Über Getreidekonservierung. 1. Mitteilung, Biologische Grundlagen der Getreidekonservierung

Autor(en): **Zinkernagel, Robert / Gasser, Rudolf**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **19 (1943-1946)**

Heft 11

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-400966

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

weise.... ». Bericht der Schweiz. Versuchsanstalt f. Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil.

Spuler A., 1910. « Die Schmetterlinge Europas ». Bd. 2.

Vorbrodt K. und Müller-Rutz J., 1914. « Die Schmetterlinge der Schweiz ». Bd. 2.

SOMMAIRE.

1. Introduction.
2. Morphologie : a) L'œuf ; b) La chenille adulte ; c) Comparaison des larves de *Chl. rectangulata* L. à celles d'*Operophthera brumata* L. ; d) Chrysalide et cocon ; e) L'insecte parfait.
3. Cycle évolutif et biologie : a) L'œuf, l'éclosion des chenilles ; b) La durée du développement des chenilles ; c) Le stationnement de la chrysalide et sa durée de développement ; d) L'éclosion des papillons ; e) Apparition, abondance et disparition des papillons dans les vergers ; f) Eclosion des papillons dans les élevages et leur longévité ; g) La ponte, nombre d'œufs déposés ; h) Le développement de l'œuf.
4. Les parasites de *Chl. rectangulata* L.
5. Littérature.

Über Getreidekonservierung

1. Mitteilung: Biologische Grundlagen der Getreidekonservierung

von

Robert Zinkernagel und Rudolf Gasser,
Wissenschaftl. Laboratorium der J. R. Geigy A.-G. Basel.

A. Problemstellung.
B. Hauptfaktoren, die die Getreidekonservierung beeinflussen:
a) Feuchtigkeit
b) Schimmelbildung
c) Erwärmung
d) Kohlensäureentwicklung
e) Insektenentwicklung.
Literaturnachweis.

Das Problem der Getreidekonservierung ist so alt wie der Getreidebau selbst. Die Getreidekonservierung ist in den Vorgang der Getreidespeicherung, d. h. in der Vorratshaltung des Getreides zur Überbrückung der Zeit zwischen den Ernten, eingeschlossen. Die Speicherung der Vorräte ist eine wirtschaftliche Maßnahme, die von altersher besondere Pflege erfahren hat. Die Vollkommenheit der Speicheranlagen ist ein Spiegel des Kulturstandes eines Volkes. Von den einfachen Speicherverfahren im Rauchfang, wie sie im Innern Afrikas zu finden sind, oder von den bienenkorbartigen Getreidesilo, wie sie heute noch in Ägypten auf dem Lande gefunden

werden, bis zu den siloartigen Getreidespeichern der Ägypter, und von den Speichern der bäuerlichen Wirtschaft in unseren Breitegraden bis zu den modernen Silobauten sind mannigfaltige Entwicklungsformen der Getreidespeicher zu finden.

Der Getreidehandel und die Entwicklung der Verkehrswege bringen für die Getreidehaltung neue Gesichtspunkte mit sich. Da ist einerseits der Ausfall der langen Lagerhaltung durch die Möglichkeit der sich intermittierenden Lieferung von frischem Getreide aus der nördlichen und südlichen Hemisphäre, wo dann in der Hauptsache das Transportmittel den geeigneten Lagerraum für das Getreide bieten muß.

Anderseits verlangt aber der Getreidehandel aus wirtschaftlichen Gründen, daß sehr große Massen in möglichst kleinen Flächenausmaßen transportiert und eingelagert werden. Diese Entwicklung führt zu den charakteristischen, turmartigen Bauten, wie wir sie von den Getreidehandelszentren einerseits und von den Betriebsanlagen der Großverbraucher her kennen.

Bei der Getreidelagerung hat sich das Prinzip, das Korn in zylinder- oder quaderförmigen Räumen zu halten, aus technischen Gründen am meisten durchgesetzt. Diese Beobachtung können wir auch bei uns in der Schweiz machen.

Dazu kommt gleichzeitig eine zweite, für unsere Verhältnisse wichtige Feststellung. Die charakteristischen Silobauten sind kurz vor und während des jetzigen Weltkrieges entstanden. Das beweist, daß der Getreidehaltung im Verlaufe der letzten zehn Jahre eine ganz andere Aufmerksamkeit geschenkt werden mußte, als das früher der Fall war. Wir besitzen keine amtlichen Zahlen, um die Vermehrung des Lagerraumes für Getreide durch privatwirtschaftliche und eidgenössische Unternehmen im Verlaufe der letzten acht bis zehn Jahre belegen zu können. Auf Grund unserer rein persönlichen Schätzungen wird es sich um mindestens 100 000 Tonnen Getreide handeln, das in den in der Schweiz neu erstellten Siloanlagen gelagert werden kann. Das sind aber nicht die einzigen Einlagerungsmöglichkeiten, die dem Lande zur Verfügung stehen.

Wenn weiterhin berücksichtigt wird, an welchen Örtlichkeiten diese Getreidespeicher angelegt sind, so lassen sich zwei Gesichtspunkte erkennen. Die Silo sind an verkehrstechnisch günstigen Punkten angelegt, vorwiegend sind es Handels- und Transportunternehmen, die diese Placierung gewählt haben. Die Amtsstellen der Eidgenossenschaft haben das strategische Moment bei der Wahl des Standortes mitberücksichtigt.

Die Lagerung des Getreides in quader- oder zylinderförmigen Räumen an verkehrstechnisch und strategisch geeigneten Stellen bringt eine Erschwerung der Lagerhaltung mit sich, wenn es sich um Dauerlagerung handelt. Diese Erfahrungen konnten im Verlaufe der Kriegsjahre 1939—1945 gesammelt werden. Die Lage-

rung in den quader- und zylinderförmigen Eisenbetonbauten brachte wegen der physikalischen Verhältnisse in derartigen Räumen Bedingungen, die die Konservierung komplizierten.

Wir kennen die Verhältnisse im Auslande zu wenig, um über die Erfahrungen, die dort gesammelt worden sind, mehr zu wissen, als was in der Literatur zugänglich ist. Aus diesen Angaben ist zu schließen, daß dort dieselben Fragen, wie sie uns beschäftigen, die Getreidekonservierung beherrschen und daß ebenfalls, bedingt durch den Krieg, an der Bewältigung dieser Probleme gearbeitet wird.

Auch bei uns ist die Getreidekonservierung während dieses Weltkrieges zu einem erstrangigen Problem geworden. In den Laboratorien der J. R. Geigy A.-G. sind wir im Rahmen unserer Insektiziduntersuchungen auch an die Bearbeitung dieses Problems herangetreten und sind überzeugt, einen guten Beitrag zur Lösung liefern zu können. Es ist gelungen, auf der in unseren Laboratorien gefundenen und ausgearbeiteten Basis von

4,4'-Dichlor-diphenyl-trichlor-methylmethan

ein Präparat zu entwickeln, das die Insektenbekämpfung und vor allem die dauerhafte Konservierung des Getreides vor Insektenbefall erlaubt.

Bevor auf diesen speziellen Teil genauer eingegangen wird, soll der ganze Komplex, den wir mit dem Begriff der Getreidekonservierung bezeichnen, umschrieben werden.

