

# Überprüfung der notwendigen Holzschutzmittelmenge zum Schutz gegen Insekten

**T 2123**

T 2123

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00  
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft

Institut für Holzbiologie und Holzschutz

Institut für Holzbiologie, Leuschnerstraße 91, 2050 Hamburg 80

An die  
Entwicklungsgemeinschaft Holzbau  
Schwanthalerstr. 79

8000 München 2

2050 Hamburg 80, den 23. Nov. 1988

Leuschnerstraße 91

Postfach 80 02 10

Fernruf: (040) 7 39 62-1

Durchwahl: 7 39 62-280

Bahnstation: Hamburg-Bergedorf

Zeichen: Wi/Sz 770/88

## Abschlußbericht

zu dem Forschungsvorhaben E ~~85/15~~ 84/15

### **Überprüfung der notwendigen Holzschutzmittelmengen zum Schutz gegen Insekten**

Berichtersteller:

Dir. und Prof. Dr. H. Willeitner

## Inhalt

	Seite
1. Aufgabenstellung	3
2. Überlegungen zu den anzuwendenden Wirkstoffmengen	4
3. Versuchsdurchführung	7
3.1 Holzschutzmittel	7
3.2 Versuche mit Normproben	8
3.3 Versuche mit Dachlatten	12
3.4 Versuchsüberblick	14
4. Versuchsergebnisse	16
5. Bewertung	28
6. Zusammenfassung	29

## Überprüfung der notwendigen Holzschutzmittelmengen zum Schutz gegen Insekten

### 1. Aufgabenstellung

Aufgabe des vorliegenden Forschungsvorhabens war es, Grundlagen dafür zu erarbeiten, inwieweit zur Erzielung ausreichender Wirkstoffmengen im Holz eine Verminderung der Einbringmengen von insektizid ausgerüsteten Holzschutzmitteln in der Praxis möglich ist, wenn die Präparate einen erhöhten Wirkstoffgehalt aufweisen, mit dem Ziel

den aus Sicherheitsgründen minimal vertretbaren Giftwert für insektiziden Holzschutz, unter Würdigung eines gewissen Restrisikos, festzulegen.

Die Forderung der Praxis nach verminderten Einbringmengen ergibt sich aus den Schwierigkeiten, bei gehobeltem Holz die üblicherweise für Präparate mit ausschließlich insektizider Wirkung geforderten Einbringmengen von  $120 \text{ ml/m}^2$  in einem Arbeitsgang zu erzielen. Die angestrebten Mengen liegen in einer Größenordnung von  $60 \text{ ml/m}^2$ .

Ausgangspunkt der Arbeit sollten theoretische Überlegungen über anzuwendende Wirkstoffkonzentrationen in Abhängigkeit von verschiedenen Einbringmengen sein. In experimentellen Untersuchungen sollte anschließend die Wirksamkeit bei verschiedenen Kombinationen von Wirkstoffkonzentrationen und Einbringmengen an Normproben sowie an größeren, ebenfalls gehobelten Proben erfolgen.

Langzeitversuche waren nicht Gegenstand des vorliegenden Forschungsvorhabens, sollten jedoch bei positivem Ausgang der Untersuchungen mit entsprechend geringen Konzentrationen angesetzt und für eine spätere Weiterbearbeitung vorgesehen werden.

Die Untersuchungen sollten an Kiefern(splint)holz- und Fichten(splint)holz-Proben mit den Wirkstoffen Lindan, als langjährig bewährtem Wirkstoff mit umfangreichen Erfahrungen, und Permethrin, als zukunftsorientiertem Wirkstoff, erfolgen. Um den Versuchsaufwand in vertretbaren Grenzen zu halten,

sollten durch Auswahl charakteristischer Kombinationen aus der Vielzahl der möglichen Einflußgrößen diejenigen erfaßt werden, die eine bestmögliche Aussage erwarten lassen. Grundsätzlich war es nicht Aufgabe des Vorhabens, die bereits bekannten Daten über Giftwerte nach EN 47 bzw. die Wirksamkeit im EN 46-Versuch nachzuarbeiten sondern gezielt die Grenzbedingungen für einen Einsatz von Iv-Präparaten in der Praxis zu ermitteln. Aus diesem Grunde waren die Versuche, abweichend von den Normvorschriften, überwiegend an Fichtenholz vorzunehmen. Auch Lösemittel (Testbenzin K 60), bindemittelhaltige Varianten der Lindanformulierungen und handelsübliche Ausgangssubstanzen für die im Labor herzustellenden "Schutzmittel" waren weitgehend Praxisbedingungen anzupassen.

## **2. Überlegungen zu den anzuwendenden Wirkstoffkonzentrationen**

**2.1** Im ersten Überlegungsschritt wurde von den Giftwerten der Wirkstoffe als Maß für ihre Wirksamkeit ausgegangen und hieraus eine theoretische Basis für den Einfluß von Auftragsmenge und Tiefenverteilung auf die erforderliche Wirkstoffkonzentration abgeleitet.

Für Lindan und Permethrin werden im Schrifttum Giftwerte gegen Hausbock-Larven (*Hylotrupes bajulus*) in gleicher Größenordnung angeführt, die innerhalb eines Wirkstoffes um eine Zehnerpotenz schwanken (z.B. Zusammenstellungen von Giftwerten durch H. Becker 1982/1983 und 1985). Wird ein mittlerer Wert von  $1 \text{ g/m}^3$  zugrunde gelegt und werden ferner verschiedene Eindringtiefen des Präparates vorausgesetzt, ergeben sich für Normproben der Größe  $1,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ , die in Tabelle 1 aufgeführten Einbringmengen. Um diese zu erzielen, wären die in Tabelle 2 angeführten Mindestkonzentrationen erforderlich.

