

2. Balachowsky, A., Observations biologiques sur les parasites des Coccides du Nord-Africain. Ann. Epiphyt., 14, 280—312, 1928.
3. Börner, C., Parametabolie und Neotenie bei Cocciden. Zool. Anz., 35, 553—561, 1910.
4. Fulmek, L., Die San-José-Schildlaus (*Aspidiotus perniciosus* Comst.) in Mitteleuropa. Bundesanst. f. Pflanzenschutz, Mittlg. 216, Wien, 1932.
5. Fulmek, L., Die San-José-Schildlaus in Österreich. Verh. VII. Int. Kongr. Ent., 4, 2324—2334, 1939.
6. Fulmek, L., Verbreitung und Nährpflanzen der San-José-Schildlaus in der Ostmark. Arb. physiol. angew. Ent. 7, 177—182, 1940.
7. Sachtleben, H. & Fulmek, L., Die San-José-Schildlaus. Biol. Reichsanst., Flugbl., 122—123, 1940.
8. Schwartz, M., Auftreten der San-José-Schildlaus in Ungarn und Österreich. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. 12, 55—56, 1932.
9. Silvestri, F., Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi e dei loro simbioti. V. La Cocciniglia del Nocciuolo (*Eulecanium coryli* L.), Boll. Lab. Zool. Portici, 13, 127—192, 1919.
10. Thiem, H. & Gerneck, R., Untersuchungen an deutschen Austernschildläusen. Arb. morphol. taxon. Ent., 1, 180—158, 208—238, 1934.
11. Wahl, B., Einschleppung der San-José-Schildlaus in Mitteleuropa. Wien. Landw. Ztg., 82, 171—172, 1932.
12. Watzl, O., Beobachtungen über den Lebenslauf der San-José-Schildlaus in Mitteleuropa. Landeskultur 1, 64—66, 1934.
13. Weber, H., Grundriß der Insektenkunde, Jena, 1938.

Die Prüfung der insektiziden Wirkung flüssiger Hausbockmittel und ihre Ergebnisse.

Von Josef Kaltwasser,
Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt.

Inhaltsübersicht.

Einleitung.

- I. Die Beurteilung des Bekämpfungswertes von Hausbockmitteln.
 - a) Prüfung im Laboratorium.
 - b) Erfahrungen bei der praktischen Bekämpfung.
 - II. Die Ermittlung absoluter Giftwertzahlen.
 - a) Die Giftresistenz der Hausbock-Larven.
 - b) Die Bedeutung der Hemmungswerte für die praktische Beurteilung.
 - c) Hemmungswerte bei zeitlicher Begrenzung der Versuchsdauer.
 - III. Die vorbeugende Wirkung von Hausbockmitteln.
 - a) Vergleich der Vorbeugungswirkung mit den Hemmungswerten.
 - b) Die vorbeugende Wirkung der Handelsmittel.
 - IV. Folgerungen für die Praxis.
- Zusammenfassung.

Einleitung.

Brauchbare Schutzmittel gegen den Hausbockkäfer sind ein dringendes Bedürfnis geworden, nachdem die Bedeutung dieses Tieres in den

letzten Jahren weiten Kreisen bekannt geworden ist. Für denjenigen, der diese Mittel prüfen, d. h. sich über ihre Wirksamkeit ein Urteil bilden will, ergibt sich sehr bald der Wunsch, eine solche Prüfung schneller, in kleinerem Umfange und unter übersichtlicheren Verhältnissen auszuführen, als sie im allgemeinen in der Praxis vorhanden sind, d. h. eine Prüfung im Laboratorium vorzunehmen, um vergleichbare und reproduzierbare Werte zu erhalten. Laboratoriumsprüfungen sollen vor allem Reihenuntersuchungen mit vielen Mitteln ermöglichen, um ungeeignete Mittel schon zu erkennen, ehe sie in großem Maße angewandt oder überhaupt hergestellt werden.¹⁾

Über die Ansprüche, die an ein Hausbockmittel gestellt werden müssen, herrschen noch recht unklare Vorstellungen, die unter anderem in der verschiedenen Art der gewählten Prüfungsmethoden ihre Ursache haben. Die von der Biologischen Reichsanstalt in Zusammenarbeit mit anderen Instituten seit mehreren Jahren durchgeführten Prüfungen lassen inzwischen ein einigermaßen klares Bild erkennen, so daß es jetzt an der Zeit erscheint, die gesammelten Erfahrungen bekannt zu geben.

I. Die Beurteilung des Bekämpfungswertes von Hausbockmitteln.

a) Prüfung im Laboratorium.

Methodische Vorbemerkungen.

Bei der Wahl der Methode wurde von dem Grundsatz ausgegangen, daß sie die obengenannten Gesichtspunkte möglichst vollständig erfüllt, ohne sich dabei von den in der Praxis herrschenden Verhältnissen allzuweit zu entfernen. Aus diesem Grunde wurden Balkenstücke von Bauholzdicke verwendet, und die Tiere vor der Behandlung eingesetzt. Eine genaue Beschreibung findet sich bei Schuch (1938) und Trappmann (1937).