Getreide ist der Same von Gramineen, die seit unbekannten Zeiten von Menschen kultiviert werden. Der Same ist ein lebendes Gebilde, das an seine Lagerung gewisse Bedingungen stellt, wenn seine gespeicherte Energie, die quasi eine potentielle Energie darstellt, erhalten werden soll, zumal wenn es sich um Erhaltung der Energie über den normalen Lebensrhythmus des Organismus hinaus handelt. Im Getreidekorn bedarf es nur eines geringfügigen Einflusses, um einen Energieumsatz in bestimmte Bahnen abrollen zu lassen. Unter normalen Verhältnissen leitet der Energieabbau einen organisierten Wachstumsprozeß ein. Treten außerordentliche Umstände hinzu, wie sie durch die Getreidelagerung in unseren Silokunstbauten auftreten, nimmt der einmal beginnende Energieumsatz anomale Formen an. Diesen Abbau müssen wir als Energieverlust buchen.

Die Veränderung und Zerstörung des Getreides kann sich in 5 Punkten manifestieren:

1. Feuchtigkeit
2. Schimmelbildung
3. Erwärmung
4. Kohlensäureentwicklung
5. Insektenentwicklung.

1. Feuchtigkeit. Es ist eine dem Getreidefachmann geläufige Regel, daß der Wasseranteil des Getreides nicht über 14 % betragen darf, wenn es lagerfähig sein soll. Das ist eine alte Erfahrungstatsache. In Mittel- und Westeuropa liegt der Wert für den Wassergehalt des Inlandgetreides meist über dem genannten Maximum. Interessante Zahlen hierüber veröffentlicht Neumann (1929). In den Jahren 1909—1913 und 1924—1929 waren die Witterungsverhältnisse in Deutschland nur zweimal während der Erntezeit so günstig, daß das Korn in der Vollreife so weit trocknen konnte, daß die zulässige Feuchtigkeitsgrenze knapp unterschritten wurde. Dieses Bild gilt auch im allgemeinen für unsere Verhältnisse. Wegen des hohen Wassergehaltes des Inlandgetreides gilt die Faustregel, daß Inlandgetreide nicht über das der Ernte folgende Frühjahr hinaus gelagert werden sollte. Die mangelhafte Trocknung des Korns bei der Vollreife in unseren klimatischen Verhältnissen erlaubt nicht, den Samen aus seinem vegetativen Rhythmus herauszunehmen. Die Entwicklungsprozesse setzen mit Beginn der wärmeren Jahreszeit unaufhaltsam ein und führen zu Substanzverlusten. Diesen Umstand kennt der Bäcker und Teigwarenfabrikant genau; er weiß, daß die Backfähigkeit des Mehls aus überlagertem Getreide gelitten hat.

Das Getreide der eigentlichen Getreideländer (Nordamerika, Südamerika, Australien, Ukraine, Rumänien, Ungarn) enthält nach der Vollreife nie soviel Wasser, daß die gefährliche Höchstgrenze des Wassergehalts erreicht wird. So reift das Getreide zu einem sehr lagerfähigen Gebilde heran. Das Getreide aus jenen Ländern verfügt damit über eine besonders wichtige Qualität. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, scheint es nicht verwunderlich zu sein, daß sich der Getreidebau in jenen Ländern bis zum Exporthandel entwickelt hat, und sich der Getreidehandel an alte Handelswege hält. Eine konservative und traditionsgebundene Handlungsweise bildet einen wertvollen Kern und beweist, welch außerordentlich hohen Stand die Ernährungstechnik schon in früheren Kulturepochen erreicht hat.

Die Technik hat versucht, aus der modernen Erkenntnis über die Ursachen und Zusammenhänge solcher Entwicklungen die Konsequenzen zu ziehen und die ungünstigen natürlichen Verhältnisse zu korrigieren. So hat man es auch unternommen, durch künstliche Trocknungsverfahren Getreide mit zu großem Wassergehalt für die Lagerung geeignet zu machen. Auf diesem Gebiete sind uns Versuche aus Rußland bekannt (Belopolsky, 1940). Es gibt Jalousien, Trommel- und Schachtapparate. Im Getreide mit Wassergehalt bis zu 27 % kann mit solchen Trocknungsmaschinen 6—12 % des Wassers vertrieben werden. Die Leistungsfähigkeit solcher Apparate beträgt 1—2 Tonnen pro Stunde und der Wärmeverbrauch

1000—1200 Kalorien je Kilo eingetrockneten Wassers. Solche Methoden sind, soviel uns bekannt ist, bei uns noch nicht eingeführt.

Es liegen bisher noch keine genauen Untersuchungen darüber vor, in welchem Verhältnis die Transportart (Landtransport oder Seetransport) zum Wassergehalt und damit zur Dauerlagerung des Getreides steht. Grundlegende Untersuchungen über den Zusammenhang vom Wassergehalt des Getreides und relativer Luftfeuchtigkeit liegen in den englischen Arbeiten von Gane (1941) und Snow, Crichton und Wright (1944) vor, die interessante Anhaltspunkte über diesen wichtigen Zusammenhang geben

Die Feuchtigkeitsaufnahme des Getreides weist darauf hin, daß das Getreide ein hygroskopisches Gebilde ist. Das wird auch aus der Tatsache klar, daß bei der Untersuchung in aufsteigender Feuchtigkeitsreihe und in absteigender Feuchtigkeitsreihe ein Hysteresis zu beobachten ist, d. h. die Kurven für Hydratation und Dehydratation sind nicht identisch. Snow und Mitarbeiter stellen fest, daß die Wasserabnahme in erster Linie von den löslichen Kohlenwasserstoffen und von den Proteinen abhängt. Die von dieser Arbeitsgruppe angegebene Kurve der Wasserakkumulation für Weizen ist in Abbildung 1 wiedergegeben. — Gane beweist, daß der Wassergehalt von Weizen, bezogen auf die relative Luftfeuchtigkeit, bei niederen Temperaturen (0° C) am höchsten ist (siehe auch Snow und Mitarbeiter, 1944), und daß das Gleichgewicht Luftfeuchtigkeit : zugehöriger Wassergehalt sich bei hohen Temperaturen schneller einstellt als bei niederen Temperaturen. (Abb. 1.)

Über die Änderung des Feuchtigkeitsgehaltes von Getreide während der Lagerung lassen sich schwer exakte Angaben machen, weil uns hierüber wenig bekannt ist. Die Literatur sagt nichts über Praxisversuche aus.

In einem unserer Großexperimente haben wir versucht, die Verhältnisse zu erfassen. Es stand uns nur ein sehr stark verseuchter Posten Gerste zur Verfügung. Wir mußten die Feststellung machen, daß in solchen « in Bewegung geratenen » Kornmassen keine zuverlässigen Bestimmungen gemacht werden können, da mit dem starken Temperaturwechsel in solchen Getreidemassen auch außerordentliche, lokale Wassergehaltsdifferenzen auftreten.

In geschlossenen Getreidebehältern bedingt umgekehrt der Feuchtigkeitsgehalt des Getreides die relative Luftfeuchtigkeit der zwischen den Körnern gelagerten Luft. Nach Oxley und Howe (1943) beträgt die relative Luftfeuchtigkeit in gespeichertem Inlandgetreide ohne Luftkonvektionsströmung 80—85 %, während bei Importgetreide die relative Luftfeuchtigkeit um 60 % herum schwankt. Diese Beobachtungen stimmen mit den von Snow und Mitarbeitern (1944) veröffentlichten Kurven und dem uns von den verschiedenen Weizenqualitäten her bekannten, prozentualen

Wassergehalt überein, wenn das Verhältnis Luftfeuchtigkeit und Wassergehalt berücksichtigt wird.

