

- Fig. 6. *Habrocytus eucerus* Ratzb., ♀ Mandibeln.
 Fig. 7. *Monodontomerus dentipes* Boh., ♀ Abdomen.
 Fig. 8. *Monodontomerus obsoletus* F., ♀ Abdomen.

Tafel 6.

- Fig. 1. Pteromaline, Seiten des Mesothorax gefurcht.
 Fig. 2. Eupelmine, Seiten des Mesothorax erhaben.
 Fig. 3. *Achrysocharella ruforum* Krauß, Vorderflügel.
 Fig. 4. *Habrocytus eucerus* Ratzb., ♀ Fühler.
 Fig. 5. *Tetracampe diprioni* Ferr., Vorderflügel.
 Fig. 6. *Mormoniella vitripennis* Walk., ♀ Fühler.
 Fig. 7. *Tetrastichus oophagus* n. sp., ♀ Vorderflügel.
 Fig. 7a. *Tetrastichus oophagus* n. sp., ♀ Radius.
 Fig. 8. *Tetrastichus oophagus* n. sp., ♀ Fühler.
 Fig. 9. *Dibrachys cavus* Walk., ♀ Fühler.

Kornkäferbekämpfung mit Phosphorwasserstoff bei niedrigen Temperaturen.

Von W. Tomaszewski und M. Sy,
Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem¹⁾.

Wie die Versuche von Pavlakos und anderen Autoren²⁾ zeigten, nimmt die Aktivität des Kornkäfers bei Temperaturen unter 15° C rasch ab; bei Temperaturen unter + 5 C liegen Käfer und Brut in Kältestarre. Man nahm an, daß auch die Atmungstätigkeit des Kornkäfers mit sinkender Temperatur so stark abnimmt, daß eine Vernichtung des Schädlings mit Atemgiften unterhalb bestimmter Temperaturen (+ 12° C) unsicher oder unmöglich wird. Andersen hielt es daher für ratsam, Vergasungen nur während der warmen Sommermonate durchzuführen, falls nicht — wie bei der Silobegasung — eine künstliche Erhöhung der Getreide-temperatur möglich ist.

Wenn nun auch bei niedrigen Temperaturen infolge Stillstandes oder Verzögerung der Kornkäferentwicklung mit keiner Vermehrung und Schadwirkung zu rechnen ist, so würde doch der praktische Wert eines Begasungsverfahrens durch eine derartige Beschränkung erheblich beeinträchtigt werden. Es wäre u. a. während der kalten Jahreszeit nicht möglich, befallenes Getreide vor Einlagerung in einen bis dahin käferfreien Speicher zu entwesen. Ferner ist zu bedenken, daß bei hoher

¹⁾ Aus der Mittelprüfstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.

²⁾ Pavlakos, J., Experimentelle Untersuchungen zur Biologie des Kornkäfers. Diss., 1931. — Kunike, G., Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung des Kornkäfers. Ztschr. ang. Ent., 23, 303—326, 1937. — Andersen, K. Th., Der Kornkäfer. Monograph. ang. Ent., Nr. 13, 1938.

Schüttung oder nach Einlagerung im Winter die Temperatur des Getreides bis in den Sommer hinein partienweise unter 12°C bleiben kann, wie das z. B. die Erfahrungen nach dem strengen Winter 1939/40 lehrten.

Der Lagerpraxis war es somit dringend erwünscht, das zur Bekämpfung von Kornkäfern in gesacktem oder auf Schüttrböden lagerndem Getreide amtlich anerkannte Verfahren, die Delicia-Kornkäferbegasung, auch bei niedrigen Temperaturen anwenden zu können. Um diesen Wünschen der Praxis gerecht zu werden, waren sowohl technische Schwierigkeiten (Gasentwicklung bei niedrigen Temperaturen) als auch biologische Fragen (Gasempfindlichkeit der Kornkäfer bei niedrigen Temperaturen) zu klären.

Die technischen Schwierigkeiten wurden von der Herstellerfirma dadurch überwunden, daß sie die Beutel, welche die Phosphorwasserstoff entwickelnde Verbindung enthalten, zusammen mit Zusatzbeuteln, den sogen. Beschleunigern, welche mit kristallwasserhaltigen, leicht verwitternden Salzen gefüllt sind, in das zu entwesende Getreide versenkte.¹⁾

Es blieb nunmehr zu prüfen, ob Phosphorwasserstoff gegen Kornkäfer und -brut auch bei niedrigen Temperaturen und bei den in der Praxis anwendbaren Dosierungen und Begasungszeiten ausreichend wirksam ist. Zur Klärung dieser Frage wurden Laboratoriumsversuche und ein Großversuch an 460 ts Getreide von $+3^{\circ}$ bis 4°C durchgeführt.