**2.2** Eine an der Praxis orientierte zweite Überlegung, Anhaltspunkte für die bei extrem geringen Auftragsmengen erforderlichen Wirkstoffkonzentrationen zu erhalten, geht von den in Präparaten mit Prüfzeichen enthaltenen Wirkstoffmengen aus (Tabelle 3). Die in derartigen Präparaten z.T. beachtli-

---

Becker, H. 1982/1983: Fungizide und Insektizide für lösemittelhaltige Holzschutzmittel. Seifen-Öle-Fette-Wachse 108: 631-634 und 109: 49-52

Becker, H. 1985: Synthetische Pyrethroide - eine neue Gruppe von Holzschutz-Insektiziden. Seifen-Öle-Fette-Wachse 111: 617-619 und 649-652

Tabelle 1: Notwendige Einbringmengen bei Normproben\* zur Erzielung einer Wirkstoffdichte von 1 g/m<sup>3</sup> bei verschiedenen Eindringtiefen

Eindring- tiefe	imprägniertes Volumen	Wirkstoff- menge
1	1,25	0,00125
2	2,50	0,00250
3	3,75	0,00375
5	6,25	0,00625

\*Einbringfläche 2,5 cm x 5,0 cm = 12,5 cm<sup>2</sup>

Tabelle 2: Erforderliche Lösungskonzentrationen zur Erzielung der in Tabelle 1 genannten Wirkstoffmengen bei verschiedenen Einbringmengen\* bei Normproben

Wirkstoff- menge	Aufbringmenge					
	100 g/m <sup>2</sup>		60 g/m <sup>2</sup>		40 g/m <sup>2</sup>	
	Menge	Konz.	Menge	Konz.	Menge	Konz.
mg	g	‰	g	‰	g	‰
0,00125	0,125	0,001	0,075	0,0017	0,05	0,0025
0,00250	0,125	0,002	0,075	0,0033	0,05	0,0050
0,00375	0,125	0,003	0,075	0,0050	0,05	0,0075
0,00625	0,125	0,005	0,075	0,0083	0,05	0,0125

\*Einbringfläche 2,5 cm x 5,0 cm = 12,5 cm<sup>2</sup>

chen Unterschiede in der Wirkstoffkonzentration konnten dabei nur näherungsweise berücksichtigt werden.

Die in Tabelle 3 enthaltenen Werte sind um zwei Zehnerpotenzen höher als bei reiner Erfüllung der Giftwerte. Ferner liegen die Dosierungen für Lindan in etwa um den Faktor 3 über denen für Permethrin.

Tabelle 3: Theoretisch erforderliche Wirkstoffkonzentrationen zur Erzielung gleicher Wirkstoffmengen je behandelte Oberfläche bei unterschiedlichen Auftragsmengen im Vergleich zur Normmenge 250 ml/m<sup>2</sup> (I) bzw. zur reduzierten Menge 120 ml/m<sup>2</sup> (II)

Auftrags- menge ml/m <sup>2</sup>	Wirkstoffkonzentration ‰			
	Lindan		Permethrin	
	A	B	A	B
	I			
250	0,30	0,50	0,10	0,15
120	0,63	1,04	0,21	0,31
100	0,75	1,25	0,25	0,38
60	1,25	2,08	0,42	0,63
40	1,88	3,13	0,63	0,94
	II			
120	0,50		0,15	
100	0,60		0,18	
60	1,00		0,30	
40	1,50		0,45	

2.3 Die zu wählenden Wirkstoffmengen müssen die Werte der Tabelle 1 um ein Vielfaches übersteigen, wie dies auch Tabelle 3 belegt, da

- die Werte der Tabelle 1 nur für Hausbock gelten und für andere Organismen, insbesondere Anobien, höhere Mengen erforderlich sein können bzw. sind
- die Giftwerte eine Wirksamkeitsgrenze ohne jegliche Sicherheitsmarge darstellen
- in der Praxis keine derart gleichmäßige Behandlung erfolgen kann, wie im Labor
- in der Praxis von einer Behandlung von großformatigem Holz mit Oberflächenverfahren auszugehen ist, wobei ein Wirkstoffabfall in tieferen Holzschichten vorliegt, im Gegensatz zu einer vollständigen Durchtränkung kleiner Proben, wie sie zur Giftwertermittlung eingesetzt werden



- die der Tabelle 1 zugrundeliegenden Giftwerte ohne Alterungsbeanspruchung der Proben ermittelt wurden, während in der Praxis eine Langzeitwirkung erforderlich ist.

Aus vorstehenden Überlegungen folgert, daß die für die Versuche zu wählenden Wirkstoffkonzentrationen die Werte der Tabelle 2 erheblich übersteigen müssen. Fraglich ist der Faktor, der zugrunde zu legen ist, um Grenzbedingungen annähernd praxismäßig zu erfassen:

- Mit abnehmender Auftragsmenge ist auch eine abnehmende Eindringtiefe zu erwarten, so daß im durchtränkten Bereich eine relativ größere Schutzmitteldichte vorliegt, als aufgrund einer reinen Faktorenrechnung (z.B.  $1/2$  Auftragsmenge =  $1/2$  Schutzmitteldichte) zu erwarten ist. Damit sind bei extrem geringen Auftragsmengen für gleiche Wirkstoffdichten geringere Konzentrationen erforderlich, als sich rein rechnerisch aus dem Verhältnis der Auftragsmengen ergibt.
- Für Fichte liegen die Eindringtiefen deutlich geringer als für Kiefer, so daß für gleiche Wirkstoffdichten im durchtränkten Bereich geringere Wirkstoffkonzentrationen ausreichen.

Für die erforderliche Wirkstoffdichte ist aber auch zu bedenken, daß bei geringeren Eindringtiefen der von Eilarven zu durchnagende Bereich kleiner ist, um zu nicht mehr geschützten Holzteilen zu gelangen. Um ausreichende Wirkung zu erzielen, müssen die Larven innerhalb des geschützten Bereiches genügend Wirkstoffe aufnehmen bzw. mit ausreichenden Wirkstoffmengen in Berührung kommen, um sicher abgetötet zu werden.

### **3. Versuchsdurchführung**

#### **3.1 Holzschutzmittel**

Für die Versuche wurden die Wirkstoffe Lindan und Permethrin 25/75 in Testbenzin K 60, Siedebereich 180...210°C gelöst.

Ferner wurde Lindan in einer "bindemittelhaltigen Formulierung" untersucht. Hierzu wurde anstelle von Testbenzin folgendes von der Firma Dr. Wolman GmbH zur Verfügung gestellte Versuchsprodukt verwendet:

aliph./arom. KW 180-220°C	93,5%
Leinölalkydharz 100% (ca. 60% Ölgehalt)	6 %
Additive (Sikkativ, Antihautmittel, Antigeliermittel)	0,5%

Aufgrund der Überlegungen gemäß Abschnitt 1 wurden die in den Tabellen 4 und 5 aufgeführten Konzentrationsreihen gewählt, mit unterschiedlichen Konzentrationen für die Holzarten Fichte und Kiefer und weitgehend vergleichbaren Wirkstoffmengen bei 40 und 60 g/m<sup>2</sup> Auftragsmenge. Die Konzentrationsreihen haben mit Ausnahme der geringsten Konzentration bei Fichte und der höchsten Konzentration bei Kiefer den Faktor 2.

