

## Die biologische Prüfung von Holzschutzmitteln

Von Dr. O. WÄLCHLI

Leiter der biologischen Abteilung der EMPA-C, St. Gallen

Das Holz kann unter günstigen Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen in relativ kurzer Zeit durch holzabbauende Pilze und holzfressende Insekten zerstört werden (Abb. 1).

Ein Weg, um solche Schäden zu verhüten, besteht in der Anwendung geeigneter Holzschutzmittel mit pilz- bzw. insektenwidriger Wirkung.

Es ist durchaus möglich, daß die Eignung eines Holzschutzmittels allein auf Grund seiner Wirkung in der praktischen Anwendung beurteilt werden kann, sofern für eine kritische Bewertung eine genügend große Zahl von Beobachtungen, die sich auf eine längere Beobachtungsdauer verteilen, zur Verfügung stehen. Da für die Bewertung eines Holzschutzmittels in der praktischen Anwendung eine lange Zeitdauer notwendig ist und dabei zudem die den Ausfall der Resultate beeinflussenden Umweltbedingungen in weiten Grenzen variieren kön-

nen, ist man für die Entwicklung und die Prüfung von Holzschutzmitteln und deren Applikation auf kürzer dauernde laboratoriumsmäßig durchführbare Versuche angewiesen. In bestimmten Fällen sind praktische Versuche als Ergänzung von Laboratoriumsprüfungen sehr erwünscht und wertvoll. Eine sinnvolle Auswertung solcher Versuche ist aber erst nach Jahren möglich, wie dies Feldversuche mit Leitungsstangen zur Prüfung verschiedener Imprägniermittel sowie Versuche an Lawinenverbauungen zeigen<sup>1</sup>.

Die großen Vorteile von Laboratoriumsversuchen sind die verhältnismäßig kurze Dauer und die Möglichkeit, bestimmte Versuchsbedingungen genau einhalten zu können.

<sup>1</sup> O. WÄLCHLI, Bericht über die Versuche des VSE zur Prüfung von Stangen-Imprägnierungen, 5. Mitteilung, *SEV-Bulletin* 5 (1958) 121-9.

Die hauptsächlichsten biologischen Schäden am Holz werden durch verschiedene Pilzarten, wie *Merulius lacrymans* (Echter Hausschwamm, Abb. 2), *Coniophora cerebella* (Kellerschwamm), *Poria vaporaria* (Porenhauschwamm), im Freien vor allem durch *Lenzites abietina* (Tannenblättling) und *Lenzites sepiaria* (Zaunblättling) sowie durch die Larven einiger Insektenarten, wie *Hylotripes bajulus* (Hausbockkäfer, Abb. 4 bis 7), *Anobium punctatum* (gewöhnlicher Pochkäfer oder «Totenuhr», Abb. 8) und einigen andern verursacht. In vielen Fällen

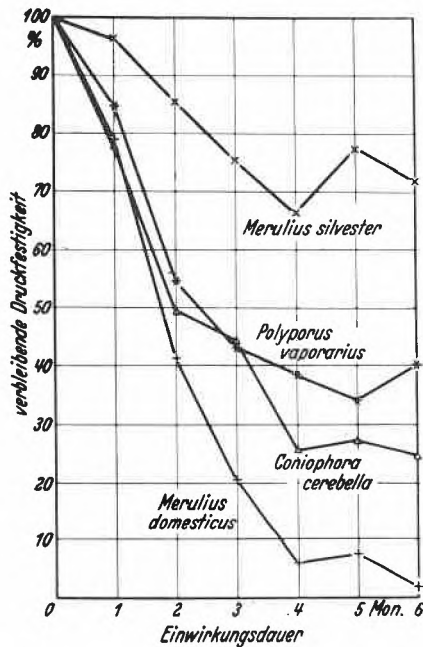


Abb. 1. Abnahme der Druckfestigkeit von Föhrensplintholz bei verschiedenen Einwirkungszeiten von holzerstörenden Pilzen (nach KOLLMANN, *Technologie des Holzes*, 1. Auflage, 1936)

