖLLER, C. ULRICHS, 2007: Stored Product Pests in Grain, Morphology – Biology – Damage – Control. Bonn, Agro-Concept Verlagsgesellschaft, 170 pp.
- SCHÖLLER, M., S.A. HASSAN, C. REICHMUTH, 1996: Untersuchungen zur Bekämpfung von *Ephestia* spp. (Lep., Pyralidae) in Getreide mit *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym., Trichogrammatidae) – Eindringtiefe in geschütteten Weizen und Parasitoidendichte. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie **10**, 259-262.
- SCHÖLLER, M., S. PROZELL, A.-G. AL-KIRSHI, C. REICHMUTH, 1997: Towards biological control as a major component of integrated pest management in stored product protection. *Journal of Stored Products Research* **33**, 81-97.

- SCHÖLLER, M., 1998: Biologische Bekämpfung vorratsschädlicher Arthropoden mit Räubern und Parasitoiden – Sammelbericht und Bibliographie. In: REICHMUTH, C., (Ed.): 100 Jahre Pflanzenschutzforschung – Wichtige Arbeitsschwerpunkte im Vorratsschutz, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. 342, 341 S., 191-226.
- SCHÖLLER, M., 2006: Biological control of stored-product pests. In: HEAPS, J. W., (Ed.): Insect Management for Food Storage and Processing. Second edition, AACCI International, St. Paul, Minnesota, USA, 67-87.
- SCHÖLLER, M., P.W. FLINN, 2000: Parasitoids and predators. In: SUBRAMANYAM B., D. W. HAGSTRUM, (Eds.): Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM. Boston, Dordrecht, London, Massachusetts, United States of America, Kluwer Academic Publishers, 437 pp., 229-272.
- STAHL, E., G. RAU, H. ADOLPHI, 1985: Entwesung von Drogen durch Kohlendioxid-Druckbehandlung (PEX-Verfahren). Pharm. Ind. 47, 528-530.
- STEIN, W., 1986: Vorratsschädlinge und Hausungeziefer. Stuttgart, Ulmer, 287 S.
- SUBRAMANYAM B., R. ROESLI, 2000: Inert dusts. In: SUBRAMANYAM B., D. W. HAGSTRUM, (Eds.): Alternatives to Pesticides in Stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London, Massachusetts, United States of America, 437 pp., 321-380.
- TRAPPMANN, W., 1949: Pflanzenschutz und Vorratsschutz. Stuttgart, Hirzel, 270 S.
- WATTERS, F.L., K.F. MACQUEEN, 1967: Effectiveness of gamma irradiation for control of five species of stored-product insects. Journal of Stored Products Research 3, 223-234.
- WEIDNER, H., 1963: FRIEDRICH ZACHER – Vierzig Jahre Vorratsschutz in Deutschland. Berlin, Dunker & Humblot, 143 S.
- WEIDNER, H., 1983: Vorratsschädlinge. In: HEINZE, K., (Ed.): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung, Band IV, 348 S., Vorrats- und Materialschädlinge. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 123-333.
- WEIDNER, H., U. SELLENSCHLO, 2003: Vorratsschädlinge und Hausungeziefer. Berlin, Spektrum Akademischer Verlag, 320 S.
- WILLERDING, U., 1998: Getreidespeicherung. In: BECK, H., H. STEUER, D. TIMPE, (Eds.): Reallexikon der Germanischen Altertumskunde; 2., völlig neu bearb. und stark erw. Aufl., Band 12. Berlin, New York, de Gruyter, 11-30.
- WOHLGEMUTH, R., 1988: Wirkung und Wirkungsgrenzen von Prallmaschinen bei der Bekämpfung vorratsschädlicher Insekten. Die Mühle + Mischfuttertechnik 125, 220-221.
- WOHLGEMUTH, R., 1989: Überlebensdauer Vorratsschädlicher Insekten in Getreidekühlslagern. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz und Umweltschutz 62, 114-119.
- WOHLGEMUTH, R., C. REICHMUTH, 1998: Verpackung zum Schutz von Vorräten gegen Insekten. In: REICHMUTH, C., (Ed.): 100 Jahre Pflanzenschutzforschung – Wichtige Arbeitsschwerpunkte im Vorratsschutz, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. 342, 341 S., 325-341.
- WOHLGEMUTH, R., C. REICHMUTH, unter Mitarbeit von G. LANGENSCHWADT, 1983: Zusammenfassung der Erhebungen über den Befall von Importgütern durch Vorratsschädlinge bei der Einfuhr in die Bundesrepublik Deutschland der Jahre 1975/76 bis 1979. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. 212, 151 S.
- WÜDTKE, A., C. REICHMUTH, G. REESE-STÄHLER, 1993: Versuche zu einer neuen Anwendungstechnik von PIRIMIPHOS-METHYL gegen vorratsschädliche Käfer in Getreideschüttlagern. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 45, 62-68.
- ZACHER, F., 1927: Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung., Berlin, Parey, 366 S.
- ŽD'ÁRKOVÁ, E., 1996: Control of stored food mites by non-chemical methods. In: Council of Europe (Ed.): Stored Product Protection and Post Harvest Treatment of Plant Products. Proceedings of an International Forum, 7–8 November 1995 in Strasbourg, France, Council of Europe Publishing, Strasbourg, France, 165-169.