Wie die Bezugswerte zu den in Tabelle 1 aufgeführten rein theoretischen Werten zeigen, ergeben die gewählten Konzentrationen eine Dosierung, die teils über, teils aber auch wesentlich unter derjenigen liegt, wie sie für Präparate mit Prüfzeichen gegeben ist (Tabelle 6).

### 3.2 Versuche mit Normproben

Kiefernspiltholzproben nach Normvorschrift sowie entsprechende Fichtenspiltholzproben, Format 1,5 cm x 2,5 cm x 5 cm lang; gesamte Durchführung mit Hausbock-Eilarven entsprechend EN 46 unter Berücksichtigung von Anhang A1 mit Ausnahme des Schutzmittelauftrags, der zur Erzielung einer gleichmäßigeren Verteilung durch Streichen unter Verwiegen der Klötzchen und nicht mit der Pipette erfolgte. Auftragsmenge 40 und 60 g/m<sup>2</sup>.

Im Rahmen der Auswertung wurde in den Fällen, in denen bei einer Konzentrationsstufe alle Larven bereits auf der behandelten Holzoberfläche tot waren, die Fläche sorgfältig unter dem Mikroskop auf evtl. Nagespuren abgesucht, um ein zusätzliches Bewertungskriterium zu erhalten.

Nachdem bei allen Versuchsserien sämtliche Larven bereits auf der behandelten Holzoberfläche tot waren, wurden die Klötzchen, soweit Eilarven zur Verfügung standen, unterschiedlich abgehobelt und erneut gemäß EN 46 mit Eilarven besetzt. Das Abhobeln erfolgte überwiegend 3-4 Wochen nach dem ersten Ansetzen von Larven auf der behandelten Oberfläche, maximal innerhalb von 8 Wochen.

Tabelle 4: Angewandte Wirkstoffkonzentrationen für Permethrin bei den Auftragsmengen 40 bzw. 60 g/m<sup>2</sup> und hierdurch erzielter Wirkstoffauftrag

Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konzentration		Wirkstoffmenge		Faktor** bei	
	Fichte %	Kiefer %	g/m <sup>2</sup> *	mg/Probe	1 mm	5 mm
40	0,050	-	0,02	0,0250	20	4
	0,075	-	0,03 a	0,0375	30	6
	-	0,10	0,04	0,0500	40	8
	0,15	-	0,06 b	0,0750	60	12
	-	0,225	0,09 c	0,1125	90	18
	0,30	-	0,12 d	0,1500	120	24
	-	0,45	0,18 e	0,2250	180	36
-	0,75	0,30 f	0,3750	300	60	
60	0,05	-	0,03 a	0,0375	30	6
	0,10	-	0,06 b	0,0750	60	12
	-	0,15	0,09 c	0,1125	90	18
	0,20	-	0,12 d	0,1500	120	24
	-	0,30	0,18 e	0,2250	180	36
	-	0,50	0,30 f	0,3750	300	60

Versuche mit Windkanalbeanspruchung

40	0,15	-	0,06	0,0750	60	12
	0,30	-	0,12	0,1500	120	24
	0,60	-	0,24	0,3000	240	48
	1,20	-	0,48	0,6000	480	96

\* Die Buchstaben a bis f verweisen auf gleiche Wirkstoffmengen bei unterschiedlichen Auftragsmengen.

\*\* In Bezug auf die gem. Tab. 1 bei 1 bzw. 5 mm Eindringtiefe erforderliche Wirkstoffmenge.

Tabelle 5: Angewandte Wirkstoffkonzentrationen für Lindan bei den Auftragsmengen 40 bzw. 60 g/m<sup>2</sup> und hierdurch erzielter Wirkstoffauftrag

Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konzentration		Wirkstoffmenge		Faktor** bei	
	Fichte %	Kiefer %	g/m <sup>2</sup> *	mg/Probe	1 mm	5 mm
40	0,15	-	0,06	0,0750	60	12
	0,225	-	0,09 a	0,1125	90	18
	-	0,3	0,12	0,1500	120	24
	0,45	-	0,18 b	0,2250	180	36
	-	0,675	0,27 c	0,3375	270	54
	0,90	-	0,36 d	0,4500	360	72
	-	1,35	0,54 e	0,6750	540	108
	-	2,25	0,90 f	1,1250	900	180
60	0,15	-	0,09 a	0,1125	90	18
	0,30	-	0,18 b	0,2250	180	36
	-	0,45	0,27 c	0,3375	270	54
	0,60	-	0,36 d	0,4500	360	72
	-	0,90	0,54 e	0,6750	540	108
	-	1,50	0,90 f	1,1250	900	180

Versuche mit Windkanalbeanspruchung

40	0,45	-	0,18	0,2250	180	36
	0,90	-	0,36 d	0,4500	360	72
	1,80	-	0,72 g	0,9000	720	144
	3,60	-	1,44 h	1.8000	1440	288
60	0,60	-	0,36 d	0,4500	360	72
	1,20	-	0,72 g	0,9000	720	144
	2,40	-	1,44 h	1,8000	1440	288

\* Die Buchstaben a bis h verweisen auf gleiche Wirkstoffmengen bei unterschiedlichen Auftragsmengen.

\*\* In Bezug auf die gem. Tab. 1 bei 1 bzw. 5 mm Eindringtiefe erforderliche Wirkstoffmenge.

**Tabelle 6:** Faktorenvergleich der Einbringmengen gemäß Tabellen 4 und 5 mit den Verhältnissen bei Präparaten mit Prüfzeichen (ohne Berücksichtigung der Dichte)

Einbringmenge	Wirkstoff Konz. %	Faktor bei	
		1 mm	5 mm
<b>Permethrin-Präparate</b>			
250 ml/m <sup>2</sup>	0,15	375	75
120 ml/m <sup>2</sup>	0,15	180	36
60 g/m <sup>2</sup>	0,50	300	60
	0,20	120	24
40 g/m <sup>2</sup>	0,75	300	60
	0,30	120	24
<b>Lindan-Präparate</b>			
250 ml/m <sup>2</sup>	0,3	750	150
120 ml/m <sup>2</sup>	0,5	600	120
60 g/m <sup>2</sup>	1,5	900	180
	0,6	360	72
40 g/m <sup>2</sup>	2,25	900	180
	0,9	360	72

In einer zusätzlichen Versuchsserie mit 2 Konzentrationen und 40 g/m<sup>2</sup> Auftragsmenge wurden Fichtenkernholzproben behandelt, um diesen Fall eines extrem ungünstigen Eindringverhaltens mit zu erfassen. Schließlich wurden in zwei weiteren Versuchsserien mit Permethrin und Lindan behandelte Fichtenholzproben einer zwölfwöchigen Windkanalbeanspruchung unterzogen. Für diese Proben wurden insgesamt höhere Wirkstoffkonzentrationen eingesetzt (Tabelle 4 und 5). Für diese Versuche wurde Fichtenholz gewählt, da wegen der schlechteren Wegsamkeit eine höhere Schutzmitteldichte in der Oberflächenschicht und damit eine erhöhte Verdunstungsbeanspruchung vorliegt.