Nach Oxley (1944) beträgt das Wärmeleitvermögen von Weizen 0,00036 bis 0,00040. Werden in großen Getreidemassen durch ungeeignete Lüftung Verhältnisse geschaffen, so daß Taupunkt-

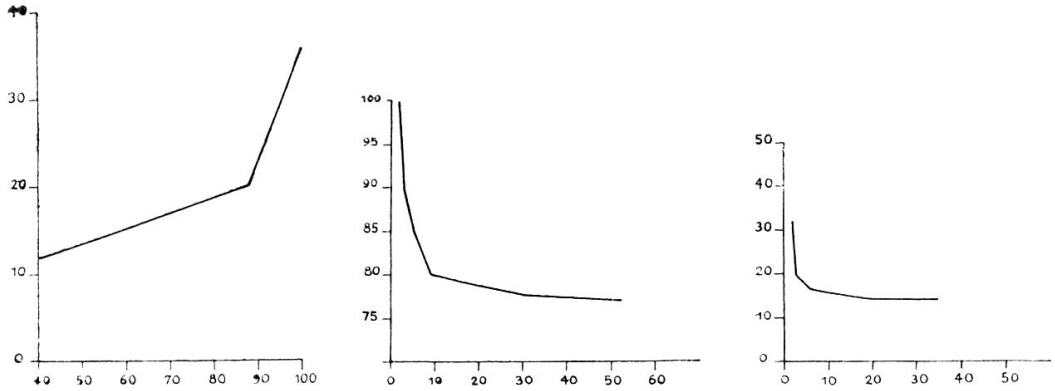

Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

Abb. 1. Wassergehalt und relative Luftfeuchtigkeit (nach Snow u. Mitarb.)
Senkrecht: Wassergehalt in %.
Waagrecht: Relative Luftfeuchtigkeit in %.

Abb. 2. Schimmelwachstum im Verhältnis zur relativen Luftfeuchtigkeit (nach Snow u. Mitarb.).
Senkrecht: Relative Luftfeuchtigkeit in %.
Waagrecht: Tage bis zum Beginn der Schimmelbildung.

Abb. 3. Schimmelwachstum im Verhältnis zum Wassergehalt des Weizens (nach Snow u. Mitarb.).
Senkrecht: Wassergehalt in %.
Waagrecht: Tage bis zum Beginn der Schimmelbildung.

unterschreitungen eintreten, so hat das Wasserkondensation auf dem Getreide zur Folge, und der Wassergehalt kann schnell über das zulässige Maximum hinaus ansteigen. Die Taupunktunterschreitung ist aber nicht notwendig, um den Wassergehalt des Getreides zu erhöhen. Wie Snow und Mitarbeiter (1944) bewiesen haben, besteht zwischen Luftfeuchtigkeit und Wassergehalt ein Gleichgewicht. In kühlem Getreide wird durch Zufuhr wärmerer Luft der Dampfdruck des Wassers im Getreide erniedrigt und dadurch die Wasseranreicherung eingeleitet. Da bei tiefen Temperaturen der Wassergehalt größer ist als bei hohen, wirkt sich die schlechte Wärmeleitfähigkeit des Getreides für die Getreidelüftung erschwerend aus. Gefährlich ist auch umgekehrt die Belüftung von warmem Getreide mit kalter Luft von relativ hohem Feuchtigkeitsgrad. Wie aus den englischen Arbeiten hervorgeht (Gane, 1941), erfolgt die Wasseraufnahme des warmen Getreides sehr viel schneller als diejenige von kaltem Getreide.

Umgekehrt wird kaltem Getreide durch trockene, warme Luft Wasser entzogen, indem der Dampfdruck des Wassers im Getreide mit steigender Temperatur steigt, wenn Zirkulation für Luftaustausch sorgt.

Aus den Beobachtungen folgt, daß in der Praxis eine Lüftung von Silokammern bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit in keinem Fall erfolgen darf, wenn nicht schwere Schädigungen des Lagergutes eintreten sollen.

Diese Bedingungen sind auch dann zu berücksichtigen, wenn mit Vergasungsmethoden Schädlingsbekämpfung im Getreide betrieben wird. Die Verhältnisse konnten diesbezüglich in den wenigsten Fällen bei den Vergasungsmethoden, wie sie in der Literatur beschrieben worden sind, in Berücksichtigung gezogen werden, weil die grundlegende Literatur hierüber erst neuern Datums ist.

Wesentlich scheint nach den vorliegenden Beobachtungen auch die Berücksichtigung des Baumaterials von Getreidebehältern bezw. die Temperaturleitfähigkeit des Baumaterials zu sein.

Wände oder Wandteile von Silozellen mit großem Wärmeleitvermögen können in warmen Jahreszeiten zur Trocknung des Getreides beitragen, wenn Luftzirkulation in der Zelle möglich ist. Bei starker Temperaturdifferenz zwischen Siloluft und Außenatmosphäre werden Taupunktunterschreitungen zu gefährlicher Kondensationswasserbildung führen.

In dieser Richtung ist interessant, zu vernehmen, welche Resultate die Versuche zur Einlagerung von Getreide in Unterwassereisentanks geliefert haben. Wenn auch die diesen Versuchen zu Grunde liegenden Überlegungen bezüglich der Verminderung der Insektenentwicklung bei niederen Temperaturen und der Platzfrage in Anbetracht unserer damaligen Erkenntnis über das Problem der Getreidekonservierung imponierend waren, mußten wir auf Grund der neuesten, vorliegenden Versuchsergebnisse befürchten, daß die schwierigen physikalischen Verhältnisse und der Umstand, daß das Korn noch ein lebendes Gebilde ist, bei dem trotz tiefen Temperaturen die fermentativen Abläufe weiter gehen, bei der praktischen Durchführung unliebsame Überraschungen bringen werden. Wie uns mitgeteilt wird, sollen diese Versuche sehr erfolgreich ausgefallen sein. Das wäre u. E. vor allem dem Umstand zuzuschreiben, daß der Wassergehalt des Getreides gering gewesen ist, d. h. daß es sich um erstklassiges Importgetreide gehandelt haben muß. Minderwertige Getreidequalitäten werden auch in diesen Tankanlagen nicht längere Zeit haltbar sein.

Wir sind auf die Besprechung der Rolle des Wassergehalts des Getreides bei dessen Konservierung aus dem Grunde breiter eingegangen, weil das Wasser neben dem Insektenbefall die überragende Rolle innerhalb der Komponenten des Fragenkomplexes der Getreidekonservierung einnimmt.

2. Schimmelbildung. Die Beschäftigung mit großen Getreidelagern hat immer wieder die Beobachtung machen lassen, daß die Steigerung der Feuchtigkeit in Getreidesilo mit einer auffälligen Schimmelbildung parallel geht.

Über diese Erscheinung liegen grundlegende Untersuchungen von Douglas Snow und Mitarbeiter (1944/45) vor. Diese Bearbeiter finden, daß bei allen Nahrungsmittellagern die relative Luftfeuchtigkeit für die Schimmelbildung eine wesentlichere Rolle spielt als der Wassergehalt des Nahrungsmittels. Wie aus dem oben Geschriebenen hervorgeht, bringt dies bei Getreidelagern keine unterschiedlichen Verhältnisse, wenn die Durchlüftung des Lagers verunmöglicht oder sehr erschwert ist, weil sich in großen Getreidelagern das Gleichgewicht zwischen Luftfeuchtigkeit und Wassergehalt des Getreides einstellt. Dadurch entstehen unter Umständen besonders ideale Verhältnisse für die Weiterentwicklung von Schimmelpilzen.

