

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 119 (1968)
Heft: 6

Artikel: Erfahrungen und Entwicklungen im Bauholzschutz
Autor: Wälchli, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765573>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Erfahrungen und Entwicklungen im Bauholzschutz¹

Von O. Wälchli, St. Gallen

Oxf. 841/845

Eidgenössische Materialprüfungs- und Versuchsanstalt,
Hauptabt. C. Abt. Werkstoff-Biologie, St. Gallen

Einleitung

Der Schutz des Holzes gegen Zerstörungen durch Organismen, also Pilze und Insekten, ist schon oft behandelt worden. Da er aber auch im schweizerischen Baugewerbe in vermehrtem Maße Anwendung findet, lohnt es sich, neue Erfahrungen und Entwicklungen in diesem Gebiet zu besprechen. Besonders wertvoll für das Sammeln von Erfahrungen im Holzschutz sind Zeiten, in denen zum Beispiel aus ästhetischen Gründen in der Art der Verwendung des Holzes Veränderungen eintreten. Oft werden dann schlechte Erfahrungen gemacht, weil beim Bauen mit Holz bewährte Grundsätze nicht mehr beachtet werden. So schafft man Bedingungen, unter denen die Holzschädlinge, vor allem die holzerstörenden Pilze, sich entwickeln und das Holz zerstören können.

Im allgemeinen kann man feststellen, daß ein vermehrtes Auftreten von Holzschäden die Entwicklung des Holzschutzes beschleunigt. Die folgenden Beispiele zeigen dies:

Seit dem letzten Jahrhundert wurden in der Schweiz die Leitungsstangen mit Kupfersulfat imprägniert. Im Laufe der Zeit bemerkte man, daß Schäden durch verschiedene kupferresistente Porenschwämme, wie *Poria vaporaria*, *Poria incarnata* und *Poria vaillantii*, bei mit Kupfersulfat imprägnierten Masten immer häufiger wurden, weil sich diese Pilze mangels Konkurrenz durch kupferempfindliche Arten ungestört ausbreiten und entwickeln konnten. In den vierziger Jahren dieses Jahrhunderts wurde der Ausfall an Leitungsstangen so groß, daß sich der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) veranlaßt sah, im Jahr 1951 eine Kommission mit der Aufgabe zu betrauen, Mittel und Wege zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit der Leitungsmasten zu suchen (5).

In den fünfziger Jahren war es gelungen, die klassischen Chrom-Fluor-Arsen-Salzgemische (CFA-Salze) in ihrer pilzwidrigen Wirkung gegen die Basidiomyceten, die damals einzig bekannten Holzzerstörer, hinsichtlich

¹ Referat, gehalten anlässlich der holzwirtschaftlichen Kolloquien der ETH, Wintersemester 1967/68.

der Auslaugbeständigkeit und der Anwendbarkeit in verschiedenen Imprägnierverfahren so zu verbessern, daß diese Schutzmittel eine weite Verbreitung fanden. Erst allmählich erkannte man ihre schlechte Wirkung gegen die erst seit etwa 20 Jahren als Holzzerstörer erkannten sogenannten Moderfäulepilze aus den Ordnungen der Ascomyceten und der Fungi imperfecti. Es wurden dann in der Folge arsenhaltige und auch weniger giftige, arsenfreie Schutzmittel entwickelt, die sowohl gegen die Basidiomyceten, die kupferresistenten mit eingeschlossen, wie auch gegen die Moderfäulepilze gute Wirkung zeigen.

Holzschädlinge

Der Schutz von Bauholz richtet sich gegen holzzerstörende und holzverfärbende Pilze sowie gegen holzfressende Insekten.

Die in den letzten Jahren untersuchten Schadenfälle zeigen, daß in der Schweiz der echte Hausschwamm (*Merulius lacrimans*) in ältern Gebäuden in Kellern und in Parterreräumen, vor allem wenn sie nicht unterkellert sind, der weitaus häufigste und gefährlichste Holzzerstörer ist. In neueren Gebäuden tritt bei Verarbeitung von ungenügend getrocknetem Holz oder bei Feuchtigkeitseinwirkung infolge mangelhafter Isolierung gegen Bodenfeuchtigkeit, Kondenswasserbildung oder undichter Wasserleitungen vor allem der Kellerschwamm (*Coniophora cerebella*) als Schädling auf. An bewetterten Holzteilen, zum Beispiel an Holzfassaden, sind Tannen- und Zaunblättling (*Lenzites abietina* und *Lenzites sepiaria*) die häufigsten und gefährlichsten Schädlinge. Diese beiden nahe verwandten Arten zählen zu den wichtigsten Zerstörern von im Freien verbautem Nadelholz. In Leitungsstangen, Zäunen, Lawinenverbauungen, Eisenbahnschwellen usw. lassen sich noch zahlreiche andere Pilze feststellen, darunter auch mikroskopische Arten, die als Moderfäuleerreger auftreten. An bewetterten Holzteilen von Fassaden und Fenstern sowie an Zäunen verursachen Bläuepilze durch Verfärbung des Holzes und Zerstörung von Farbanstrichen große Schäden, allerdings beeinträchtigen sie die Holzfestigkeit kaum. Alle diese Pilze benötigen zu ihrer Entwicklung Feuchtigkeit. Bei Wassergehalten des Holzes von weniger als 20 Prozent ist eine Pilzentwicklung aber ausgeschlossen.