Die Larven sitzen anfangs 1 cm vom Rand entfernt und haben 4 Wochen Zeit, im Holz zu bohren. Der Behandlungserfolg hängt natürlich auch davon ab, ob die Tiere sich mehr nach außen, oder mehr nach innen wenden, und schwankt daher in ziemlich weiten Grenzen.

Es ist deshalb vorgeschlagen worden, unter exakteren Bedingungen zunächst einmal den Giftwert festzustellen, und dann die Eindringtiefe und die übrigen Eigenschaften gesondert zu ermitteln (Becker 1938). Dabei kann man dann mit sehr kleinen, und folglich weitgehend gleichartigen Holzstücken arbeiten, kann sie in gleicher Weise tränken usw. So bestechend dieser Weg wegen der dabei möglichen Exaktheit erscheint, so liegt doch darin die Gefahr, daß man infolge der Aufteilung in einzelne Faktoren wesentliche Dinge nicht mit erfaßt, weil man ihre Bedeutung nicht kennt. Nur auf einen Punkt,

¹⁾ Es kommt hinzu, daß Mittel, ganz abgesehen von ihrer insektiziden Wirkung, aus hygienischen oder technischen Gründen ungeeignet sein können, die ebenfalls vor der Anwendung in größerem Maße erkannt werden müssen.

der sicher eine große Rolle spielt, soll hier hingewiesen werden: Da die äußersten Holzteile die beste Nahrung für die Tiere darstellen, werden sie immer wieder versuchen, nach außen zu kommen.¹⁾ Ist diese Zone nun vergiftet, so hängt die Wirkung des Giftstoffs unter anderem davon ab, ob die Tiere seine Anwesenheit bemerken, ehe sie geschädigt sind, und ihm ausweichen können. Auf diese Weise können schwächere Gifte bei gleicher Eindringungstiefe tatsächlich besser wirksam sein als stärkere.

Aus solchen Überlegungen heraus erscheint eine Prüfungsmethode, die unter bewußtem Verzicht auf exakte Bestimmung von Einzelfaktoren die Summe aller Wirkungen gemeinsam erfaßt, und dabei den Verhältnissen der Praxis weitgehend entspricht, für die praktische Beurteilung am besten geeignet. Über die Art der Wirksamkeit, d. h. über die Kontakt-, Fraß- oder Atemgiftwirkung der Mittel vermag man allerdings auf diese Weise nichts auszusagen. Dafür sind besondere Untersuchungen notwendig.²⁾ Die Sicherheit der Ergebnisse wird um so größer sein, je mehr Versuche vorliegen. Wie groß die Schwankungen sind, ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen.

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich ist, erhält man trotz der Schwankungen im Einzelversuch schon bei 2—3 Wiederholungen ein

Tabelle 1. Prüfung der Bekämpfungswirkung von Hausbockmitteln auf Larven in Bauholzklötzen.

Lfd. Nr.	Mittel	Larven		Wiedergefundene Larven		
		ein-gesetzt	ins-gesamt	lebend	tot (Zahl)	tot (%)
1	Organ. Mittel auf der Teerölbasis	10	9	1	8	
		10	9	—	9	
		10	10	1	9	
		10	9	2	7	
		10	7	—	7	
		10	8	3	5	
		Summe	52		45	86
9	Organ. leichtflüssiges helles Mittel	10	9	5	4	
		10	8	3	5	
		10	8	5	3	
		10	9	3	6	
		10	8	6	2	
		10	7	4	3	
		Summe	49		23	47

¹⁾ Es kommt daher bei der Herstellung der Versuchsklötze nicht nur auf die Holzabmessungen an, sondern die äußeren Holzonen müssen auch tatsächlich nach außen zu liegen kommen.

²⁾ Andererseits können z. B. aus speziellen Untersuchungen der Atemgiftwirkung, bei denen die Tiere sich nicht im Holz befanden, nicht ohne weiteres Schlüsse für die Praxis gezogen werden.

Mittel		Larven	Wiedergefundene Larven			
Lfd. Nr.	Art	ein-gesetzt	ins-gesamt	lebend	tot (Zahl)	tot (%)
13	Organ. Mittel Karbolineum- verbindung	10	7	6	1	
		10	8	5	3	
		10	7	5	2	
		10	8	7	1	
		10	8	6	2	
		Summe	38		9	24
21	Wasserlösliches Salz Fluor-Dinitrophenol- verbindung	10	9	9	—	
		10	8	8	—	
		10	6	5	1	
		10	8	8	—	
		10	10	8	2	
		Summe	41		3	7

recht gutes Bild. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Mitteln lassen sich einwandfrei erfassen.

Um die Wirksamkeit der Mittel anschaulich darstellen zu können, ist in der folgenden Zusammenstellung die Zahl der toten Larven ausgedrückt worden in Prozent der insgesamt wiedergefundenen. Diese Zahl kann direkt als Abtötungs- oder Bekämpfungserfolg mit dem betreffenden Mittel betrachtet werden.