Da dem einen der beiden Verfasser für die Durchführung der Laboratoriumsversuche nur ein befristeter Wehrmachtsurlaub zur Verfügung stand, wurde eine verhältnismäßig einfache, aber schnellarbeitende Versuchsmethode benutzt. Die Begasung wurde in Weithalsflaschen von 10 bis 12 Liter Inhalt vorgenommen. Der mit Vaseline bestrichene, eingeschliffene Glasstopfen gab einen völlig gasdichten Abschluß. Am Boden der Flasche war eine kleine Glasschale mit Wasser aufgestellt; in das Wasser wurde das Phosphidpräparat hineingeschüttet, so daß in kürzester Zeit die gesamte Phosphorwasserstoffmenge frei und wirksam wurde. Daneben, gleichfalls auf dem Boden der Flasche, lag ein Beutel mit den Versuchstieren und befallenem Getreide (Brutgetreide).

Das verwendete Phosphidpräparat enthielt 36,5 % aktiven Phosphor. Die Dosierung desselben wurde unter Berücksichtigung der etwas verschiedenen Raumgrößen der Begasungsflaschen auf g je ehm berechnet (vgl. Tab. 1 und 2).

Das Tiermaterial wurde den Zuchten der Dienststelle entnommen. Bei den Käfern wurde darauf geachtet, daß niemals überalterte Tiere dabei waren. Weniger einheitlich war das Alter der Kornkäferbrut. Da

¹⁾ Freyberg, W., Anleitung zur Anwendung der Delicia-Kornkäferbegasung (Phosphorwasserstoff), 2. Aufl., 1938, mit Anlage: „Arbeitsfolge“, 1. Aufl.

Tabelle 1. Käfer.

Abtötung in %.

Durchschnittl. Temperatur	0.1°	2.0°	5.0°	7.0°	10.0°	11.6°	13.7°	15.8°
Maximale Schwankungen	±0.8°	±0.2°	±0.6°	±0.7°	±0.6°	±0.2°	±0.0°	±0.2°
1 g/cbm — 2 × 24 Stunden.								
Versuchsreihe 1. A	91.0	99.4	96.1	98.5	97.0	98.7	99.7	99.3
B	89.8	99.4	94.9	—	96.8	99.3	100	99.1
C		98.7	92.3	99.7		92.6		
D		98.3	94.9	100		93.1		
Durchschnitt	90.4	99.0	94.6	99.4	96.9	95.9	99.9	99.2
3 g/cbm — 2 × 24 Stunden.								
Versuchsreihe 2. A	98.7	99.8	97.9	97.8	100	100	100	100
B	99.2	99.8	95.3	99.4	98.8	100	100	100
C		99.7	97.0	100		94.8		
D		100	98.0	100		96.5		
Durchschnitt	99.0	99.8	97.1	99.3	99.4	97.8	100	100
6 g/cbm — 2 × 24 Stunden.								
Versuchsreihe 3. A	100	100	100	100	99.8	100		
B	100	100	100	100	100	100		
C	99.3			99.1				
D	99.4			99.4				
Durchschnitt	99.7	100	100	99.6	99.9	100		
12 g/cbm — 2 × 24 Stunden.								
Versuchsreihe 4. A	100	100	100	100	100	100		
B	100	100	100	100	100	100		
C	99.2			99.1				
D	99.7			100				
Durchschnitt	99.7	100	100	99.8	100	100		
1 g/cbm — 4 × 24 Stunden.								
Versuchsreihe 5. A	99.2	100	99.7	100	100	100		
B	99.4	100	100	100	99.7	100		
C			100					
D			100					
Durchschnitt	99.3	100	99.9	100	99.9	100		
3 g/cbm — 4 × 24 Stunden.								
Versuchsreihe 6. A	100	100	100	100	100	100		
B	100	100	100	100	100	100		
C			100					
D			100					
Durchschnitt	100	100	100	100	100	100		
1 g/cbm, 0.1° (± 0.3°), verschiedene Einwirkungszeit.								
Einwirkungszeit	1 ×	2 ×	3 ×	4 ×	6 ×	24 Stunden		
Versuchsreihe 7. A	79.6	91.0	99.0	99.2	98.9			
B	57.7	89.8	98.1	99.4	99.2			
Durchschnitt	68.7	90.4	98.6	99.3	99.1			

— wie bereits gesagt — die Versuche in schneller Folge angesetzt werden mußten, war es nicht möglich, im einzelnen so lange zu warten, bis die Brut gleichmäßig ein bestimmtes Alter erreicht hatte. An Käfern wurden je Versuch etwa 300 verwendet. Da die Zahl der präimaginalen Stadien (Eier, Larven und Puppen) nicht ebenso zahlenmäßig festgelegt werden kann, wurden jeweils 100 cem befallenen Getreides (Brutgetreide) je Versuch verwendet. Das Brutgetreide in den zugehörigen Vergleichsversuchen stammte immer aus dem gleichen Zuchtgefäß; es war deshalb möglich, die Brutabtötung in Tabelle 2 in Prozent der unbehandelten Kontrolle anzugeben.