Unter den holzfressenden Insekten verursacht der Hausbockkäfer (*Hylotrupes bajulus*) an verbautem trockenem Nadelholz die größten Schäden. Leider stehen uns noch keine genauen Unterlagen über die Verbreitung des Hausbockes in der Schweiz zur Verfügung, doch steht fest, daß er der am meisten bekämpfte Holzschädling ist. Beachtliche Schäden an Nadel- und Laubholz, vor allem in Wohnungen, rühren vom gewöhnlichen Nagekäfer (*Anobium punctatum*), auch «Totenuhr» genannt, her. Auch die Splint- oder Parkettkäfer (*Lyctus brunneus* bzw. *L. linearis*), die zum Teil bei der Einfuhr ausländischer Hölzer eingeschleppt werden, verursachen an verbautem Holz und Holzwerkstoffen Schäden.

Holzschutzmittelprüfung

Die Entwicklung von Holzschutzmitteln ist abhängig von der Holzschutzmittelprüfung. Die rasch fortschreitende technische Entwicklung auf dem Gebiet des Holzschutzes bedingt die Anwendung von Laborprüfmethoden, die in kurzer Zeit zuverlässige Resultate ergeben und die zur Verbesserung der Bewertungsgrundlagen mit den Resultaten von praxisnahen Prüfungen kombiniert werden müssen. Da sich die Bewertung von Schutzmitteln auf Ergebnisse der Prüfungen chemischer, biologischer und technischer Eigenschaften stützt, soll noch auf einige prüftechnische Probleme hingewiesen werden, die mindestens zum Teil noch nicht allgemein bekannt sein dürften.

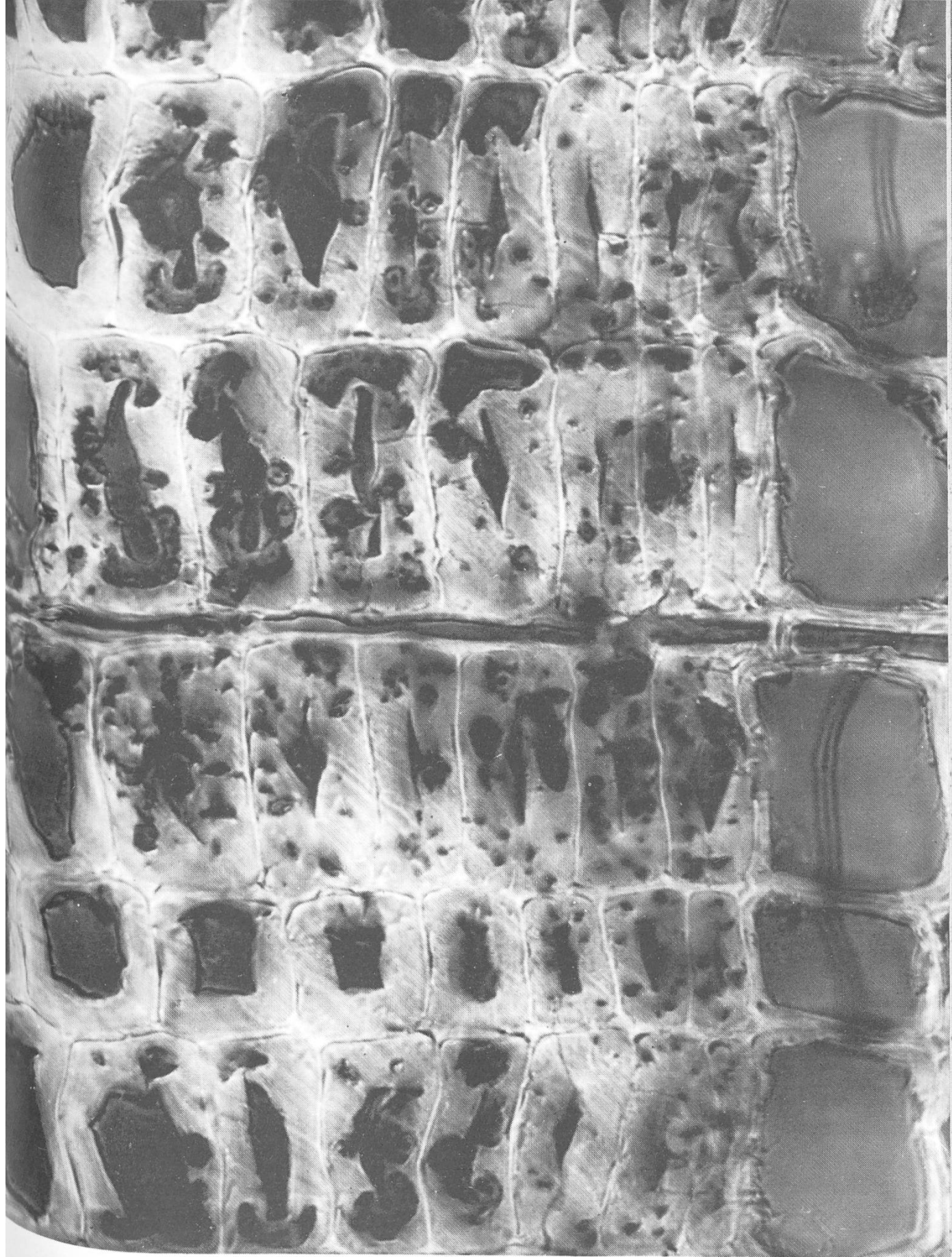
Prüfung der pilzwidrigen Wirkung: Die Auswahl der Pilzarten für die Prüfung erfolgt nach Häufigkeit, Vorkommen, Fähigkeit der Holzerstörung und Widerstandsfähigkeit gegen verschiedene Schutzmitteltypen. Die in der Schweiz meist verwendeten Prüfpilze sind Kellerschwamm (*Coniophora cerebella*), echter Hausschwamm (*Merulius lacrimans*), fleischfarbener Porenschwamm (*Poria incarnata*), Tannenblättling (*Lenzites abietina*), daneben werden von Fall zu Fall auch einige andere wie der schuppige Sägeblättling (*Lentinus lepideus*), der Schmetterlingsporling (*Polystictus versicolor*) oder der Balkenblättling (*Lenzites trabea*) verwendet. Die Prüfungen der pilzwidrigen Wirkung werden nach der Kolleschalen-Klötzchen- oder nach der Erde-Klötzchen-Methode durchgeführt, die an anderer Stelle schon beschrieben worden sind (7).