Die Versuche ohne Abhobeln erfolgten mit wenigen Ausnahmen mit 6 Parallelproben; die Abhobelversuche überwiegend mit einer geringeren Anzahl von Parallelen.

### 3.3 Versuche mit Dachlatten

Um die Praxisverhältnisse annähernd zu simulieren, erfolgten zusätzliche Versuche durch Behandlung von gehobelten Dachlattenabschnitten:

Fichtenholz, 4 cm x 6 cm x 30 cm lang; Jahrringlage parallel zur 4 cm Seite; Stirnflächen und 4 x 30 cm<sup>2</sup> Längsflächen mit Gelatine abgedichtet; Proben aus dem äußeren Stammbereich entnommen, entsprechend weitgehend aus Splintholz bestehend.

Behandlung der 6 x 30 cm<sup>2</sup> Flächen in jeweils einem Arbeitsgang durch Streichen und Verwiegen der Probestäbe, und zwar

- ° eine Fläche bei waagrecht liegender Auftragsfläche mit besonderer, nur im Labor möglicher Sorgfalt
- ° die gegenüberliegende Fläche bei senkrechter Auftragsfläche, wobei die Latten auf der Schmalseite lagen; Schutzmittelauftrag zunächst durch waagerechten Anstrich der senkrechten Flächen, anschließend durch senkrecht und nochmals waagerechtes Verschlichten. Auf der unteren Kante abfließende Flüssigkeit wurde mit Filterpapier abgetupft.

Der Auftrag der vorgesehenen Menge in einem Arbeitsgang war bei 40 g/m<sup>2</sup> problemlos, bereitete jedoch bei 60 g/m<sup>2</sup> gewisse Schwierigkeiten.

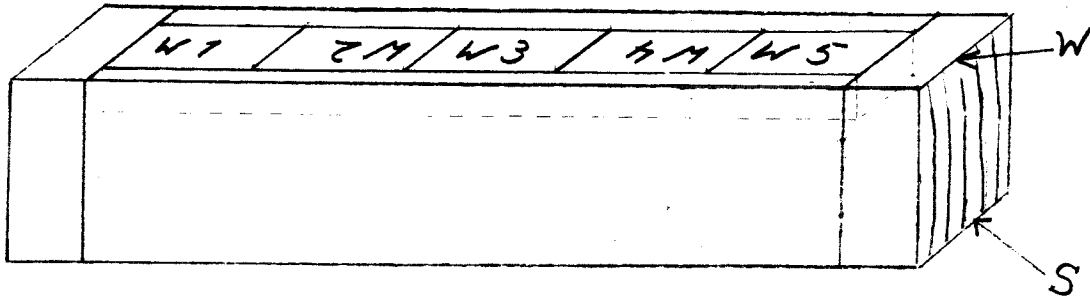
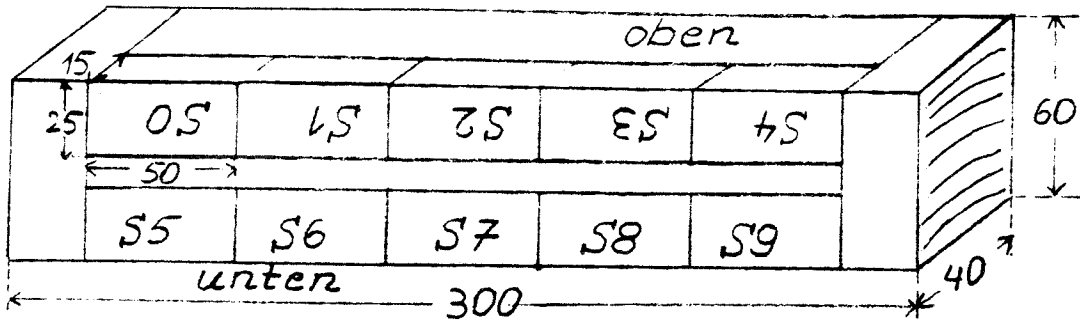
Je Konzentrationsstufe wurde ein Probestab behandelt, und zwar

40 g/m <sup>2</sup>	0,03 % Permethrin	0,15 % Lindan
	0,05 %	0,225 %
60 g/m <sup>2</sup>	0,02 %	0,10 %
	0,03 %	0,15 %

Nach 4 Wochen Abdunstzeit wurden den behandelten Stäben gemäß nachfolgender Schemazeichnung Normproben entnommen und nach EN 46 weiter geprüft. Dabei wurden die Glasscheibchen bei den waagrecht behandelten Flächen wechselseitig, bei den senkrecht behandelten Flächen teils "oben", teils "unten" angebracht, was im Schema durch die Lesrichtung der Beschriftung charakterisiert wird.

# Stäbe

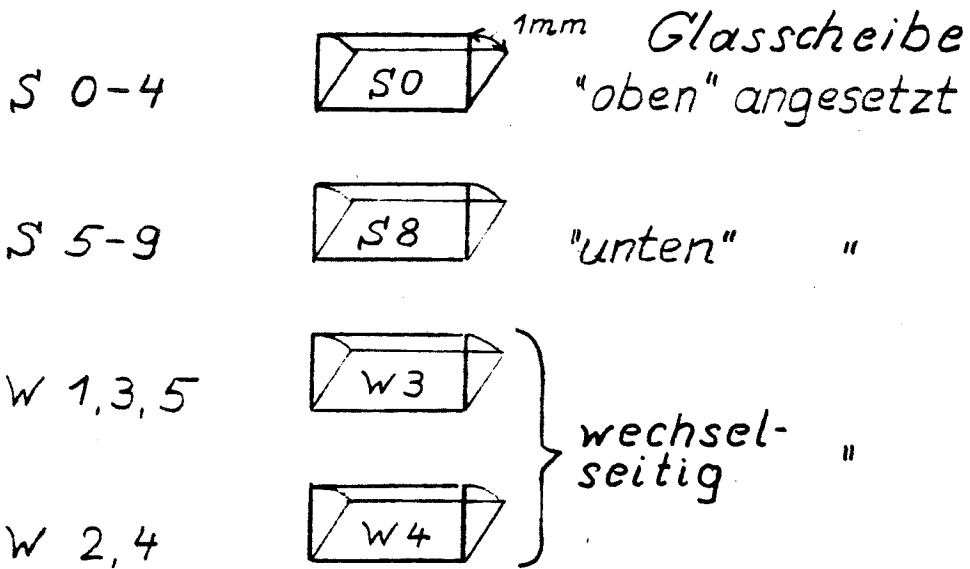
40 x 60 x 300 mm



S: senkrecht liegend gestrichen

W: waagerecht liegend gestrichen

Verglasen:



Abhobelversuche wie unter 3.1 beschrieben erfolgten nach Möglichkeit.