Bei Anordnung der Mittel nach dem Grad ihrer Wirksamkeit, wie das in Tab. 2 geschehen ist, ergibt sich folgendes Bild: Keines der Mittel hatte einen 100 %igen Abtötungserfolg. Der beste erreichte Wert lag bei 86 %. Im übrigen erhält man eine Werteskala, bei der alle Abstufungen vertreten sind. Die organischen Mittel haben fast durchweg besser abgeschnitten als die anorganischen. Es sind aber vereinzelt auch organische Mittel mit völlig ungenügender Wirksamkeit zur Prüfung angemeldet worden. Die besonders oft vertretenen Fluorverbindungen hatten durchweg nur einen geringen Erfolg, auch Dinitrophenol hat so gut wie völlig versagt.

b) Erfahrungen bei der praktischen Bekämpfung.

Betrachtet man die obige Tabelle daraufhin, welche Mittel nun tatsächlich für die Bekämpfung des Hausbocks geeignet sind, so ist das Ergebnis recht unbefriedigend. Der größte Teil der Mittel hat einen so geringen Erfolg, daß eine wirksame Bekämpfung damit kaum möglich erscheint. Nun sind die Erfahrungen der Praxis aber nicht so schlecht, wie man nach den Laboratoriumsprüfungen annehmen könnte. Einige der oben aufgezählten Stoffe mit einem sehr kleinen direkten Abtötungserfolg sind mit durchaus befriedigendem Ergebnis in vielen Fällen angewendet worden (Kaufmann 1938).

Es bleibt also zu erklären, worauf das unterschiedliche Verhalten bei den Laboratoriumsprüfungen und den praktischen Erfahrungen beruht, und es ist die Frage aufzuwerfen, ob die Prüfung nicht vielleicht doch eine übertriebene Anforderung an die Mittel stellt. Zunächst wird der gute „Erfolg“ in der Praxis oft einfach dadurch zustande gekommen

Tabelle 2. Prüfung der Bekämpfungswirkung von
Hausbockmitteln auf Larven in Bauholzklotzen
(Gesamtergebnis).

Lfd. Nr.	Mittel ¹⁾	Tote Larven in % der wieder- gefundenen
	Art	
1	Organisches Mittel auf Teerölbasis	86
2	Organisches Mittel auf Basis chlorierter Kohlen- wasserstoffe	76
3	Fluorhaltiges Salz	68
4	Organisches Mittel auf Teerölbasis	64
5	Organisches Mittel auf Basis chlorierter Kohlen- wasserstoffe	61
6	desgl.	50
7	desgl.	50
8	Organisches Mittel leichtflüssiges Öl	50
9	Organisches Mittel auf Basis chlorierter Kohlen- wasserstoffe	47
10	Organisches Mittel auf Teerölbasis	40
11	Organisches Mittel auf Basis chlorierter Kohlen- wasserstoffe	34
12	Organisches Mittel auf Teerölbasis	30
13	desgl.	24
14	Zinksilikofluoridhaltig	24
15	Fluorhaltiges, gemischt organ.-anorgan. Mittel	21
16	Fluordinitrophenolverbindung	20
17	Zinksilikofluoridhaltig	15
18	Fluorhaltiges Salz	14
19	Zinksilikofluoridhaltig	10
20	desgl.	9
21	desgl.	7
22	Organisches leichtflüssiges Mittel	7
23	Zinksilikofluoridhaltig	6
24	Organisches Mittel auf Basis chlorierter Kohlen- wasserstoffe	4
25	Zinksilikofluoridhaltig	4
26	Borsäure	0

¹⁾ Es sind in dieser Tabelle auch Mittel enthalten, die trotz guter biologischer Wirksamkeit aus anderen Gründen nicht in Frage kommen, so daß nicht alle hier aufgezählten Mittel wirklich zur Verfügung stehen.

sein, daß zur Zeit der Behandlung der Befall schon völlig oder doch nahezu völlig erloschen war (Schuch 1939). Aber auch dort, wo noch lebende Tiere in größerer Zahl vorhanden sind, liegen doch insofern andere Verhältnisse vor, als die Versuchsklötze viel weniger Bohrgänge enthalten. In der Praxis sind die Balken im allgemeinen schon so weit zerstört, daß eine Abbeilung der äußeren Zonen notwendig ist.¹⁾ Bei dieser Abbeilung wird unter Umständen schon der größte Teil der Larven vernichtet.

Die folgende Tabelle gibt für eine Reihe von Balkenstücken aus stark zerstörten Häusern an, wieviele Tiere in der Zone saßen, die beim Abbeilen weggefallen wäre.

Tabelle 3. Verteilung der Larven in Holzbalken auf die mehr oder weniger zerstörten Teile. Stärke der Balken 12 mal 12 (bis 13) cm.