Schimmelpilzwachstum tritt schnell ein bei relativer Luftfeuchtigkeit von 75 % bis 100 %. Unterhalb 75 % r. F. erfolgt Schimmelpilzwachstum nur nach einer langen Latenzzeit. Zwei Kurven demonstrieren diese Verhältnisse sehr anschaulich (Abb. 2 und 3). Sie zeigen deutlich, daß neben der absoluten Wassermenge auch die relative Feuchtigkeit von großer Bedeutung ist. Da besonders Inlandgetreide, wie in der in Abbildung 1 aufgeführten Kurve und von den Angaben von Oxley und Howe (1943) ersichtlich ist, meistens über 75 % r. F. in den geschlossenen Silozellen aufweist, ist eine Schimmelpilzbildung praktisch auf die Dauer nicht aufzuhalten, wenn nicht besondere Maßnahmen getroffen werden. Sehr viel günstiger verhält es sich mit dem relativ trockenen Importgetreide, indem dieses auch bei starker Verhinderung der Luftzirkulation geringere r. F. der eingeschlossenen Luftmasse als 65 % verursacht, wenn Wasserakkumulation in dem Getreide verhindert wird.

Snow und Mitarbeiter fanden, daß die Zusammensetzung des Nährbodens, auf dem die Schimmelpilze wachsen, von Einfluß auf die Wachstumsgeschwindigkeit ist. So wurde auf Hafer, Kleie, diversen Bohnen und Leinsamen verschieden schnelles Wachs- beobachtet. Die Abhängigkeit wurde neben der r. F. vom Gehalt an für die Pilze löslichen Kohlenhydraten und Proteinen bestimmt. Hafer besitzt 67 % lösliche Kohlenhydrate und 12 % lösliche Proteine, bezogen auf das Trockengewicht. Diese Anteile sind für das Myzelwachstum und für die Fruktifikation verantwortlich. Wie die Kurve von Hafer ansteigt, setzt bei hohem Feuchtigkeitsgrad außerordentlich schnelles Wachstum ein. Unter 75 % r. F. bezw. unter 12 % Wassergehalt des Weizens erfolgt nur sehr langsames Schimmelwachstum. Es ist nur eine Frage der Zeit und der Temperatur, wann die Wachstumsperiode einsetzt.

Die Wachstumsgeschwindigkeit nimmt schließlich bei steigender Temperatur zu. Diese Feststellung ist, in Analogie zu anderen Beobachtungen, nicht weiter absonderlich.

Wegen der verschiedenen Schimmelpilzarten weist Snow (1945) in einer weiteren Arbeit nach, daß bei 65 % r. F. nur eine Art, und diese erst nach einer Latenzperiode von über zwei Jahren, sich entwickelt, daß bis zu 75 % r. F. nur wenig (7) Arten sich entwickeln können und daß bei r. F. von 80 % bis 100 % eine große Anzahl verschiedener Arten wachsen und daß ihre Wachstumsgeschwindigkeit so groß ist, daß nur wenige Tage bis Wochen zur Entwicklung benötigt werden.

Snow (1945) veröffentlicht eine sehr interessante Tabelle über die Reihenfolge der Pilzarten in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit bei 25° C:

Minimale Feuchtigkeit,
bei der die verschiedenen Pilzspezies beobachtet werden konnten
(nach Snow):

% R. H.	
65	Aspergillus echinulatus (Delacr.).
67	A. repens (Corda) Sacc.
70	A. ruber (Spieckerm. und Bremer). A. candidus Link.
75	A. penicilloides series. Paecilomyces varioti Bain. Penicillium spinulosum Thom.
80	Aspergillus chevalieri (Mang.). A. amstelodami (Mang.).
85	A. versicolor (Vuill.) Tirab. A. sydowi (Bain u. Sart.).
90	A. niger series. Penicillium luteum series. P. cyclopium Westl. Sporotrichum sp. Mucor spinosus Van Tiegh.
100	Penicillium rugulosum Thom. Trichoderma sp. Rhizopus nigricans Ehrenb. Verticillium cinnabarium (Corda). Alternaria tenuis Nees.

Die Frequenz der einzelnen Arten ist sehr verschieden. Einzelheiten werden von Snow (1945) angeführt. Die Aspergillus glaucus-Gruppe ist am stärksten vertreten, während nur relativ wenig Penicillium-Arten auf dem Getreide gefunden worden sind.

Schon während des letzten Weltkrieges waren die Verhältnisse der Schimmel- und Bakterienbildung in gelagertem Getreide von O. Morgenthaler (1918) einer Prüfung unterzogen worden. Morgenthaler fand, daß auf gesundem unbeschädigtem Getreide Pilze fehlen, daß aber Bakterien zu finden seien, die vorwiegend aus der einzigen Art Bacterium herbicola bestehen.

Pilzsporen und Hyphen ließen sich erst in muffigem Getreide nachweisen, im Gegensatz zu Snow (1945) fand Morgenthaler die Penicillium-Arten vorherrschend. Morgenthaler bezeichnet die Schimmelpilze als Wundparasiten, weil sie den unverletzten Körnern nichts anhaben können.

Die Infektionswege für diese Schimmelpilze mögen mannigfaltig sein. Schon auf dem Felde, dann bei der Einlagerung oder beim Transport sind Infektionen möglich, da die Schimmelpilzsporen überall verstreut auf allen Nahrungsmitteln sich finden und für die Cerealien nicht spezifisch sind.

3. Erwärmung. Eine sehr markante Erscheinung, besonders an silogelagertem Getreide, ist die Wärmeproduktion. Unsere Erkundigungen bei Silo- und Getreidefachleuten über die Ursache der Temperaturerhöhungen im gelagerten Getreide ergaben, daß die Ansicht, der Käfer verursache die Erwärmung, ganz allgemein verbreitet ist. Auch Oxley (1944) und seine Schule nehmen diesen Zusammenhang an. Aus den Angaben Oxley's, die uns zur Verfügung stehen, ist nicht vollständig ersichtlich, ob der Käfer nur als Promotor für die Ingangsetzung des Erwärmungsprozesses funktioniert, oder ob die Wärmeerzeugung und der Käferbefall im quantitativen Verhältnis zueinander stehen. Oxley und Howe (1943) führen die Formel von Ambery (1927) zur Berechnung der zu erwartenden Wärmetönung in einem sich bis zu H_2O und CO_2 oxydierenden Milieu von Kohlenhydraten, Proteinen und Fetten an. Diese Betrachtungsweise scheint uns zu summarisch zu sein und der Komplexität des Vorganges kaum gerecht zu werden. Es handelt sich um die Frage, wie der Prozeß in Gang gebracht wird. Das ist aus der Darstellung Oxley's und Howe's nicht ersichtlich. Dies festzustellen wäre aber außerordentlich wichtig.

Wie aus der Literatur zu entnehmen ist und wie uns die Beobachtungen bestätigen, verlaufen die Temperatursteigerungen und Anreicherung an Käfern in gelagertem Getreide parallel. Eine starke Verkäferung ohne positive Wärmetönung konnten wir bisher nie zuverlässig feststellen. Der umgekehrte Fall, daß bei Abwesenheit von Käfern starke Temperatursteigerungen zustande kamen, ist uns aus mehreren unserer Experimente bekannt. In dieser Hinsicht war der Versuch, der im Sommer 1943 durchgeführt wurde, instruktiv. Eine Partie von 125 Tonnen Weizen war am 20. 5. mit Geigy 33 behandelt worden. Nach einigen Wochen Lagerung war das Getreide etwas warm geworden. Durch Umlaufenlassen am 11. 6. sollte dies behoben werden. Der Zufall wollte es, daß uns nur zwei kleine Zellen zur Verfügung standen, in die der Weizen nach dem Umlaufen verteilt werden mußte. Die weitere Kontrolle am 5. 7. ergab, daß die eine Hälfte der Partie weitere Temperatursteigerung zeigte, die andere weniger hohe Temperaturen als vor der Teilung aufwies. Derartige Beobachtungen haben uns zur Überlegung geführt, daß zwischen dem Käferbefall des Getreides und der Temperaturentwicklung kein primärer Zusammenhang vorliegen kann.