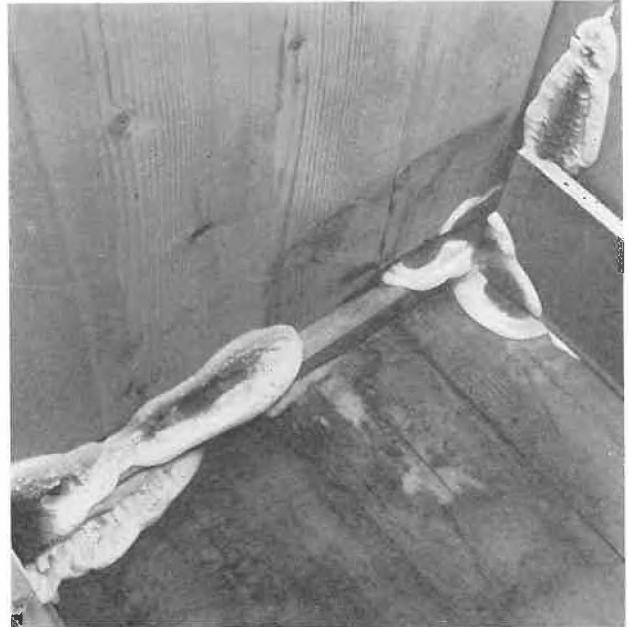


Abb. 2. Fruchtkörperbildung bei einem durch den Echten Hausschwamm (*Merulius lacrymans*) verursachten Schaden (Aufnahme: Firma Dr. R. Maag, Dielsdorf)

sind an der Entstehung von Schäden mehrere Schädlinge beteiligt, z. B. kann man *Lenzites abietina* und *Trametes serialis* (Reihige Tramete) oft nebeneinander feststellen (Abb. 3).

Diesen Holzschädlingen begegnet man immer wieder bei der Untersuchung von Schadenfällen, die oft wichtige Anhaltspunkte über die Bedingungen, unter denen Schäden entstehen können, liefern.

Die Untersuchung von Holzschutzmitteln umfaßt je nach erwünschter Wirkung derselben verschiedenartige Prüfungen.



Abb. 3. Zerstörter Riegelbalken mit korallenartigen Oberflächenwucherungen von *Lenzites abietina* und weißen, knolligen Fruchtkörpern von *Trametes serialis* (Aufnahme: EMPA-C, St. Gallen)

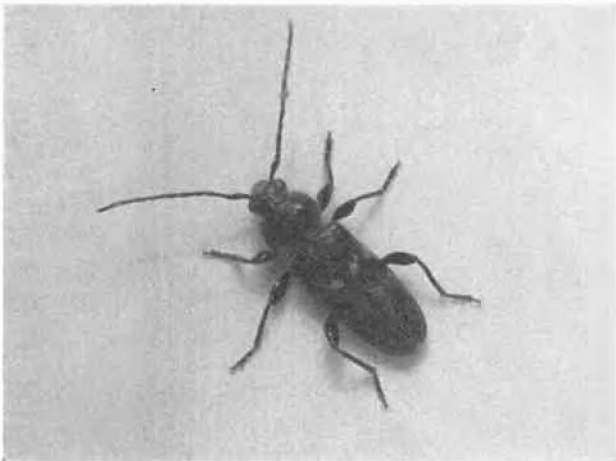


Abb. 4. Hausbockkäfermännchen (Aufnahme: EMPA-C, St. Gallen)

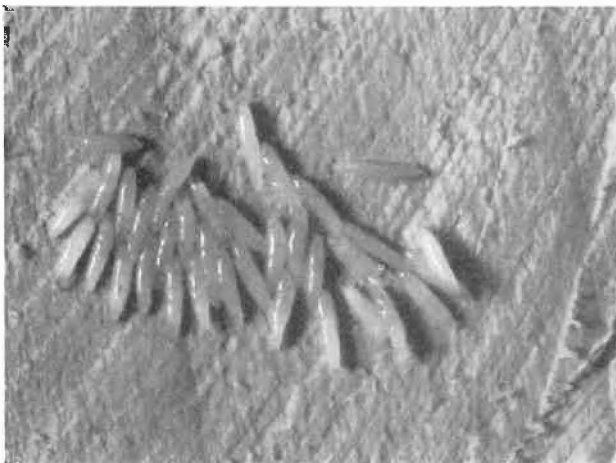


Abb. 5. Eigelege des Hausbockkäfers (Aufnahme: EMPA-C, St. Gallen)