Je Entnahmeart wurden 5 Parallelproben geprüft.

### 3.4 Versuchsüberblick

Folgende Versuchsvarianten wurden durchgeführt:

#### Auftragsmenge 40 g/m<sup>2</sup>

- Versuche mit Normproben
  - o Permethrin, bindemittelfrei
    - . Fichtensplintholz,
      - ' ohne Windkanalbeanspruchung  
4 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 7**
      - ' mit Windkanalbeanspruchung  
4 Konzentrationen ohne Abhobelung **Tabelle 14**
    - . Kiefernspiltholz,
      - 4 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 10**
    - . Fichtenkernholz,
      - 2 Konzentrationen ohne Abhobelung **Tabelle 13**
  - o Lindan, bindemittelfrei
    - . Fichtensplintholz,
      - ' ohne Windkanalbeanspruchung  
4 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 8**
      - ' mit Windkanalbeanspruchung  
4 Konzentrationen ohne Abhobelung **Tabelle 15**
    - . Kiefernspiltholz
      - 4 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 11**
  - o Lindan, bindemittelhaltig
    - . Fichtensplintholz
      - 4 Konzentrationen ohne Abhobelung **Tabelle 9**
    - . Kiefernspiltholz
      - 4 Konzentrationen ohne Abhobelung **Tabelle 12**



- Versuche mit Dachlatten
  - Permethrin, bindemittelfrei
    - . Fichtensplintholz
      - 2 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 16**
  - Lindan, bindemittelfrei
    - . Fichtensplintholz
      - 2 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 17**

Auftragsmenge 60 g/m<sup>2</sup>

- Versuche mit Normproben
  - Permethrin, bindemittelfrei
    - . Fichtensplintholz
      - 3 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 7**
    - . Kiefernplintholz
      - 3 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 10**
  - Lindan, bindemittelfrei
    - . Fichtensplintholz
      - ' ohne Windkanalbeanspruchung
        - 3 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 8**
      - ' mit Windkanalbeanspruchung
        - 3 Konzentrationen ohne Abhobelung **Tabelle 15**
    - . Kiefernplintholz
      - 3 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 11**
  - Lindan, bindemittelhaltig
    - . Fichtensplintholz
      - 3 Konzentrationen ohne Abhobelung **Tabelle 9**
    - . Kiefernplintholz
      - 3 Konzentrationen ohne Abhobelung **Tabelle 12**
- Versuche mit Dachlatten
  - Permethrin, bindemittelfrei
    - . Fichtensplintholz
      - 2 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung **Tabelle 16**

- Lindan, bindemittelfrei

- Fichtensplintholz

2 Konzentrationen ohne und mit Abhobelung

**Tabelle 17**

Sämtliche Klötzchen wurden jeweils mit 10 Eilarven besetzt. Die Anzahl der je Versuchsserie angesetzten Larven ergibt sich durch Multiplikation der in den Tabellen angegebenen "Anzahl Klötzchen" mit 10. Insgesamt wurden rund 7.000 Eilarven angesetzt und deren Fraßtätigkeit ausgewertet.

#### **4. Versuchsergebnisse**

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 7 - 17 zusammengestellt.

Die Versuche haben bei allen schutzbehandelten Proben auf der Holzoberfläche zu einer Abtötung der Larven geführt, bevor sich diese in das Holz einbohren konnten. Bei den Versuchsserien mit Lindan lagen jedoch bei geringen Konzentrationen auf der Probenoberfläche Nagespuren vor. Auch wenn diese nicht unmittelbar in die Wertung eingehen können, da sie wesentlich auf verhaltensbiologischen Einflüssen in Verbindung mit wirkstoffspezifischen Wirkungsmechanismen beruhen können, sind sie in den Tabellen angeführt, da sie eine gewisse Tendenz innerhalb der einzelnen Präparate erkennen lassen, mit eindeutiger Abnahme der Nagespuren bei steigender Wirkstoffkonzentration.

Nach Abhobelung war nur in Ausnahmefällen noch eine vollständige Abtötung der eingesetzten Larven zu beobachten. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß bei den Versuchen mit Permethrin eine eventuelle Kontamination der abgehobelten Oberfläche während des Abhobelvorgangs durch Verschleppung von Permethrin nicht immer mit Sicherheit ausgeschlossen werden konnte, so daß diese Ergebnisse eine höhere Wirksamkeit nach Abhobelung vortäuschen können, als sie tatsächlich gegeben war.

Die Unterschiede in den Ergebnissen sind eindeutig, auch wenn bei einzelnen Versuchsserien bei den Kontrollproben z.T. Larven abgestorben sind.

In Tabelle 18 werden die Versuchsergebnisse im Hinblick auf vergleichbare Wirkstoffmengen bei unterschiedlichen Auftragsmengen zusammengestellt. Hierbei tritt deutlich hervor, daß eine ausreichende Wirksamkeit nur in

Tabelle 7: Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben

Permethrin bei Fichte

nach 4 Wochen (Klötzchen ohne Abhobeln), bzw. 12 Wochen (Klötzchen mit Abhobeln) Versuchszeit

Alle Prozentangaben beziehen sich auf die wiedergefundenen Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis				
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht tot %	eingebohrt Nagespuren n	Larven eingeb. tot %	lebend %	nicht gefund. n
40	0,05	-	6	100	0	-	-	0
		2	4	21	/	0	79	1
	0,075 a	-	6	100	0	-	-	0
		2	1	10	/	10	80	0
	0,15 b	-	6	100	0	-	-	0
		2	2	35	/	5	60	0
0,30 d	-	6	100	0	-	-	0	
	2	3	40	/	27	33	0	
60	0,05 a	-	6	100	0	-	-	0
		2	5	16	/	21	63	1
	0,10 b	-	6	100	0	-	-	0
		2	2	45	/	0	55	0
	0,20 d	-	6	100	0	-	-	0
		2	3	47	/	3	50	0