Unters. Balkenstücke		Tiefe der Zerstörung	Gesamtzahl d. gef. Larven	In der abzubeil. Zone gef. Larven
Länge	Alter			
30 cm	11 J.	2—3 cm	13	9
15 "	"	2 "	8	6
15 "	"	2 "	4	4
10 "	25 J.	3 "	9	5
10 "	"	3 "	11	8
10 "	35 J.	3—4 "	14	10
10 "	"	1,5 "	31	26
10 "	"	2—3 "	15	12
10 "	"	3 "	47	46 Splint voll. zerst.
		Summe	152	126 = 83 %

Der Teil der Larven, der schon durch das Abbeilen entfernt wird ist also in der Regel sehr hoch, so daß der Bekämpfungserfolg zur Hauptsache gar nicht auf der Wirkung des Mittels beruht. Andererseits gibt es aber auch Fälle, in denen kaum eine Abbeilung notwendig ist, weil der Befall noch jung und die Zerstörung gering ist, in denen aber trotzdem sehr viele Larven im Holz sitzen. Um auch diese Fälle sicher behandeln zu können, dürfen die an die Mittel zu stellenden Anforderungen nicht zu gering sein. Außerdem muß damit gerechnet werden, daß die Abbeilung nicht immer sehr sorgfältig geschieht.

Zusammenfassend wird man etwa sagen können: Mittel, die bei der etwas scharfen Prüfungsmethode 50 % der Tiere abtöten, zeigen in der

¹⁾ Eine noch weitere Ausgleichung der Prüfung an die Verhältnisse der Praxis durch Verwendung stärker zerstörter Balkenstücke stößt wegen des ungleichmäßigen Larvenbesatzes solcher Balken auf große Schwierigkeiten.

Praxis schon recht gute Erfolge. Selbst bei Mitteln mit einem Abtötungserfolg von etwa 30 % ist bei genügend sorgfältiger Arbeit mit einem ausreichenden Erfolg der Bekämpfung zu rechnen. Eine endgültige Entscheidung darüber kann allerdings nur die Erfahrung in der Praxis selbst bringen. In einigen Fällen liegen bereits zufriedenstellende Erfahrungen vor, so daß für die Bekämpfung des Hausbocks zur Zeit mehrere durchaus branchbare Mittel zur Verfügung stehen, gegen die auch keine Bedenken anderer Art erhoben werden können.¹⁾ Die wegen ihrer Geruchlosigkeit besonders vorteilhaften wässerigen Salzlösungen sind in der Wirkung allerdings wenig befriedigend.

II. Die Ermittlung absoluter Giftwertzahlen.

a) Die Giftresistenz der Hausbock-Larven.

Während man bei den Eilarven ein einigermaßen gleichmäßiges Tiermaterial vor sich hat, ist dies bei den älteren Larven durchaus nicht der Fall. Selbst gewichtsgleiche Tiere können im Alter um Jahre verschieden sein und sich auch in einem verschiedenen Larvenstadium befinden. Es ist daher zu prüfen, wie stark die Versuchsergebnisse durch Unterschiede im Tiermaterial beeinflusst werden können. Besonders wichtig ist die Frage, ob Larven, die mit Hilfe von Nährstoffzusatz beschleunigt herangezogen worden sind (Becker 1938 und Gößwald 1939), ein anderes Verhalten zeigen, als in befallenen Balkenstücken gefundene Tiere. Aus den Klotzversuchen ergab sich kein Anhaltspunkt dafür, daß die Larven aus eigener Zucht eine Abweichung vom normalen Verhalten zeigen. Da die Larven dabei aber nicht alle in gleicher Weise mit dem Gift in Berührung kommen, kann man sich über ihre Giftresistenz noch kein ausreichendes Urteil bilden. Man muß dazu in anderer Weise vorgehen. Am vorteilhaftesten erscheint die Bestimmung der Grenz- oder Hemmungswerte in der bei der mykologischen Prüfung von Holzschutzmitteln üblichen Weise. Gleichzeitig erhält man dabei auch Giftwertzahlen, die vielleicht zur Beurteilung geeignet sind.

Bei Pilzen wird als Hemmungswert diejenige Konzentration bezeichnet, bei der ein Angriff des Holzes durch den Pilz nicht mehr stattfindet, d. h. bei welcher der Pilz sich nicht mehr aus dem Holz zu ernähren vermag, weil er zu viel vergiftete Substanz mit aufnehmen würde. Sinngemäß ist für Insekten diejenige Konzentration als Hemmungswert zu bezeichnen, bei der ein Leben auf die Dauer, d. h. ein Wachstum, nicht mehr möglich ist. Bei allen in den folgenden Versuchen als „lebend wiedergefunden“ bezeichneten Tieren hatte eine deutliche Gewichtszunahme stattgefunden.

Der Hemmungswert für Natriumfluorid auf Hausbocklarven liegt immer bei 0,1 % und ist demnach unabhängig vom Alter oder Vorleben.

¹⁾ Eine Nennung der Mittel erfolgt im Vorratsschutzmittelverzeichnis des amtlichen Pflanzenschutzdienstes.

Tabelle 4. Bestimmung des Hemmungswertes von Natriumfluorid für Hausbocklarven verschiedener Herkunft.