Wir haben den Beweis dafür erbracht, daß für die Tempera-

turentwicklung andere Ursachen als die Verkäferung mitsprechen müssen, noch von einer andern Seite her geliefert. In abgestuften Mengen von 100 L, 50 L und 25 L, bis hinab zu 1/2 L Weizen, der uns für unsere Versuche in entgegenkommender Weise von der Eidg. Getreideverwaltung bewilligt worden war, versuchten wir, Temperaturdifferenzen ohne Gegenwart von Käfern zu provozieren. Dies gelang. Wir erhielten Differenzen von 8—12° über Raumtemperatur. Auch in kleinen Gefäßen von 1/2 L Inhalt erhielten wir die Temperaturdifferenzen, die in einem Fall sogar bis 20° C über die Raumtemperatur reichten, ohne daß das Getreide durch einen einzigen Käfer berührt worden wäre. Die Abbildung 4 gibt die Temperaturbeobachtung wieder.

In zahlreichen Kleinexperimenten haben wir versucht, der Frage der Wärmetönung näher zu kommen. In Serienversuchen ist es gelungen, in einem Teil der Versuchsgefäße Temperaturdifferenzen ähnlich der in der Abbildung 4, Kurve II, dargestellten zu erreichen. Diese Versuche zeichnen sich dadurch aus, daß

1. eine hohe, relative Feuchtigkeit vorhanden sein mußte,
2. in diesen Gefäßen immer Schimmelbildung beobachtet werden konnte.

Die Rolle der Schimmelbildung versuchten wir dadurch zu erkennen, daß wir in solchen kleinen Versuchen das Getreide 30 Tage, nachdem es die erwartete Wärmeentwicklung gezeigt hatte, mit K-Oxychinolinsulfat behandelten, um die Pilzbildung abzubremsen. Die Temperatursteigerung setzte sich aber in gleicher Weise fort wie in den Kontrollversuchen. In Abbildung 4 ist die Kurve wiedergegeben. Herr Dr. Zeller äußerte den Gedanken, daß unter Umständen die Wärmeentwicklung und auch die später zu betrachtende Kohlensäureentwicklung den Zusammenbruch des gesamten Organismus anzeige, daß ähnlich wie beim schnellen Auftauen von tiefgefrorenen Lebensmitteln durch die Zerstörung der Zellstruktur das fermentative Geschehen in einem rasenden Prozeß zu Ende läuft, nachdem der ganze Abbau ausgelöst worden ist. Diese Überlegung ist als Arbeitshypothese wertvoll und ermöglicht, von einer andern Seite her die Folgen der Getreideerwärmung zu beobachten.

Die Atmung des Getreides ist ein exothermer Prozeß. Bei der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Getreides kann eine örtliche Überhitzung eintreten. Nach H. J. Smith und Baritz wird die Intensität der Atmung des Getreides hauptsächlich durch die Feuchtigkeit bestimmt. Bei 22° C atmet das Korn dreimal so stark, wenn sein Feuchtigkeitsgrad 15 % beträgt, als bei 12 %. Bei 37 1/2° C mit 12 % Wassergehalt ist die Atmung 34mal so stark wie bei einem solchen mit 10 %.

Aber auch die Quellungswärme, die durch Wasseraufnahme

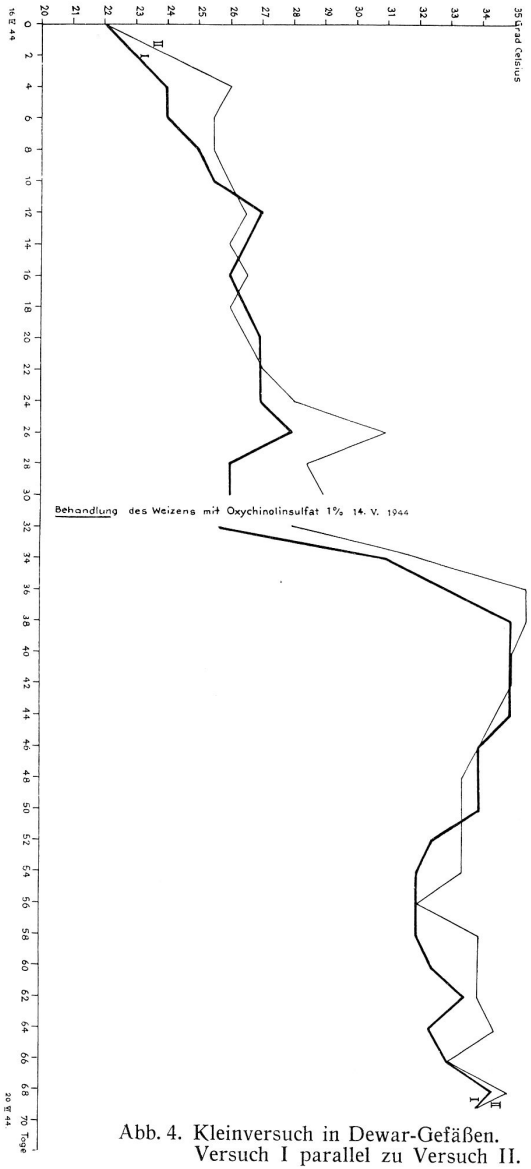

Abb. 4. Kleinversuch in Dewar-Gefäßen.
Versuch I parallel zu Versuch II.

des Korns auftritt, wird in Getreidehaufen, die keine Durchlüftung aufweisen, eine Wärmemenge liefern, die nicht zu vernachlässigen ist. Neumann (1929) macht hierüber folgende Angaben:

1 g trockene Weizenstärke kann maximal 31,6 % Wasser aufnehmen und entwickelt dabei 28,8 kal. exothermer Wärme. 100 Tonnen Getreide müssen demnach bei einer Wasseraufnahme von 2 % zirka 150 000 bis 200 000 Kal. entwickeln. Das sind respektable Wärmetönungen.

Um sich einen Begriff über die zu erwartende totale Wärmemenge machen zu können, sei folgende Überlegung angestellt:

Spezifische Wärme des Getreides . .	ca. 0,3
Beobachtete Wärmetönung . . .	10—15° C,

d. h. pro Kilo Getreide werden 3—6 Kal. benötigt, um 10—15° C Erwärmung zu erreichen. Eine Silozelle von 100 Tonnen Getreide verlangt für eine Temperatursteigerung von 10° C eine Wärmemenge von ca. 3—4,5mal 10^5 Kal. Wegen Wärmeverlust wird die effektiv benötigte Wärmemenge diese errechnete Menge übersteigen.

Unseren weiteren Versuchen hatten wir eine andere Arbeitshypothese zu Grunde gelegt. Von den Untersuchungen über Heustockerwärmung war es genügend bekannt, daß Mikroorganismen auf pflanzlichen Substraten starke Temperatursteigerung verursachen können, denn über die Selbsterhitzung des Heus liegen u. a. Arbeiten von Miebe (1907) und H. Pallmann (1945) vor. Schon 1888 hatte Cohn grundlegende Untersuchungen über die Erwärmung von Baumwollabfällen durchgeführt und nachgewiesen, daß durch Sterilisierung die Erwärmung verhindert werden kann.

Maurizio (1929) vermutet, daß die für die Heustockentzündung gefundene Erklärung auch für die Erwärmung von Getreidelagern anzuwenden sei.