Die Versuche wurden in einer zuverlässigen Klimaanlage mit temperaturkonstanten Räumen in ausreichend geringer Abstufung (2 bis 3° C) durchgeführt; die Temperaturschwankungen wurden durch Thermographen kontrolliert. Das Tiermaterial wurde schon jeweils einen Tag vor Versuchsbeginn der im Versuch herrschenden Temperatur ausgesetzt. Auch die Flaschen nebst dem eingestellten Wasser standen erst einen Tag lang offen in der Temperatorkammer, um schon bei Versuchsbeginn die vorgesehene Temperatur im begasten Raum zu haben.

Nach Beendigung des Versuches kamen die Tiere wieder in Zimmertemperatur. Das Material wurde gut gelüftet, dann Käfer vom Brutgetreide getrennt und in Doppelschalen gebracht. Den Käfern wurde unbefallenes Getreide als Futter beigegeben. Die Kontrolle der Käfer erfolgte einheitlich nach 1,4 und 11 Tagen. Die Wirkung auf die Brut wurde durch Feststellung der geschlüpften Käfer beurteilt. Diese Kontrollen begannen, wenn in den unbehandelten Proben die ersten Käfer schlüpften und wurden in Abständen von 2 bis 3 Wochen wiederholt, bis die Abnahme der Schlüpfzahlen vermuten ließ, daß die Mehrzahl der als Eier, Larven oder Puppen im Versuch gewesenen Tiere ihre Entwicklung beendet hatten. Bei Weiterführung der Kontrollen stiegen mitunter die Schlüpfzahlen wieder an, weil aus Eiablagen der zuerst geschlüpften Käfer bereits eine neue Generation herangewachsen war.

Bei den Laboratoriumsversuchen wurde das Phosphidpräparat bei einer Begasungsdauer von 2 Tagen (Versuchsreihen 1 bis 4 der Tabellen 1 und 2) in Mengen von 1, 3, 6 und 12 g je cbm angewendet. Zwei weitere Versuche (Versuchsreihen 5 und 6) wurden mit 1 und 3 g je cbm bei einer Begasungsdauer von 4 Tagen durchgeführt. Schließlich zeigt die letzte Versuchsreihe 7 die Wirkungsänderung bei verschiedenen langer Begasungsdauer (1, 2, 3, 4 und 6 Tage) bei gleich bleibender Dosierung (1 g/cbm) und Temperatur (+ 0,1° C).

Die Tabelle 1 enthält die prozentuale Abtötung der Käfer. Die untereinander stehenden Zahlen jeder Versuchsreihe geben das Ergebnis jedes einzelnen Versuches an; darunter ist der Durchschnitt der 2 oder

Tabelle 2. Brut.

 Verminderung der Schlüpfzahlen der behandelten Proben in prozentualer
 Beziehung zu den unbehandelten Proben.