Kiefernspiltholzklötzchen von $1,5 \times 2,5 \times 5$ cm, im Vakuum getränkt. Die Aufnahme war gleichmäßig und entspricht an fester Substanz etwa 0,5 kg/cbm für eine 0,1 %ige Lösung. Temperatur 28°, Luftfeuchtigkeit 76 %.

Versuchsdauer 2 Monate.

Vorleben der Larven	Konzentration des Mittels	Anzahl der eingesandten Larven	lebend wiedergefundene Larven	Hemmungswert
Eilarven	0,06	5	2	0,1 %
Gew. 0,23 mg	0,1	5	—	
	0,18	5	—	
	0,32	5	—	
Aus Bauholz aus- gebaute Larven.	0,06	3	3	0,1 %
Gew. 32—47 mg	0,1	3	1	
	0,18	3	—	
	0,32	3	—	
Aus Eilarven in Fichtenholz her- angez. 4 Mon. alt.	0,06	3	2	0,1 %
Gew. 6—9 mg	0,1	3	—	
	0,18	3	—	
	0,32	3	—	
In mit 1 % Diast. getr. Holz heran- gezog. 5 Mon. alt.	0,06	4	4	0,1 %
Gew. 13—17 mg	0,1	4	2	
	0,18	4	—	
	0,32	4	—	
In mit 1 % Pepton getr. Holz heran- gezog. 5 Mon. alt.	0,06	4	3	0,1 %
Gew. 7—11 mg	0,1	4	1	
	0,18	4	—	
	0,32	4	—	

der Tiere.¹⁾ Damit fällt ein wichtiger Unsicherheitsfaktor aus. Gegen die Verwendung von solchen Larven für die Mittelprüfung, die unter Nährstoffzusatz herangezogen wurden, kann daher nichts eingewendet werden. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit den bei Ernährungsversuchen gemachten Feststellungen. Hier ergab sich ein erstaunlich gesetzmäßiges Verhalten der Tiere ohne Rücksicht auf deren Vorleben (Schuch 1937). Dies ist am einfachsten durch die Tatsache zu erklären, daß die Tiere immer an sehr große Schwankungen im Wert ihrer Nahrung angepaßt sein müssen. Die erhaltenen Hemmungswerte liegen in der Größenordnung der bei Pilzen üblichen Werte, z. B. ist der Hemmungswert von Natriumfluorid für Coniophora etwa 0,5/cbm.

b) Die Bedeutung der Hemmungswerte für die praktische Beurteilung.

Nachdem die Versuche beim Natriumfluorid zu überraschend ein-

¹⁾ Dagegen ist anzunehmen, daß er vom Nahrungswert des Holzes etwas abhängig ist, so daß eine geringe Verschiebung bei Anwendung anderen Holzes eintreten kann.

deutigen Ergebnissen geführt hatten, erschien es lohnend, auch von einer Reihe anderer Stoffe die Hemmungswerte zu bestimmen. Dies geschah ganz in der gleichen Weise wie oben und mit den entsprechenden Konzentrationsabstufungen. Eine Zusammenstellung der Hemmungswerte der untersuchten Stoffe gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 5. Hemmungswerte verschiedener Stoffe für Hausbock-Eilarven

Giftstoff	Hemmungswert in ‰	Substanzverbrauch kg/cbm
Sublimat	0,06	0,3
Mittel Nr. 23 (Tab. 2)	0,06	0,3
Natriumfluorid	0,1	0,5
Mittel Nr. 25 (Tab. 2)	0,1	0,5
Bariumchlorid	0,1	0,5
Borsäure	0,1	0,5
Arsen. Säure	über 0,32	über 1,6
Kupfersulfat	0,32	1,6
Schwefelsäure	0,6	3,0
Mittel Nr. 6 (Tab. 2)	0,6	—

Versuchen wir nun, diese Zahlen mit den früher geschilderten Erfahrungen bei den Bekämpfungsversuchen in Beziehung zu setzen. Die Eindringtiefe wässriger Salzlösungen beträgt erfahrungsgemäß nur wenige mm, die aufgenommenen Mengen bei zweimaligem Spritzen einige hundert Gramm je qm. Für die Berechnung kann man als ungefähre Mittelwerte eine Eindringtiefe von 2,5 mm, eine aufgenommene Menge von 250 g/qm und eine Gebrauchskonzentration der Lösung von 10 ‰ zugrunde legen. Dieser Wert besagt also, daß sich in den äußersten Holzzonen 10 kg Schutzstoff je cbm befinden. Das ist z. B. für die Fluorsalze das zwanzigfache dessen, was die Tiere auf die Dauer vertragen können. Es ergibt sich also eindeutig, daß die Giftigkeit dieser Stoffe bei weitem ausreichen würde, daß sie aber infolge der geringen Eindringtiefe gegen ältere Larven nicht zur Wirkung kommen können. Angesichts dieser Tatsache spielt es für die Wirksamkeit eines Mittels keine Rolle, ob der Hemmungswert z. B. 0,6 ‰ oder 0,06 ‰ beträgt, da auch bei ersterem die Giftigkeit immer noch ein Vielfaches von dem beträgt, was notwendig ist. Es können daher aus diesen Hemmungswerten solange keine Schlüsse auf die Wirksamkeit des Mittels gezogen werden, als man nicht wesentlich schwächer wirkende Stoffe zum Vergleich heranzieht.

c) Hemmungswerte bei zeitlicher Begrenzung der Versuchsdauer.