Wir haben versucht, die Bakterienflora, die wir auf erwärmtem Getreide gefunden haben, zu isolieren und damit zu experimentieren. Aus der Fülle von Versuchen heben sich bisher noch nicht die einheitlichen Resultate ab, daß hierüber schon abschließend berichtet werden könnte. Als vorläufige Mitteilung sei angeführt, daß gewisse Bakterien eine Wärmetönung verursachen können, aber nicht die einzige Möglichkeit der Getreideerwärmung zu sein scheinen.

Die in Abbildung 5 dargestellte Kurve I gibt die Temperaturkurve des Weizenmusters von 320 g in einem Dewar-Gefäß wieder, das mit einer Aufschwemmung bestimmter Bakterienkulturen angeimpft worden war. Kurve II gibt die Erwärmung des Kontrollgefäßes wieder, das mit der gleichen, sterilen Flüssigkeitsmenge von Gefäß I befeuchtet worden war. Auf den Unterschied im Kurvenverlauf und deutlich auf die Ergebnisse, die durch die oben angeführte Arbeitshypothese erreicht wurden, soll in einer weiteren Arbeit zurückgekommen werden.

Zusammenfassend können wir unsere Beobachtungen über den Zusammenhang zwischen Käferbefall und Wärmeentwicklung folgendermaßen formulieren:

Im Getreidelager werden so große Wärmemengen produziert, die kaum von Insekten aufgebracht werden können.

Es gibt allerdings im Insektenbereich bei hochorganisierten Insekten (Bienen, Ameisen, auch Wachsmotten) Erscheinungen, wo positive Wärmetönungen beobachtet werden können. Die dort produzierten Wärmemengen lassen sich aber mit unseren Anforderungen nicht vergleichen.

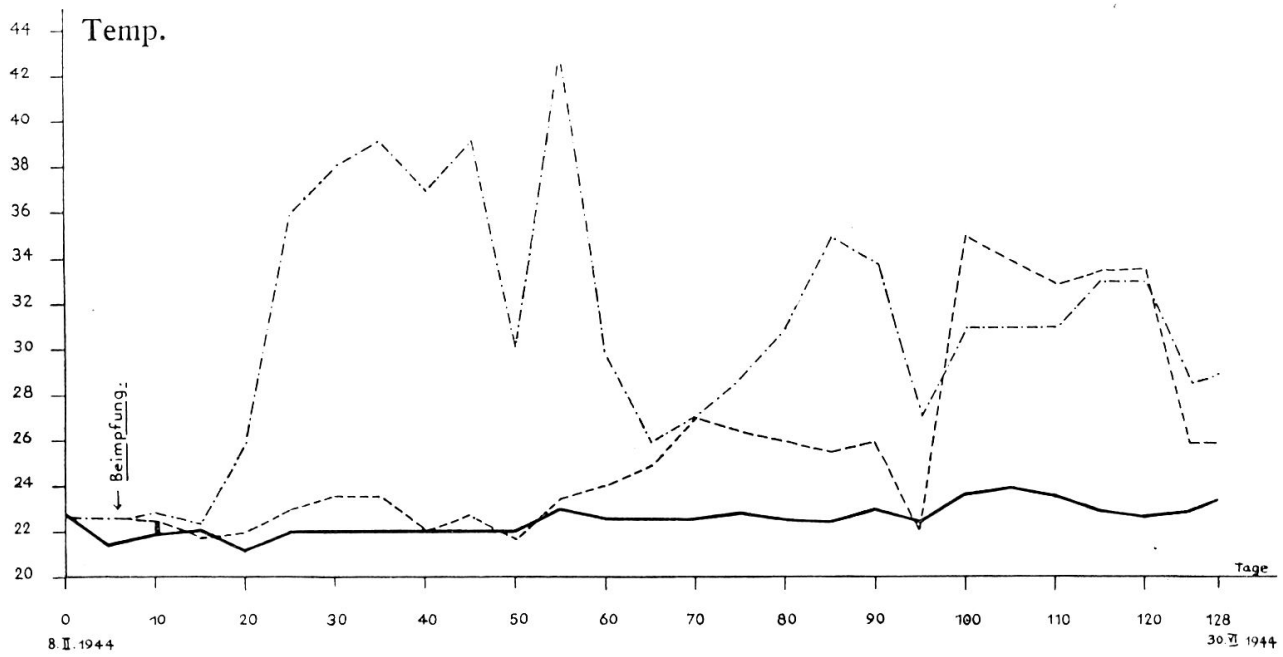

Abb. 5. Kleinversuch in Dewar-Gefäßen.
_._._ Weizen mit Bakterienaufschwemmung beimpft.
_ _ _ Weizen mit physiol. Kochsalzlösung beimpft.
——— Raumtemperatur.

Wir neigen zur Ansicht, daß das Verhältnis von Käfer zu Wärmeentwicklung eher umgekehrt als bisher vermutet anzunehmen ist, d. h. daß positive Wärmetönungen in Getreidelagern die starke Entwicklung der Käfer verursachen.

Es bleibt die Möglichkeit bestehen, daß die Insekten eventuell den Anstoß zu der Entwicklung, die zu einer Erwärmung führt, geben können, daß aber der Prozeß an und für sich durch andere Ursachen in Bewegung gehalten wird.

4. Kohlensäureentwicklung. Es ist schon verschiedentlich die Kohlensäureentwicklung angeführt worden. Die Kohlensäureentwicklung ist in Getreidesilo sehr auffällig. Sie ist bisher mit der Atmung des Getreides in Zusammenhang gebracht worden.

Neuerdings glauben Howe und Oxley (1944) aus der Kohlensäureentwicklung Rückschlüsse auf die Verkäferung des Getreides ziehen zu können. Wie weit diese Kohlensäuremessung ein zuverlässiges Bild über die Verkäferung gibt, ist von uns nicht geprüft worden. Schon die Tatsache, daß die Kohlensäure auch als Atmungsendprodukt des Getreides auftritt und mengenmäßig von der Temperatur und von der Feuchtigkeit abhängt, und die Wärmeentwicklung in Getreidelagern gar nicht homogen ist, sondern sich von « Nestern » aus ausbreitet, so ist die Überlegung von Howe und Oxley nicht überzeugend.

Daß solche CO_2-Entwicklung intensiv sein kann, beweist schon die Sicherheitsvorschrift in Getreidesilo, daß Manipulationen in Silozellen nur unter Aufsicht einer Hilfsperson vorgenommen werden dürfen. Es liegen aus der Literatur Beschreibungen von Unfällen in Silozellen, die wegen starker CO_2-Entwicklung eingetreten waren, vor.

Bodewick (1936) beschreibt einen Fall von CO_2-Vergiftung mit tödlichem Ausgang bei zwei Personen nach Betreten einer Silozelle in einem Getreidespeicher. Die Silozelle war am Tage des Unglücks mit dänischer Futtergerste angefüllt worden, die seit etwa 14 Tagen dort lagerte und angeblich etwas feucht geerntet worden war. Die chemische Analyse der Luft am darauffolgenden Tage ergab einen ungewöhnlich hohen Gehalt von CO_2 (10 %) und einen O_2-Gehalt von nur 3 %. Als Ursache der Änderung der Zusammensetzung der Siloluft muß eine gesteigerte Atmung des Getreides angenommen werden. Nach Maurizio (1929) liegen für die Atmung des Weizens folgende Verhältnisse vor:

1 kg Getreide mit 14—15 % H_2O entwickelt in 24 Stunden

bei 18° C	insgesamt	1,4	mg CO_2
30° C		7,5	mg
40° C		20—40	mg
52° C		249	mg

1 kg Getreide entwickelt bei 18° C in 24 Stunden bei einem H_2O-Gehalt von

11,0 %	insgesamt	0,35	mg CO_2
14—15 %		1,40	mg
19,6 %		123	mg
20,5 %		359,0	mg
30,0 %		2000,0	mg

Auf die entsprechenden Zahlen von Smith und Bartz haben wir schon im Kapitel Erwärmung hingewiesen.