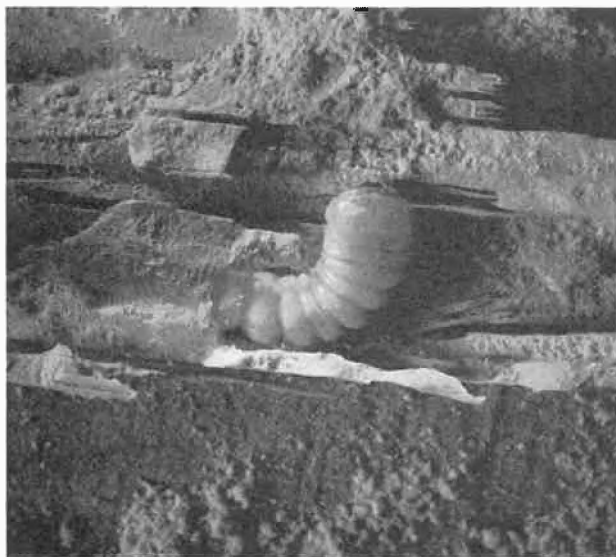


Abb. 6. Larve des Hausbockkäfers (Aufnahme: Firma Dr. R. Maag, Dielsdorf)

Zur Prüfung der pilzwidrigen Wirkung stehen bewährte und gut arbeitende Methoden zur Verfügung<sup>2</sup>. Eine allgemeingültige Beurteilung der pilzwidrigen Wirkung ist auf Grund von Laboratoriumsversuchen, allerdings unter Berücksichtigung bestimmter Grenzen, mit großer Sicherheit möglich. Da die Zahl der möglichen Schädlinge, die in der Natur auftreten können, in der Regel wesentlich höher ist als die Zahl der tatsächlich verwendbaren Prüforganismen, ist eine geeignete Auswahl der Prüfpilze sehr wichtig. Man muß vor allem die häufigsten Schädlinge und unter diesen die gegen die zu prüfenden Präparate widerstandsfähigsten berücksichtigen.

Tabelle 1: Grenzwerte von Schutzstoffen

Prüfpilze	Grenzwerte in kg/m <sup>3</sup>			
	Kupfer-sulfat	Natrium-arsenat	Sublimat	Stein-kohlen-teeröl
<i>Coniophora cerebella</i> .	3,2-4,1	0,05-0,2	0,4-2	3-10
<i>Poria vaporaria</i> . . . .	25-50	0,4 -2	0,2-0,3	3-10
<i>Lenzites abietina</i> . . . .	0,4-0,8	0,2 -0,5	0,2-1	6-10
<i>Lenzites trabea</i> . . . .	2	-6	0,1-0,3	7-10
<i>Lentinus lepideus</i> . . .	0,4-0,8	0,4		15-35
<i>Merulius lacrymans</i> .	1,7-3,1	0,2 -1	0,5-1,5	

Die in der Tabelle 1 zusammengestellten Ergebnisse zeigen, daß die Wirkung einzelner Schutzmittel gegen verschiedene Pilze sehr unterschiedlich sein kann und daß man deshalb mit einem Prüfpilz im allgemeinen nicht auskommt. Nur die Verwendung mehrerer Organismen in geeigneter Auswahl ermöglicht eine sichere Bewertung der pilzwidrigen Wirkung eines Holzschutzmittels, die in der Regel durch den Grenzwert in kg Schutzmittel/m<sup>3</sup> Holz angegeben wird. Die Reproduzierbarkeit der mit der Kolleschalenmethode<sup>2</sup> erhaltenen Resultate ist gut, und die vorliegenden Erfahrungen zeigen, daß die gefundenen Resultate mit der Wirkung der Schutzmittel im praktischen Gebrauch wohl graduell verschieden, aber doch weitgehend parallel gehen.