In noch anderer Weise sind Becker und Schulze (1940) vorgegangen. Sie arbeiten ebenfalls mit Volltränkung des Holzes und abgestuften Konzentrationen, bestimmen aber nicht, welche Konzentration die Tiere auf die Dauer, sondern welche sie für einen bestimmten, beliebig gewählten Zeitabschnitt vertragen können (1 Monat, 3 Monate). Auch die als lebend bezeichneten Tiere waren, wie aus der Beschreibung hervorgeht, stark geschwächt und würden bei längerer Fortsetzung des Versuchs eingehen. Man erfaßt dabei also nicht so sehr die verschiedene Stärke der Giftwirkung, sondern vielmehr die Geschwindigkeit, mit der sie eintritt. Die auf diese Weise erhaltenen außerordentlich hohen Hemmungswerte sind geeignet, zu ganz irrigen Vorstellungen zu führen. So würde man geneigt sein, im Vergleich zu holzerstörenden Pilzen die Resistenz des Hausbocks als eine sehr große zu bezeichnen. Das entspricht aber nicht den Tatsachen.

Auch die Schlußfolgerung von Becker und Schulze, daß ältere Larven eine größere Giftresistenz besitzen, ist nur dadurch zu verstehen, daß die verschiedene Geschwindigkeit der Wirkung erfaßt worden ist.¹⁾ Die älteren Tiere können tatsächlich keine größere Menge Giftstoff in ihrer Nahrung vertragen. Da sie aber länger ohne (oder unter stark herabgesetzter) Nahrungsaufnahme leben können, tritt auch die schädliche Wirkung entsprechend später ein.

Die auf diese Weise erhaltenen Hemmungswerte müssen um so höher sein, je kürzer die Laufzeit der Versuche ist. Da diese ganz willkürlich gewählt worden ist, und teilweise so kurz, daß die Tiere die ganze Zeit über hungern konnten, so entbehren die Werte jeder zuverlässigen theoretischen Begründung.²⁾

Trotzdem ist die Möglichkeit, daß die Reihenfolge, d. h. die Werteskala der einzelnen Stoffe, der praktischen Bewährung parallel geht, nicht von der Hand zu weisen. Es werden nämlich infolge der hohen Konzentrationen auch die Kontakt- und Atemgiftwirkung mit erfaßt und Stoffe mit solcher Wirkung schaffen eine besonders günstige Wertzahl. Bei den reinen Fraßgiften müssen diejenigen die besten Giftwertzahlen erhalten, von denen die Tiere am meisten

¹⁾ Dies bezieht sich nur auf die Fraßgiftwirkung. Bei der Kontaktgiftwirkung ist mit der Möglichkeit einer wirklich größeren Resistenz der älteren Larven zu rechnen.

²⁾ Selbstverständlich ist auch die gleichzeitige Variation von Konzentration und Zeit zur Erfassung des Giftwertes möglich. Es ist dann aber notwendig, nach einer geeigneten Formel aus beiden Faktoren die Giftwertzahl zu berechnen (Stellwaag 1929, 1930, 1931). Wenn sie in kg/cbm ausgedrückt wird, so ist die Zeit darin nicht enthalten, obwohl sie eine wichtige Rolle spielt.

fressen, d. h. deren Vorhandensein sie am wenigsten bemerken (vgl. 1. Abschn.). Beide Faktoren dürften sich so auswirken, daß wirksame Stoffe auch günstige Giftwertzahlen erhalten.

Ob eine solche Parallele zur praktischen Bewährung aber tatsächlich besteht, müßte zunächst einmal bewiesen werden, ehe aus den Werten Schlüsse gezogen werden können. Vor allem wäre zu prüfen, ob die Parallele in allen Fällen stimmt, und durch Vergleich mit anderen Prüfungsmethoden festzustellen, von welcher Giftwertzahl an die Wirkung als ausreichend zu gelten hat.

III. Die vorbeugende Wirkung von Hausbockmitteln.

a) Vergleich der Vorbeugungswirkung mit den Hemmungswerten.

Wie oben gezeigt, kann aus den Hemmungswerten nicht viel auf die Eignung der betreffenden Stoffe als Bekämpfungsmittel geschlossen werden, weil die im Holzinne sitzenden Larven gar nicht mit dem Stoff in Berührung kommen. Größer ist schon die Aussicht, auf die vorbeugende Wirkung Schlußfolgerungen ziehen zu können, weil dabei die jungen Larven sich durch eine vergiftete Schicht hindurchfressen müssen. Betrachten wir zunächst die Ergebnisse der vorbeugenden Wirkung an einigen einfachen chemischen Stoffen.