\* a, b, d identische Wirkstoffmengen gem. Tabelle 4

- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren)

/ nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)

Kontrollen:

40	-		3	3	/	0	97	0
60	-		3	17	/	7	76	1
-	-		3	10	/	3	87	1

**Tabelle 8:** Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben

Lindan bei Fichte

nach 4 Wochen (Klötzchen ohne Abhobel), bzw. 12 Wochen (Klötzchen mit Abhobel) Versuchszeit

Alle Prozentangaben beziehen sich auf die wiedergefundenen Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis				
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohrt tot %	Nagespuren n	Larven einge- bohrt tot %	lebend %	nicht gefund. n
40	0,15	-	6	100	24	-	-	0
		1	3	40	/	43	17	0
		2	3	20	/	17	63	0
	0,225 a	-	6	100	8	-	-	0
		1	3	93	/	7	0	1
		2	3	21	/	14	65	1
	0,45 b	-	6	100	0	-	-	1
		1	3	82	/	18	0	2
		2	3	52	/	21	27	1
	0,90 d	-	6	100	0	-	-	0
		1	3	93	/	4	3	1
		2	3	70	/	10	20	0
60	0,15 a	-	6	100	15	-	-	0
		1	3	83	/	17	0	1
		2	3	41	/	24	35	0
	0,30 b	-	6	100	0	-	-	0
		1	3	100	7	-	-	1
		2	3	40	/	35	25	0
	0,60 d	-	6	100	0	-	-	0
		1	3	100	7	-	-	0
		2	3	90	/	10	0	1

\* a, b, d identische Wirkstoffmengen gem. Tabelle 5:

- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren)

/ nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)

Kontrollen:

40	-		3	7	/	0	93	0
60	-		2	10	/	0	90	0
-	-		3	3	/	0	97	0
Abhobelversuch:								
-	-		2	5	/	0	95	1

**Tabelle 9:** Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben  
 Lindan in bindemittelhaltigem Präparat bei Fichte  
 nach 4 Wochen Versuchszeit  
 Alle Prozentangaben beziehen sich auf die wiedergefundenen Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis				
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohrt tot %	Nagespuren n	Larven eingeb. tot %	lebend %	nicht gefund. n
40	0,15	-	6	100	42	-	-	1
	0,225 a	-	6	100	43	-	-	1
	0,45 b	-	6	100	3	-	-	1
	0,90 d	-	6	100	1	-	-	0
60	0,15 a	-	6	100	6	-	-	0
	0,30 b	-	6	100	1	-	-	0
	0,60 d	-	6	100	0	-	-	0
* a, b, d identische Wirkstoffmengen gem. Tabelle 5 - nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren) / nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)								
Kontrollen:								
40	-		3	3	/	10	87	0
60	-		3	3	/	7	90	0

Tabelle 10: Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben

Permethrin bei Kiefer

nach 4 Wochen (Klötzchen ohne Abhobeln), bzw. 12 Wochen (Klötzchen mit Abhobeln) Versuchszeit

Alle Prozentangaben beziehen sich auf die wiedergefundenen Larven

Versuchsbedingungen				Ergebnis			
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht tot %	eingebohrt Nagespuren n	Larven eingeb. tot %	lebend %
40	0,10	-	6	100	0	-	-
		2	3	11	/	0	89
		4	2	5	/	0	95
	0,225 c	-	6	100	0	-	-
		2	3	13	/	27	60
		4	3	0	/	0	100
	0,45 e	-	6	100	0	-	-
		2	3	7	/	33	60
		4	3	0	/	0	100
	0,75 f	-	6	100	0	-	-
		2	3	3	/	0	97
		4	3	10	/	3	87
60	0,15 c	-	6	100	0	-	-
		2	3	3	/	7	90
		4	2	0	/	0	100
	0,30 e	-	6	100	0	-	-
		2	3	24	/	10	66
		4	3	3	/	7	90
	0,50 f	-	6	100	0	-	-
		2	3	33	/	0	67
		4	3	3	/	17	80

\* c, e, f identische Wirkstoffmengen gem. Tabelle 4

- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren)

/ nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)

Kontrollen:

40	-		3	3	/	0	97
60	-		3	10	/	0	90
-	-		3	17	/	0	83

Abhobelversuch:

-	-		3	0	/	7	93
---	---	--	---	---	---	---	----

Tabelle 11: Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben

Lindan bei Kiefer

nach 4 Wochen (Klötzchen ohne Abhobeln), bzw. 12 Wochen (Klötzchen mit Abhobeln) Versuchszeit

Alle Prozentangaben beziehen sich auf die wiedergefundenen Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis				
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohr tot %	Nagespuren n	Larven eingeb. tot %	lebend %	nicht gefund. n
40	0,30	-	6	100	18	-	-	1
		2	3	31	/	17	52	1
		4	3	3	/	17	80	0
	0,675 c	-	6	100	13	-	-	1
		2	3	18	/	25	57	2
		4	3	14	/	17	69	1
	1,35 e	-	6	100	0	-	-	0
		2	3	36	/	36	28	2
		4	3	4	/	13	83	0
	2,25 f	-	6	100	0	-	-	0
		2	3	47	/	20	33	0
		4	3	0	/	17	83	1
60	0,45 c	-	6	100	42	-	-	0
		2	3	20	/	13	67	0
		4	3	0	/	23	77	0
	0,90 e	-	6	100	7	-	-	2
		2	3	30	/	40	30	0
		4	3	3	/	13	84	0
	1,50 f	-	6	100	1	-	-	0
		2	3	37	/	27	36	0
		4	3	0	/	7	93	1

\* c, e, f identische Wirkstoffmengen gem. Tabelle 5

- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren)

/ nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)

Kontrollen:

40	-		3	3	/	0	97	0
60	-		3	7	/	0	93	0
-	-		3	7	/	0	93	1

Abhobelversuch:

-	-		3	10	/	0	90	0
---	---	--	---	----	---	---	----	---

**Tabelle 12:** Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben  
Lindan in bindemittelhaltigem Präparat bei Kiefer  
nach 4 Wochen Versuchszeit  
Alle Prozentangaben beziehen sich auf die **wiedergefundenen** Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis				
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohrt tot %	Nagespuren n	Larven eingeb. tot %	lebend %	nicht gefund. n
40	0,30	-	6	100	21	-	-	0
	0,675 c	-	6	100	7	-	-	0
	1,35 e	-	6	100	1	-	-	0
	2,25 f	-	6	100	1	-	-	0
60	0,45 c	-	6	100	4	-	-	0
	0,90 e	-	6	100	0	-	-	0
	1,50 f	-	6	100	0	-	-	0