Vergleichsversuche mit der Kolleschalen- und der neueren ASTM-Erde-Klötzchen-Methode<sup>3</sup> zeigten nun, daß die Resultate durch die Art der Prüfmethode beeinflusst werden können, derart, daß eine Verschiebung der Grenzwerte eintritt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Abhängigkeit der Resultate von der Prüfmethode

Prüfmethode	Grenzwerte in kg/m <sup>3</sup>	
	UA-Salzgemisch	Pentachlorphenol
Kolleschalenmethode . . . .	0,3-0,6	0,74-1,04
Erde-Klötzchen-Methode ..	2,6-3,6	1,24-1,74

<sup>2</sup> DIN 52176: Prüfung von Holzschutzmitteln. Blatt 1: Mykologische Kurzprüfung (Klötzchen-Verfahren), 1939, sowie Blatt 2: Bestimmung der Auslaugbarkeit, 1941.

<sup>3</sup> ASTM: Tentative Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soil-Block Cultures, ASTM Designation: D 1413-56T (1956).

Die Erde-Klötzchen-Methode führt demnach zu einer strengeren Beurteilung eines Schutzmittels und erscheint deshalb speziell für die Prüfung von Schutzmitteln, die für die Imprägnierung von in Erde verbautem Holz (Eisenbahnschwellen, Leitungsstangen) verwendet werden, angemessener zu sein als die Kolleschalenmethode. Änderungen in der Prüfmethode bringen aber auch Nachteile mit sich, indem der Vergleich der nach verschiedenen Methoden erhaltenen Resultate infolge der Grenzwertverschiebungen erschwert oder sogar verunmöglicht wird.

Neben Laboratoriumsversuchen wurden von der biologischen Abteilung der EMPA-C seit 1951 in Zusammen-

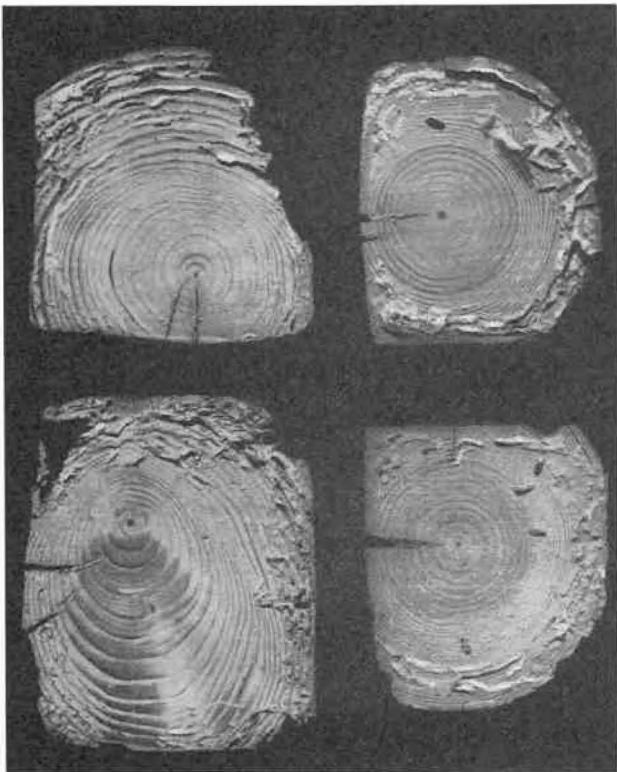


Abb. 7. Querschnitte von Dachbalken, deren Splintanteile von Hausbocklarven stark zerfressen worden sind (Aufnahme: EMPA-C, St. Gallen)

arbeit mit dem Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) groß angelegte Feldversuche mit etwa 550 Versuchsstangen zur Prüfung verschiedener Imprägnierverfahren durchgeführt und überwacht (Abb. 9). Die Resultate dieser langdauernden Versuche zeigten die Schwächen der bisherigen  $\text{CuSO}_4$ -Imprägnierung mit aller Deutlichkeit und führten zu Erkenntnissen, die wesentliche Verbesserungen der Imprägnierung von Leitungsstangen ermöglichen<sup>1</sup>.

Die Prüfung der Auswaschbarkeit eines Schutzmittels ist für die Dauerhaftigkeit der Wirkung bei der Bewitterung oder sonstwie dem Wasser ausgesetztem Holz ausschlaggebend. Das Verhalten in dieser Prüfung ermöglicht eine Aussage, ob und in welchem Ausmaß ein



Abb. 8. Balkenabschnitt, von Anobien-Larven vollständig zerstört (Aufnahme: EMPA-C, St. Gallen)

Schutzmittel mit Erfolg im Freien oder nur unter Dach angewendet werden kann. Die Prüfung dieser Frage erfolgt sowohl über den biologischen Versuch wie auch auf chemischem Wege. So konnte nachgewiesen werden, daß das Kupfersulfat bei Leitungsstangen durch Bewitterung relativ rasch zu einem großen Teil ausgewaschen wird<sup>4</sup>.