Tabelle 6. Prüfung der vorbeugenden Wirkung verschiedener Stoffe gegen Hausbock-Eilarven. Kiefernspinnholzklötze von $5 \times 5 \times 15$ cm. Behandlung: 2 maliges Eintauchen von je 5 Sekunden Dauer. Die Tiere wurden in Rillen gelegt, die vor dem Tauchen angebracht waren, so daß sie sich durch die vergiftete Schicht hindurchfressen mußten.

Giftstoff	Zahl der angesetzten Larven	Lebend im Innern wiedergefundene Larven
5 % Sublimat	20	—
5 % Bariumchlorid	20	—
5 % Natriumfluorid	20	—
5 % Mittel Nr. 25 (Tab. 2)	20	2
5 % Borsäure	20	—
5 % Kupfersulfat	20	—
5 % Schwefelsäure	20	2
Mittel Nr. 23 (Tab. 2)	20	1
2 % Natriumoxalat	20	8
1 % Arsen. Säure	20	3
Kontrolle	20	15

Ausreichende Giftigkeit, um eine genügende Vorbeugungswirkung auszuüben, haben also eine ganze Reihe von einfachen Stoffen, und zwar

schon in Konzentrationen, die niedriger sind, als bei den üblichen Handelsmitteln. Ein systematischer Vergleich mit den früher angegebenen Hemmungswerten (Tab. 5) liegt nicht vor, da bei den Vorbeugungsversuchen nicht mit abgestuften Konzentrationen gearbeitet wurde. An dem Beispiel des Mittels Nr. 23 und Nr. 25 (Tab. 2) ist aber zu ersehen, daß trotz eines sehr niedrigen, d. h. günstigen Hemmungswertes die vorbeugende Wirkung nicht ausreichend zu sein braucht.

Es ist deshalb am besten, mit abgestuften Konzentrationen im Eintauchverfahren zu arbeiten, da dies nicht umständlicher ist, als mit Volltränkung und man auf diese Weise direkt feststellt, welche Konzentration notwendig ist, um Hausbockbefall zu verhindern. Besonders wichtig dürfte dies sein, wenn Feuerschutzmittel durch geringe Zusätze Vorbeugungswert gegen Hausbock bekommen sollen.

Wie nach diesen Befunden nicht anders zu erwarten, zeigte der größte Teil der geprüften Handelsmittel ausreichende vorbeugende Wirkung, d. h. es gelang keiner der angesetzten Eilarven, lebend ins ungeschützte Innere des Holzes zu kommen. Nicht ausreichend oder nicht ganz ausreichend war sie bei folgenden Mitteln:

Tabelle 7. Prüfung der Vorbeugungswirkung von Hausbockmitteln.

Mittel Nr. (Tab. 2)	Anteil der lebend ins Innere gelangten Larv.
1—16	—
17	1 %
18—19	—
20	2,5 %
21	4 %
22	25 %
23	7 %
24	10 %
25—26	7 %

Die in der Bekämpfungswirkung guten Mittel haben durchweg auch eine gute vorbeugende Wirkung gehabt. Erst bei den am Ende der Tabelle 2 stehenden wenig wirksamen Mitteln läßt auch die Vorbeugungswirkung gelegentlich zu wünschen übrig, wie aus der rechten Seite der Tabelle 7 ersichtlich ist. Es war auch in der Art der Wirksamkeit eine deutliche Abstufung zu beobachten, indem bei den guten Bekämpfungsmitteln die Tiere im Vorbeugungsversuch zugrunde gingen, ohne viel zu bohren. Bei den wenig wirksamen Bekämpfungsmitteln handelt es sich meistens um reine Fraßgifte, bei denen die Tiere im Vorbeugungsversuch erst nach längerem Bohren zugrunde gehen. So ergibt sich aus der verschiedenen Bohrtätigkeit der Tiere eine Abstufung der Mittel, die eine

deutliche Parallele zur Bekämpfungswirkung (Tab. 2) erkennen läßt. Für die Beurteilung der Vorbeugungswirkung selbst spielt es aber keine Rolle, ob die Tiere sofort oder erst nach längerem Bohren eingehen. Bei einigen Mitteln liegt bereits eine mehrjährige Erfahrung darüber vor, ob die vorbeugende Wirkung für längere Zeit erhalten bleibt. Bis jetzt hat sich weder bei organischen, noch bei anorganischen Mitteln ein Nachlassen der Wirkung gezeigt. Selbstverständlich muß diese Frage bei Mitteln, die flüchtige Bestandteile enthalten, weiter verfolgt werden.