\* c, e, f identische Wirkstoffmengen gem. Tabelle 5

- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren)

/ nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)

Kontrollen:

40	-		2	15	/	0	85	0
60	-		2	20	/	5	75	0



**Tabelle 13:** Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben  
 Permethrin bei Fichte-Kern  
 nach 4 Wochen Versuchszeit  
 Alle Prozentangaben beziehen sich auf die wiedergefundenen Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis				
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz. %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohrt tot %	Nagespuren n	Larven einge- bohrt tot %	lebend %	nicht gefund. n
40	0,05	-	6	100	0	-	-	0
	0,075	-	6	100	0	-	-	0
- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren) / nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)								
Kontrollen:								
-	-		3	0	/	-	100	2

**Tabelle 14:** Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben  
 Permethrin Fichte mit 12 Wo Windkanalbeanspruchung  
 nach 4 Wochen Versuchszeit  
 Alle Prozentangaben beziehen sich auf die wiedergefundenen Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis				
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz. %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohrt tot %	Nagespuren n	Larven einge- bohrt tot %	lebend %	nicht gefund. n
40	0,15	-	3	100	0	-	-	0
	0,30	-	3	100	0	-	-	0
	0,60	-	3	100	0	-	-	0
	1,20	-	6	100	0	-	-	0
- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren) / nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)								
Kontrollen:								
-	-		2	10	/	0	90	1

**Tabelle 15:** Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Normproben  
Lindan bei Fichte mit 12 Wo Windkanalbeanspruchung  
nach 4 Wochen Versuchszeit  
Alle Prozentangaben beziehen sich auf die **wiedergefundenen** Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis				
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohrt tot %	Nagespuren n	Larven eingeb. tot %	lebend %	nicht gefunden. n
40	0,45	-	6	100	30	-	-	0
	0,90 d	-	6	100	9	-	-	0
	1,80 g	-	6	100	14	-	-	0
	3,60 h	-	6	100	0	-	-	0
60	0,60 d	-	6	100	20	-	-	0
	1,20 g	-	6	100	2	-	-	0
	2,40 h	-	6	100	0	-	-	0
* d, g, h identische Wirkstoffmengen gem. Tabelle 5								
- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren)								
/ nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)								
Kontrollen:								
-	-	-	3	3	/	0	97	0

**Tabelle 16:** Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Dachlatten

Permethrin bei Fichte

nach 4 Wochen (Klötzchen ohne Abhobeln), bzw. 12 Wochen (Klötzchen mit Abhobeln) Versuchszeit

Alle Prozentangaben beziehen sich auf die wiedergefundenen Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis					
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohrt tot %	Nagespuren n	Larven einge- bohrt tot %	lebend %	nicht gefund. n	
40	0,03	w	-	5	100	0	-	-	0
			1	5	37	/	0	63	1
	so	-	5	100	0	-	-	-	0
			1	5	6	/	2	92	3
	su	-	5	100	0	-	-	-	0
	0,05	w	-	5	100	0	-	-	0
				1	5	76	/	2	22
so		-	5	100	0	-	-	-	0
			1	5	57	/	0	43	1
su	-	5	100	0	-	-	-	0	
60	0,02	w	-	5	100	0	-	-	0
		so	-	5	100	0	-	-	0
	0,03	w	-	5	100	0	-	-	0
		so	-	5	100	0	-	-	0
su	-	5	100	0	-	-	-	0	

\* w = waagerechte Seite der Latte gestrichen

so = senkrechte Seite der Latte gestrichen, Probe oben entnommen

su = " " " " " " unten entnommen

- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren)

/ nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)

Kontrollen:

- - 3 10 / 0 90 0

Abhobelversuch:

- - 3 3 / 0 97 1

**Tabelle 17:** Zusammenfassendes Gesamtergebnis der Versuche mit Dachlatten

Lindan bei Fichte

nach 4 Wochen (Klötzchen ohne Abhobeln), bzw. 12 Wochen (Klötzchen mit Abhobeln) Versuchszeit

Alle Prozentangaben beziehen sich auf die **wiedergefundenen** Larven.

Versuchsbedingungen				Ergebnis						
Auftrags- menge g/m <sup>2</sup>	Konz.* %	Abhobel- tiefe mm	Anzahl Klötzch. n	L. nicht eingebohrt tot %	Nagespuren n	Larven einge- bohrt tot %	lebend %	nicht gefund. n		
40	0,15	w	-	5	100	22	-	-	0	
			1	5	26	/	50	24	0	
	so	-	5	100	7	-	-	-	0	
			1	5	15	/	21	64	3	
	su	-	5	100	18	-	-	-	1	
		0,225	w	-	5	100	0	-	-	0
			1	5	52	/	48	0	0	
		so	-	5	100	25	-	-	0	
		1	5	41	/	35	24	1		
	su	-	5	100	18	-	-	0		
60	0,10	w	-	5	100	34	-	-	0	
			so	-	5	100	25	-	-	2
			su	-	5	100	34	-	-	0
	0,15	w	-	5	100	10	-	-	0	
			so	-	5	100	4	-	-	0
			su	-	5	100	21	-	-	1

\* w = waagerechte Seite der Latte gestrichen

so = senkrechte Seite der Latte gestrichen, Probe oben entnommen

su = " " " " " " unten entnommen

- nicht zutreffend (wenn alle Larven [100 %] nicht eingebohrt und tot waren)

/ nicht relevant (wenn Larven lebend eingebohrt waren)

Kontrollen:

- - 3 7 / 0 93 1

Abhobelversuch:

- - 3 10 / 0 90 1

Tabelle 18: Gegenüberstellung des Prozentsatzes toter Larven bei gleichen Wirkstoffmengen aber unterschiedlichen Auftragsmengen  
(Auszug aus Tab. 7, 8, 10 und 11)

Wirkstoff	Holzart	Abhobel- tiefe [mm]	Tote Larven [%] bei Auftragsmenge [g/m <sup>2</sup> ]					
			40	60	40	60	40	60
			0,03*		0,06*		0,12*	
Permethrin	Fichte	-	100	100	100	100	100	100
		2	20	37	40	45	67	50
			0,09*		0,18*		0,36*	
Lindan	Fichte	-	100	100	100	100	100	100
		1	100	100	100	100	97	100
		2	35	65	73	75	80	100
			0,09*		0,18*		0,30*	
Permethrin	Kiefer	-	100	100	100	100	100	100
		2	40	10	40	34	3	33
		4	0	0	0	10	13	20
			0,27*		0,54*		0,90*	
Lindan	Kiefer	-	100	100	100	100	100	100
		2	43	33	72	70	67	64
		4	31	23	17	16	17	7

\* Wirkstoffmengen gem. Tabelle 4, bzw. 5

der Oberflächenschicht, nicht mehr aber nach Abhobelung gewährleistet ist.