Sehr interessante Feststellungen liegen von Lamour, Clayton und Wrenshall (1935) vor, die nachweisen, daß die Atmungskohlensäure in Getreidelagern nur zum kleinsten Teil vom Stoffwechsel des Keimlings herrührt und daß Weizen nach der Behand-

lung mit CCl_4-Toluol-Dämpfen kein Wachstum der Bakterien und fast keine CO_2 besitzt. Solcher Weizen erwärmt sich auch bei 25 % Feuchtigkeit nicht. Oxley und Johns (1944) beobachten ebenfalls, daß die CO_2-Entwicklung nicht auf die Atmung des Keimlings zurückzuführen sei, da entkeimtes Getreide gleich große CO_2-Entwicklung aufweist und anderseits nach Entfernung der Weizenepidermis keine nennenswerte CO_2-Entwicklung nachweisbar ist, obwohl das Korn seine Keimfähigkeit beibehalten hat. Die Autoren glauben, unter der Epidermis einen Pilz nachweisen zu können, den sie für die starke CO_2-Entwicklung verantwortlich machen. Ob Oxley durch diese neuesten Untersuchungen den früher beschriebenen Zusammenhang zwischen Käfer- und CO_2-Entwicklung weiterhin gelten läßt, wird bisher nicht berührt.

5. Insektenentwicklung. In der kritischen Betrachtung über tierische Schäden in Getreidelagern können die Insektenschäden den weitaus größten Raum einnehmen. Vor allem die Käfer und Kleinschmetterlinge verursachen die weitaus größten Schäden. Unter den Gliederfüßlern verursachen nur noch Milben Zerstörungen von Bedeutung. Daneben richten noch Ratten und Mäuse ins Gewicht fallende Schäden an. Alle anderen Tierarten sind nur von ganz untergeordneter Bedeutung. Diese strenge Auswahl deutet schon darauf hin, daß das diesen Tieren gebotene Milieu ein ganz spezielles ist und von den Tierarten eine gewisse Anpassung an einen einheitlichen Nährboden verlangt. Der Nährboden ist sicher sehr reichhaltig. In einer Beziehung bildet er aber doch nur ein Minimum; das ist das Wasser. Die im Getreide sich entwickelnden Insekten haben nur das intermizellar und zellular gebundene Wasser als direkte Wasserquelle zur Verfügung. Alles übrige Wasser müssen sie durch Reduktion gewinnen.

Der Wassergehalt einiger Getreideinsekten wurde von uns bestimmt:

Wassergehalt einiger Getreideinsekten
und des zugehörigen Substrates:

A. Insekt:	Stadium	Wassergehalt auf Frischgewicht bezogen
Kornkäfer (Calandra granaria)	Imago	44 %
Mehlkäfer (Tenebrio molitor)	Imago	61 %
	Larven jung	62 %
	Larven alt	55 %
Mehlmotte (Ephestia kühniella)	Imago	65 %
	Larven jung	61 %
	Larven alt	66 %

B. Futterbasis:	Wassergehalt auf Frischgewicht bezogen
Weizen	12,5 %
Haferflocken	13,3 %
Kleie	12,8 %

Der Wasserhaushalt dieser Insekten muß sehr fein abgestimmt sein. Das wird auch indirekt durch die Tatsache bewiesen, daß alle Mittel (inert dusts), die den Wasserhaushalt dieser Insekten stören, wirksam sind und daß deren Wirkung graduell von der Feuchtigkeit abhängt.

Über die ursprüngliche Herkunft der Getreideschädlinge ist wohl kaum etwas sicheres auszusagen. Zacher (1934) beschreibt, die Kornkäfer und Reiskäfer in Ägypten im freien Getreidefeld beobachtet zu haben. Ähnliches wird aus Indien berichtet. Im großen und ganzen wird die Getreidefauna aus der « Wildfauna » hervorgegangen sein. Bei Insektenschädlingen der Grünpflanzen kann belegt werden, wie in Monokulturen das biologische Gleichgewicht durch günstigen Nährboden gestört wird und zur unausgeglichenen Überproduktion der Insekten geführt hat. Oder wie durch die starke Überproduktion an wollenen Spinnfasern die Entwicklung der Keratinfresser aus der Kadaverfauna ermöglicht worden ist, so hat durch die Anlagen der Getreidelager sich die Fauna, die an diesen Nährboden besonders angepaßt ist, überentwickelt. Die heute in allen Ländern mit gemäßigtem Klima verbreitete Mehlmotte ist nachweisbar aus Mittelamerika in die Vereinigten Staaten eingeschleppt worden. Sie war bis 1877 in Europa unbekannt. Ihre heutige, weltweite Verbreitung wurde durch die Intensivierung des Verkehrs und der einseitig günstigen Milieubedingungen ermöglicht. Entsprechendes erleben wir heute mit dem Coloradokäfer.

Neben der günstigen Nahrungsquelle sind die physikalischen Bedingungen ausschlaggebend. Es sind dieselben Faktoren, die schon angeführt worden sind: Temperatur und Feuchtigkeit.

Die Feuchtigkeit ist auch hier wieder sehr entscheidend. Nach Thomas (1941) soll Getreide mit weniger als 10 % Wassergehalt gegen Kornkäferbefall immun sein. Erst wenn der Wassergehalt 14 % übersteigt, nimmt die Vermehrung des Käfers gefährliches Ausmaß an.

Die Temperatur beeinflußt die Insektenentwicklung enorm. Der Kornkäfer entwickelt sich bei 17° C durchschnittlich in 60—80 Tagen, während bei 27° C der Entwicklungszyklus 24—29 Tage beträgt. Entsprechende Abstufungen lassen sich vom Reiskäfer und von anderen Insekten angeben, nur daß der Reiskäfer längere Entwicklungszeiten bei den genannten Temperaturen aufweist, weil sein Optimum bei höherer Temperatur liegt als dasjenige des Kornkäfers. Diesem Umstand ist es auch zuzuschreiben, daß der Reis-

käfer in wärmeren Klimata häufiger auftritt als der Kornkäfer. Der Reiskäfer übersteht sehr kalte Winter meistens nicht, wenn er sich nicht in einer erwärmten Silozelle angesiedelt hat. Der Kornkäfer überdauert tiefe Temperaturen viel leichter. Das beweist schon die Tatsache, daß sich der Kornkäfer trotz tiefer Temperaturen in bäuerlichen Getreidespeichern während des Winters immer wieder erholt und sein Zerstörungswerk in der wärmeren Jahreszeit fortsetzt.

Empfindlichkeit der Insekten gegen hohe Temperatur ist sehr ausgeprägt. Das Optimum ist für alle Getreideschädlinge bei 30° C schon überschritten. Bei 35° C treten deutliche Schädigungen ein; höhere Temperaturen verunmöglichen die Vermehrung und vernichten die Insekten. Bei 38—40° C wird keiner der Getreideschädlinge noch längere Zeit lebensfähig bleiben, wenn auch die schnelle Vernichtung erst oberhalb 45° C einsetzt. Ob die Verschlechterung der Lebensbedingungen oberhalb 35° C durch Störung des Wasserhaushaltes der Insekten verursacht wird, ist bisher nie belegt worden.