IV. Folgerungen für die Praxis.

Als Hausbockmittel mit ausreichender Bekämpfungswirkung und gleichzeitig guter vorbeugender Wirksamkeit haben sich bisher nur organische Mittel bewährt. Die anorganischen, wasserlöslichen Salze hatten zum größten Teil wohl eine ausreichende vorbeugende, infolge der geringen Eindringungstiefe jedoch nur eine schwache abtötende Wirkung. Die Geruchlosigkeit und der niedrigere Preis der letzteren sind aber so wesentliche Vorteile, daß die Frage auftaucht, ob man solche Mittel für die vorbeugende Schutzbehandlung in Neubauten empfehlen soll. Dem stehen nun Bedenken gegenüber, die doch zur Vorsicht mahnen. Einmal kann das Holz bereits beim Einbau infiziert sein, vor allem werden aber durch die Rißbildung nachträglich ungeschützte Stellen freigelegt, und gerade an diesen Stellen findet die Eiablage statt. Die auf diese Weise ins Holz kommenden jungen Larven entwickeln sich dann aber praktisch genau so gut, als wenn keine Behandlung stattgefunden hätte. Es bleibt deshalb immer sicherer, Mittel anzuwenden, die etwas tiefer ins Holz eindringen, als es bei wasserlöslichen Salzen im allgemeinen der Fall ist. Gelingt es, durch Zusatz von Netzmitteln die Eindringtiefe zu verbessern, oder die Stoffe durch Anwendung organischer, leicht flüchtiger Lösungsmittel, an Stelle von Wasser, tiefer ins Holz zu bringen, so versprechen auch die anorganischen Fraßgifte sehr gute Erfolge.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Prüfung der Bekämpfungswirkung von Hausbockmitteln geschieht am besten durch Einsetzen von Larven in Holzklötze von Bauholzstärke und nachträgliche Behandlung mit dem Mittel, weil man auf diese Weise die verschiedenen für die Wirkung in Frage kommenden Faktoren gleichzeitig erfaßt. Die Prüfungsmethode stellt gegenüber den Erfordernissen der Praxis etwas zu scharfe Bedingungen. Sie können aber durch Herabsetzung der Ansprüche an den Erfolg ausgeglichen werden. Unter den organischen Mitteln stehen mehrere durchaus brauchbare für die Praxis zur Verfügung.
2. Bei der Bestimmung absoluter Giftwertzahlen in Versuchen mit abgestuften Konzentrationen muß man sich darüber klar sein, daß diese Werte von der Definition der Versuchsbedingungen abhängen. Schlußfolgerungen

aus solchen Werten sind erst zulässig, wenn der Beweis für eine klare Parallele zu der praktischen Bewährung der Mittel geführt worden ist. Angesichts der verhältnismäßig kleinen Giftmengen, die eine Entwicklung der Tiere verhindern, muß ihre Giftresistenz als ziemlich gering bezeichnet werden. Sie ist vom Alter und Vorleben der Tiere weitgehend unabhängig.

3. Mittel mit ausreichender vorbeugender Wirkung sind in großer Zahl bekannt. Meist dürfte sogar eine Herabsetzung der bisher üblichen Konzentrationen möglich sein. Alle guten Bekämpfungsmittel besaßen auch gute vorbeugende Wirkung. Mit einem raschen Nachlassen der Wirkung ist, soweit die bisherigen Erfahrungen reichen, nicht zu rechnen. Es bleibt aber bei vorbeugendem Schutz frisch verbauten Holzes die Gefahr bestehen, daß durch die Rißbildung nachträglich ungeschützte Stellen freigelegt werden, und die Tiere dadurch doch ins Holz kommen können.

Literatur.

- Becker, G., Zur Ernährungsphysiologie der Hausbockkäferlarven. Naturwissenschaften, 26, 462—463, 1938.
- Becker, G. & Schulze, B., Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln. Wissensch. Abh. deutsch. Materialprüfungsanstalten, I. Folge, H. 5, p. 21—30, 1940.
- Gößwald, K., Richtlinien zur beschleunigten Heranzucht von Larven des Hausbocks *Hylotrupes bajulus* L. Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd., 19, 17—19, 1939.
- Kaufmann, O., Bewertung der insektiziden Holzschutzmittel auf Grund der Großversuche. Arb. physiol. angew. Ent., 5, 342—347, 1938.
- Schuch, K., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Larve des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). Ztschr. angew. Ent., 23, 547—558, 1937.
- Über die Methodik und Ergebnisse der Prüfung von insektiziden Holzschutzmitteln im Laboratorium. Arb. physiol. angew. Ent., 5, 300—305, 1938.
 - Zur Hausbockkäferbekämpfung. Holz als Roh- u. Werkstoff, 2, 235—238, 1939.
- Schulze, B. & Becker, G., Die Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln mittels *Anobium punctatum* De Geer (= *A. striatum* Oliv.) als Versuchstier. Holz als Roh- u. Werkstoff, 1, 382—384, 1938.
- Stellwaag, F., Giftigkeit und Giftwert der Insecticide. I. Teil. Anz. Schädlingssk., 5, 101—107, 1929. II. Teil. Ebenda, 6, 37—42, 1930. III. Teil. Ebenda, p. 64—68. VI. Teil. Ztschr. angew. Ent., 18, 113—132, 1931. VII. Teil. Ebenda, p. 698—725.
- Trappmann, W., Richtlinien für die amtliche Prüfung von Mitteln gegen den Hausbockkäfer. Mitt. Biol. Reichsanst., H. 55, p. 171—174, 1937.