Auf der Probenoberfläche lag auch nach 12wöchiger Windkanalbeanspruchung volle Wirksamkeit vor, wobei hier insgesamt höhere Schutzmittelkonzentrationen eingesetzt wurden (vergleiche Tabelle 4 und 5).

Auch die der Praxis angenäherten Versuche mit Dachlatten ergaben auf der Probenoberfläche volle Wirksamkeit.

Die Zahl der bei den lindanhaltigen Formulierungen an Normproben festgestellten Nagespuren nimmt mit der Konzentration deutlich ab.

Die bei der bindemittelfreien Formulierung bei  $40 \text{ g/m}^2$  im Vergleich zu  $60 \text{ g/m}^2$  Auftragsmenge tendenziell geringeren Nagespuren können auf eine tiefere Wirkstoffverteilung und damit eine geringere Wirkstoffdichte unmittelbar auf der Holzoberfläche zurückzuführen sein: bei gleichen Wirkstoffmengen erfolgt im Falle der höheren Auftragsmenge ein besserer Schutzmitteltransport ins Holzinne so daß eine geringere Schutzmitteldichte auf der Holzoberfläche vorliegt. Die Abtötung tritt in diesem Fall durch den intensiveren Kontakt während der Einbohrversuche der Eilarven ein. Gleiches gilt auch für die verstärkte Nagetätigkeit bei Kiefernproben. Die gegensätzlichen Ergebnisse bei Bindemittelgehalt können mit einer gewissen Maskierung erklärt werden.

Das Fehlen von Nagespuren bei Permethrin ist auf die bekannt hohe Kontaktwirksamkeit dieses Produktes zurückzuführen.

## 5. Bewertung

Die Versuchsergebnisse zeigen deutlich, daß eine beliebige Verminderung der Auftragsmenge nicht möglich ist. Vielmehr wird im Bereich von 60 bis  $40 \text{ g/m}^2$  (=50 bis  $75 \text{ ml/m}^2$ ) trotz höherer Wirkstoffkonzentrationen die Grenze der Wirksamkeit erreicht. Zwar konnte durch entsprechend gesteigerte Wirkstoffkonzentration in der Oberflächenschicht mit Lindan und Permethrin im Rahmen der gewählten, an den erforderlichen Wirkstoffmengen orientierten Konzentrationen, eine vollständige Abtötung erzielt werden, doch zeigen die Abhobelversuche deutlich, daß in dem Wechselspiel Transportmittel

(=Lösungsmittel) und Wirkstoff keine beliebigen Verschiebungen zugunsten geringer Auftragsmengen möglich sind. Vielmehr ist für eine ausreichende Wirkstoffverteilung auch in das Holzinere zur Erzielung der erforderlichen Wirkungstiefe eine ausreichende Anwendungsmenge unerlässlich. Dabei deuten die Nagespuren an, daß ein reiner Oberflächenschutz keine voll ausreichende Wirksamkeit bietet.

Über diese Forderung kann die Tatsache, daß auf der Holzoberfläche auch nach Windkanalbeanspruchung sowie bei Schutzmittelauftrag an Dachlatten jeweils eine volle Wirksamkeit erzielt wurde, nicht hinwegtäuschen. Eine Wirkungstiefe von 2 mm konnte, abgesehen von einer Ausnahme (Lindan, 0,6 %, 60 ml, Fichte) nicht erzielt werden.

Aspekte des Gesundheitsschutzes, die eine möglichst geringe Konzentration von Bioziden in der Oberflächenschicht zugunsten einer lang anhaltenden Wirksamkeit in der Randzone zum Ziele haben, bleiben in den vorliegenden, ausschließlich auf die Wirksamkeit abgestimmten Überlegungen außer Acht. Sie müssen jedoch in eine Gesamtbewertung einbezogen werden.

Für eine abschließende Bewertung der für eine Langzeitwirkung notwendigen Holzschutzmittelmengen zum Schutz gegen Insekten sind noch Versuche nach Dachbodenlagerung erforderlich, die nicht Gegenstand des vorliegenden Forschungsvorhabens waren.

## **6. Zusammenfassung**

Zur Erarbeitung von Grundlagen, inwieweit zur Erzielung ausreichender Wirkstoffmengen von insektizid ausgerüsteten Holzschutzmitteln in der Praxis eine Verminderung der Einbringmengen möglich ist, wurden Laborversuche in Anlehnung an EN 47 mit Modellpräparaten durchgeführt, bei denen Lindan sowie Permethrin in unterschiedlichen Konzentrationen in Testbenzin K 60 gelöst war. Versuchshölzer waren überwiegend Fichtenproben im Normformat und als Dachlattenabschnitte sowie in geringerem Umfang Kiefernnormproben. Die Auftragsmengen betragen 40 und 60 g/m<sup>2</sup>.

Die Versuche haben bei allen schutzbehandelten Proben auf der Holzoberfläche zu einer Abtötung der Larven geführt, bevor sich diese in das Holz einbohren konnten, was auf die hohe Wirkstoffdichte in der Oberfläche zurückzuführen

ist. Dagegen war nach Abhobelung nur in Ausnahmefällen noch eine vollständige Abtötung der eingesetzten Larven zu beobachten.

Die Versuchsergebnisse zeigen deutlich, daß eine beliebige Verminderung der Auftragsmenge nicht möglich ist. Vielmehr wird im Bereich von 60 bis 40 g/m<sup>2</sup> (= 50 bis 75 ml/m<sup>2</sup>) trotz höherer Wirkstoffkonzentration die Grenze der Wirksamkeit erreicht. In dem Wechselspiel Transportmittel (= Lösungsmittel) und Wirkstoff sind keine beliebigen Verschiebungen zugunsten geringer Auftragsmengen möglich. Vielmehr ist für eine ausreichende Wirkstoffverteilung auch eine ausreichende Anwendungsmenge unerlässlich.

Für eine abschließende Bewertung der für eine Langzeitwirkung notwendigen Holzschutzmittelmengen sind noch Versuche nach Dachbodenlagerung erforderlich, die nicht Gegenstand des vorliegenden Forschungsvorhabens waren.



H. Willeitner