In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Frage hingewiesen, welche Beziehung zwischen dem Grad der Verkäferung und den Faktoren der Wärmeentwicklung und Feuchtigkeit bestehe. Ist die Entstehung der für die Getreidelagerung ungüstigen Verhältnisse primäre Ursache für die verstärkte Käferentwicklung, oder verursacht die Käferentwicklung die für die Getreidekonservierung ungüstigen physikalischen Bedingungen?

Der in der 2. Mitteilung unter « Versuche mit DDT-Stäubemitteln » als Praxisversuch angeführte Großversuch 1 zeigt an Hand der Kurven, daß starke Schlüpfperioden im Winter beobachtet werden können. Diese « unbiologischen » Entwicklungsperioden lassen sich in erwärmten Getreidezellen immer wieder feststellen. Durch die Beschleunigung der Entwicklung, die durch die günstigen Milieuverhältnisse verursacht werden, wird der Generationswechsel in einen Rhythmus getrieben, der den natürlichen Lebensbedingungen der Insekten nicht mehr angepaßt ist. Die Erscheinung, daß starkes Auftreten von Käferimagines in Jahreszeiten erfolgt, die biologisch ungünstig sind, sprechen dafür, daß nicht die Entwicklungssteigerung der Insekten, sondern die Erhöhung der Feuchtigkeit und Temperatur die Primärerscheinung in dem betrachteten Circulus ist.

Die Getreidelager können von verhältnismäßig wenig Arten befallen werden, solange die Körner unverletzt sind. Im ganzen, unverletzten Zustand werden Weizen, Roggen, Gerste, Mais, weniger Hafer, von einer Garnitur primärer Getreideschädlinge angegriffen. Dazu gehören:

Getreidekapuziner (Rhyzopertha dominica)
Kornkäfer (Calandra granaria)

Reiskäfer (Calandra oryzae)
La Plata-Käfer (Calandra zea mais)
Kornmotte (Tinea granella)
Getreidemotte (Sitotroga cerealella)
Mehlmotte (Ephestia kühniella).

Einige Arten zeichnen sich dadurch aus, daß sie vorwiegend die Keimlinge herausfressen und besonders für Saatgut schädlich sind. Dazu gehören:

Schwarzer Getreidenager (Tenebrioides mauritanicus)
Leistenklopfkäfer (Laemophloeus ferruginosus und minutus)
Messingkäfer (Niptus hololeucus)
Diebskäfer (Ptinus fur).

Auf angestochenem Getreide und auf Bruch lassen sich außer primären Getreideschädlingen eine Reihe sekundärer Schädlinge beobachten. Hierher gehören:

Getreideschmalkäfer (Oryzaephilus surinamensis)
Rundköpfiger Reismehlkäfer (Latheticus oryzae)
Amerikanischer Reismehlkäfer (Tribolium confusum)
Vierhornkäfer (Gnathocerus cornutus)
Mehlkäfer (Tenebrio molitor).

Der durch diese Insekten angerichtete Schaden ist schwer abzuschätzen. Der durchschnittliche Lagerverlust soll in normalen Zeiten 5 % betragen. In außerordentlichen Zeiten, wie den jetzt vorliegenden, sind wesentlich höhere Schäden zu beobachten, die bis zu 50 und mehr Prozent des Lagergutes ausmachen können. Derartige Verluste lassen sich durch Verwendung der modernen Konservierungsmittel vollständig vermeiden.

Literaturverzeichnis zu 1. Mitteilung.

J. H. Awbery (1927). The flow of heat in a body generating heat. Phil. Mag. *4,* 629 (1927).

W. Belopolsky (1940). Beweglicher Kontrahierungsapparat vom Schachttyp von W. Belopolsky und L. Gerafinowitsch. Müllerei und Elevatorwirtschaft Da. 12, S. 21/22.

H. Bodewick (1936). Massenvergiftung durch CO_2 in einem Getreidesilo. Sammlg. v. Vergiftungsfällen, *7,* Abt. A, 57. 1936.

Ferd. Cohn (1888). Über thermogene Bakterien. Aus Ber. der Deut. Bot. Ges. Seite 66 Ber. über die Verhlg. d. 10. Gen. Vers. d. Deut. Bot. Ges. 1893.

R. Gane (1941). The water content of wheats as a function of temperature and humidity. J. Soc. chem. Ind. *60,* 45, 1941.

Howe and Oxley (1944). The use of carbon dioxide production as a measure of infestation of grain by insects. Bull. ent. Res. *35,* 11, 1944.

R. K. Lamour, J. S. Clayton und C. L. Wrenshall (1935). Eine Untersuchung über Atmung und Erwärmung von dumpfigem Weizen. Canad. J. Res. *12.* 627—45 1935

Maurizio (1929). Nahrungsmittel aus Getreide, III. Auflage, Parey-Verlag, Berlin 1929.
H. Miebe (1907). Selbsterhitzung des Heues, Jena (1907).
O. Morgenthaler (1918). Über die Mikroflora des normalen und muffigen Getreides. Landwirtsch. Jahrbuch der Schweiz 1918, 551—573.
P. Neumann (1929). Brotgetreide und Brot, Vergl. P. Parey, Berlin. III. Auflage 1929.
T. A. Oxley and P. W. Howe (1943). Factors influencing the course of an insect infectation in bulk wheat. Proceeding of the Association of applied Biologists 1. 10. 1943.
T. A. Oxley and J. D. Jones (1944). Apparent respiration of wheat grains and its relation to a fungal mycelium beneath the epidermis. Nature *154*, 1826, (1944).
H. Pallmann (1945). Der Wärmehaushalt und die Kontrolle überhitzter Futterstöcke. Zur Diagnose der Selbstentzündung von Dürrfutter- und Getreidestöcken. Schweiz. Landwirtsch. Monatshefte 23, Heft 9, 1945.
H. J. Smith and J. P. Baritz. Heat in feed grains.
D. Snow, M. H. G. Crichton and N. C. Wright (1944). Mould deterioration of feeding-stuffs in relation to humidity of storage.
Part I : The grows of moulds at low humidities.
Ann. Appl. Biol. *31*, 102, 1944.
Part II : The water ceptabe of feeding-stuffs at different humidities.
Ann. Appl. Biol. *31*, 111, 1944.
Part III : The isolation of mould species from feeding-stuffs stored at different humidities.
Ann. Appl. Biol. *32*, 40, 1945.
B. Thomas (1941). Über die Bedeutung des Feuchtigkeitsgehaltes für die Lagerung des Getreides. Ztschr. f. d. ges. Getreidewesen, *28*, 63, (1941).
F. Zacher (1934). Mühlen-, Speicher-Vorratsschädlinge in Ägyten. Ztschr. f. d. ges. Getreidewesen *21*, 153, (1934).

Beitrag zur Kenntnis von Strongylognathus Huberi For. ssp. alpinus Wh. (Hym. Form.)

von

H. Kutter, Flawil.

Von 1909 bis 1935 kannte man diese interessante Sklaven raubende Ameise nur aus der Umgebung von Zermatt und glaubte es bei ihr mit einer typisch endemischen Form jenes Hochtales zu tun zu haben. Als dann aber am 20. September 1935 Dr. Clausen aus St-Luc im Val d'Anniviers ein Weibchen der Ameise herabbrachte, erlitt die schöne Theorie ihren ersten Dämpfer. Wie mir derselbe Autor am 2. November 1945 mitteilt, ist unser Tier « in großen Mengen in einer Waldwiese beim Verlassen von Chandolin, Richtung St-Luc, anzutreffen ». Seitdem ich nun aber im Juli 1945 in Binn (Oberwallis), direkt oberhalb des Hotels und westlich des kleinen Bergdörfchens mehrere Kolonien in ganz ähnlicher Um-