Durchschnittl. Temperatur	0.1°	2.0°	5.0°	7.0°	10.0°	11.6°	13.7°	15.8°
Maximale Schwankungen	$\pm 0.3^{\circ}$	$\pm 0.2^{\circ}$	$\pm 0.6^{\circ}$	$\pm 0.7^{\circ}$	$\pm 0.6^{\circ}$	$\pm 0.2^{\circ}$	$\pm 0.0^{\circ}$	$\pm 0.2^{\circ}$
1 g / cbm — 2×24 Stunden.								
Versuchsreihe 1. A	68.1	97.1	99.5	74.6	98.4	98.9	99.7	91.9
B	56.9	98.7	98.7	69.8	98.8	97.8	100	93.6
C		93.8	98.4	99.5		96.9		
D		92.8	93.1	99.8		98.3		
Durchschnitt	62.5	95.6	97.4	85.9	98.4	98.0	99.9	92.8
3 g / cbm — 2×24 Stunden.								
Versuchsreihe 2. A	83.3	99.0	99.4	88.3	99.7	99.2	100	97.4
B	84.3	99.0	99.5	81.3	99.9	99.1	100	93.9
C		99.6	99.5	99.7		99.7		
D		98.6	98.9	99.8		99.0		
Durchschnitt	83.8	99.1	99.3	92.3	99.8	99.3	100	95.7
6 g / cbm — 2×24 Stunden.								
Versuchsreihe 3. A	99.9		99.9	100	100	99.9		
B	99.9		100	100	99.7	100		
C	100			100				
D	98.9			100				
Durchschnitt	99.7		100	100	99.9	100		
12 g / cbm — 2×24 Stunden.								
Versuchsreihe 4. A	100		99.9	100	100	100		
B	99.9		100	100	100	99.9		
C	100			99.9				
D	90.8			99.9				
Durchschnitt	97.7		100	100	100	100		
1 g / cbm — 4×24 Stunden.								
Versuchsreihe 5. A	99.8	99.0	99.5	99.3	99.9	99.8		
B	99.9	99.8	99.6	99.5	99.0	99.9		
C			99.3					
D			99.4					
Durchschnitt	99.9	99.4	99.5	99.4	99.5	99.9		
3 g / cbm — 4×24 Stunden.								
Versuchsreihe 6. A	100	100	100	100	99.9	99.8		
B	100	100	100	100	99.9	100		
C			100					
D			100					
Durchschnitt	100	100	100	100	99.9	99.9		
1 g / cbm, 0.1° ($\pm 0.3^{\circ}$), verschiedene Einwirkungszeit.								
Einwirkungszeit	1×	2×	3×	4×	6×	24 Stunden		
Versuchsreihe 7. A	61.4	68.1	99.7	99.8	100			
B	48.7	56.9	98.5	99.9	100			
Durchschnitt	55.2	62.5	99.1	99.9	100			

4 Parallelversuche verzeichnet. Tabelle 2 zeigt in der gleichen Anordnung die entsprechenden Ergebnisse mit den vorimaginalen Stadien. Die Prozentzahlen geben jedoch hier — wie bereits bemerkt wurde — nur an, wie groß die Verminderung der aus den begasten Brutproben geschlüpften Käfer im Vergleich zu der aus den unbehandelten Proben war.

Wie die in den Tabellen verzeichneten Versuchsergebnisse zeigen, nimmt unter den beschriebenen Versuchsbedingungen die Giftempfindlichkeit des Kornkäfers gegen Phosphorwasserstoff bei niedrigen Temperaturen nur wenig ab. Bei einer Dosierung von 1 g/cbm und einer Begasungsdauer von 2 Tagen wird bei + 16° C noch keine 100 %ige Abtötung der Käfer erreicht, bei 0° aber schon 90 %. Verdreifachung der Konzentration brachte für + 14 und 16° 100 %ige Abtötung, bei 0° aber auch bereits 99 %. Auch die übrigen Variationen von Konzentration und Begasungsdauer zeigen das gleiche Bild: eine ganz geringe Wirkungsverminderung gegen 0° hin, die kaum die sonst auftretenden Ergebnisschwankungen merklich übersteigt. Lediglich bei den Versuchen mit Kornkäferbrut fällt die stärkere Wirkungsverminderung bei 0° und den geringen Dosierungen von 1 und 3 g/cbm bei ein- und zweitägiger Begasungsdauer auf.

Im zeitigen Frühjahr 1941 bot sich Gelegenheit, die Wirkung des Phosphorwasserstoffes auf Kornkäfer bei niedrigen Temperaturen auch in einem Großversuch zu prüfen. Am 27. 3. wurde eine Getreidemenge von 430 ts bei einer Getreidetemperatur von + 3 bis 4° C mit Delicia-Kornkäferbegasung (mit Zusatzbeuteln) begast. Die Getreidescheibe war 33 m lang und 15 m breit; die Schütthöhe betrug 1 bis 1,10 m. Die Dosierung war die übliche: 2 Delicia-Beutel je 1000 kg Getreide. Bei Beginn der Begasung wurden Proben mit Kornkäfern und Brutgetreide in verschiedene Tiefen des Getreidehaufens (10, 35, 60, 85 und 110 cm) versenkt. Gleiche, unbehandelte Proben wurden während der Dauer des Versuches in einer Klimakammer von + 2,4° C aufbewahrt. Nach 12 Tagen (8. 4. 41) wurde die Begasung beendet und dabei das ausgelegte Tiermaterial zur Kontrolle im Laboratorium entnommen. Hierbei ergab sich, daß die Käfer und die Brut in allen begasten Proben restlos abgetötet waren, während sich die unbehandelten Proben normal verhielten.

Zusammenfassend kann demnach gesagt werden, daß aus dem Abklingen der Lebensäußerungen des Kornkäfers bei niedrigen Temperaturen nicht auf ein entsprechendes Nachlassen der Empfindlichkeit gegen Atemgifte geschlossen werden kann.