Resultate einer chemischen Auswaschbarkeitsprüfung sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Es zeigte sich, daß bei stark fixierenden neuartigen UA-Salzen die einzelnen Schutzstoffe viel weniger weitgehend aus dem Holz ausgewaschen werden können als das Kupfersulfat. Eine wichtige Eigenschaft, die ebenfalls geprüft wird, ist auch das Eindring- bzw. Diffusionsvermögen von Holzschutzmitteln im Holz.



Abb. 9. Teilansicht eines Versuchsfeldes des VSE zur Prüfung von Stangenimprägnierungen in Rathausen bei Emmenbrücke (Aufnahme: CKW, Luzern)

<sup>4</sup> O. WÄLCHLI, Lagerung und Kupfersulfatgehalte bei bouchierisierten Leitungsstangen, 4. Mitteilung, *SEV-Bulletin* 4 (1957) 69–71.

Tabelle 3: Auswaschbarkeit von hoch fixierenden UA-Salzen und Kupfersulfat

Schutzsalz	Geprüfte Komponenten	Auswaschbare Mengen nach Lagerung der Proben während		
		4 Wochen	8 Wochen	14 Wochen
Hoch fixierende UA-Salze . . . . .	Fluor	44,3 %	33,1 %	33,4 %
	Arsen	14,3 %	2,75 %	1,7 %
Kupfersulfat ..	Kupfer		81,3 %	82,1 %

Für die Prüfung von Holzschutzmitteln zur Bekämpfung bzw. Verhütung von Insektenschäden werden in der Regel Larven des Hausbockkäfers verwendet, die in der biologischen Abteilung der EMPA-C gezüchtet werden (Abb. 6). Es ist vorgesehen, in nächster Zeit ähnliche Prüfungen auch mit Larven des gewöhnlichen Klopfkäfers (*Anobium punctatum*) und des Parkettkäfers (*Lyctus linearis*) durchzuführen. Bei den Insektenprüfungen sind grundsätzlich zwei Aufgaben der Schutzmittel zu unterscheiden:

- Schutz des Holzes gegen Neubefall durch Insekten = vorbeugender Holzschutz,
- Vernichtung bzw. Abtötung von schon im Holz anwesenden Holzschädlingen = bekämpfender Holzschutz.

An Schutzmittel für den vorbeugenden und den bekämpfenden Holzschutz werden demnach verschiedene Anforderungen gestellt. Dementsprechend unterscheiden sich auch die Prüfungen der vorbeugenden und der bekämpfenden Wirkung. Im allgemeinen gewährleistet ein Schutzmittel, das für die Insektenbekämpfung geeignet ist, auch einen vorbeugenden Schutz. Damit ist nach der Bekämpfung eines Insektenherdes das Holz auch vorbeugend gegen einen Neubefall geschützt. Eine vorgesehene vorbeugende Schutzwirkung ist aber nicht in jedem Fall mit einer bekämpfenden Wirkung kombiniert.

Die Prüfungen der vorbeugenden und der bekämpfenden Wirkung sind weitgehend dem Verhalten der Schädlinge in der Natur angeglichen worden, womit eine praxisnahe Bewertung gewährleistet wird<sup>5, 6</sup>.

Für die Prüfung der vorbeugenden Wirkung gegen holzfressende Insekten verwendet man Holzklötzchen bestimmter, möglichst einheitlicher Struktur und Abmessungen. Diese werden mit vorgeschriebenen Mengen des Schutzmittels behandelt, so daß eine äußere Schutzzone entsteht. Hierauf werden frisch geschlüpfte Eilarven des Hausbockkäfers in mit Glasscheibchen hergestellten künstlichen Spalten an die behandelten und zur Kontrolle an unbehandelte Klötzchen gebracht. Es wird geprüft, ob die Larven die Schutzschicht der behandelten Klötzchen durchdringen können oder nicht und ob sie

<sup>5</sup> DIN 52163: Prüfung von Holzschutzmitteln. Prüfung der vorbeugenden Wirkung gegen holzzerstörende Insekten, 1952.

<sup>6</sup> DIN 52164: Prüfung von Holzschutzmitteln. Prüfung der Bekämpfungswirkung gegen holzzerstörende Insekten, 1952.

dabei abgetötet werden. Die Verhältnisse in dieser Prüfung entsprechen weitgehend denjenigen, die beim natürlichen Verlauf eines Befalles beobachtet werden können.

Die Prüfung der Bekämpfungswirkung gegen holzzerstörende Insekten geht von andern Voraussetzungen aus. In diesem Fall muß ein im Innern des Holzes schon vorhandener Befall von z. B. Hausbocklarven (Abb. 7) durch eine äußerliche Behandlung des Holzes vernichtet werden können. Hierzu eignen sich Schutzmittel, die neben Fraß- und Kontaktgiften auch als Atemgifte wirkende Komponenten enthalten, die innerhalb einer begrenzten Zeitspanne ins Innere des Holzes diffundieren und dabei die Schädlinge abtöten können.

Für die Prüfung werden mit mittelgroßen bis großen Hausbocklarven (Abb. 6) besiedelte Kantholzabschnitte äußerlich mit dem zu prüfenden Schutzmittel behandelt und dann unter definierten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen bis zum Aufspalten nach drei Monaten gelagert. Es werden dann die Anzahl toter und überlebender Larven und deren Lage im Holz bestimmt. Auch die bei dieser Prüfung eingehaltenen Bedingungen entsprechen weitgehend den natürlichen Verhältnissen.

Es ist einleuchtend, daß die Bekämpfungswirkung nicht dauerhaft sein kann. Sie muß im günstigen Falle solange anhalten, bis sämtliche Larven abgetötet sind. Damit kein Neubefall eintreten kann, ist es sehr wünschbar, daß bekämpfend wirkende Schutzmittel dem Holz gleichzeitig auch einen vorbeugenden Schutz verleihen.

Von einer vorbeugenden Schutzbehandlung soll man aber hohe Dauerhaftigkeit verlangen können. Da diese Mittel in der Regel unter Dach angewendet werden, ist eine gute Wasserbeständigkeit von nicht so großer Wichtigkeit. Eine orientierende Kurzprüfung der Dauerhaftigkeit ist über eine kurzdauernde Temperaturalterung möglich, wobei die so erhaltenen Resultate nur mit Vorbehalt bewertet werden können. Zu einer einwandfreien Prüfung der Dauerwirkung werden behandelte Klötzchen bis zu zehn Jahren unmittelbar unter einem nach Süden orientierten Ziegeldach gelagert, wobei die biologischen Prüfungen nach 1, 3, 6 und 10 Jahren Lagerdauer wiederholt werden. Einige der bisher geprüften Schutzmittel ergaben auch nach 6 Jahren immer noch gute Schutzwirkung. Die ersten Prüfungen nach 10-jähriger Lagerung werden in den nächsten Jahren durchgeführt werden. Es wird sich dann erweisen, ob die Dauerhaftigkeit mit der heute üblicherweise gewährten Garantie für eine Dauer von zehn Jahren nach Durchführung der Schutzbehandlung Schritt hält.

Auf Grund unserer Erfahrungen bei der Anwendung der bisher zur Verfügung stehenden Prüfmethode zeigte es sich, daß die Laboratoriumsprüfungen zur Bewertung von Holzschutzmitteln unentbehrlich sind und auch wertvolle Unterlagen für die Beurteilung ergeben. Praktische Versuche ergänzen, auch wenn sie lange dauern, die Laboratoriumsprüfungen und bilden für die Beurteilung ein wichtiges Bindeglied zwischen Labora-

törumsversuch und dem Verhalten im praktischen Gebrauch. Unter Berücksichtigung bestimmter Grenzen erlauben die Ergebnisse von sinnvoll angelegten Labo-

ratoriumsprüfungen mit den heute zur Verfügung stehenden Prüfmethode eine sichere Beurteilung eines Schutzmittels für die Praxis.