Für die Prüfung von bläuehemmenden Schutzmitteln steht ebenfalls eine geeignete Laborprüfmethode zur Verfügung (1). Die Verschiedenartigkeit der Witterungseinflüsse, wie Regen, Licht- bzw. Strahlungs- und Temperaturwirkung, sowie das Schwinden und Quellen des Holzes können in einer Laborprüfung allein nicht genügend erfaßt werden, so daß diese in verschiedener Hinsicht noch problematisch erscheint. Zur Feststellung der Bewitterungsbeständigkeit einer Schutzbehandlung wird ein Teil der Proben einer sechsmonatigen natürlichen Bewitterung unterworfen. Zu einer endgültigen Bewertung muß man auf Ergebnisse von länger dauernden Bewitterungsversuchen in klimatisch verschiedenen Lagen abstellen.

Die Prüfung der moderfäulewidrigen Wirkung stellt neue prüftechnische Probleme. Die Moderfäule, die bei Laub- und Nadelhölzern auftritt, wird durch Ascomyceten und sogenannte Fungi imperfecti verursacht. Viele dieser Pilze, unter andern *Chaetomium globosum*, sind als Zerstörer von zellulosischen Textilfasern längst bekannt. Sie entwickeln sich besonders gut bei höherer Feuchtigkeit und Temperatur, deshalb verursacht die

Abbildung 1

Moderfäulebefall im Spätholz von Fichte. Sekundärwände mit längsverlaufenden Kanälen, die von Pilzhypen durchwachsen sind.



Moderfäule vor allem bei Hölzern, die mit dem Boden in Kontakt sind, größere Schäden. Die Pilzhypen durchwachsen die Sekundärzellwände von Spätholzzellen und erzeugen dabei charakteristische längsverlaufende Kanäle (Abbildung 1). Die Frage nach den am besten geeigneten Prüfpilzen ist noch nicht geklärt. Bisher wird bei Verwendung von Laubholz, meistens Buche, mit *Chaetomium globosum* gearbeitet. Für die Prüfung von Schutzmitteln auf Nadelholz hat sich bisher nur das Erdvergrabungsverfahren als geeignet erwiesen, bei welchem die behandelten Holzproben einer kompliziert zusammengesetzten Mikroflora der verwendeten Erde ausgesetzt werden. Dieses Verfahren eignet sich auch für Laubholz.

Bei der Methode der EMPA zur Prüfung der moderfäulewidrigen Wirkung von Schutzmitteln werden Buchen- und Föhrensplintholzproben von zunächst 12 cm Länge, 1,5 cm Breite und 0,5 cm Dicke verwendet. Die Jahrringe stehen senkrecht zur größten Fläche. Die Proben müssen hinsichtlich Gleichmäßigkeit der Struktur, der Jahrringbreite und -stellung sorgfältig ausgewählt werden. Nach Akklimatisierung und Bestimmung der Anfangsgewichte werden die Proben mit Lösungen steigender Konzentrationen des zu prüfenden Schutzmittels imprägniert, wobei die Schutzmittelaufnahmen gewichtsmäßig bestimmt werden. Nach Ablauf der festgelegten Trocknung, Lagerung und eventuell Auslaugung in Wasser werden die Holzproben halbiert. Die eine Probenhälfte von $6 \times 1,5 \times 0,5$ cm Größe wird anschließend der biologischen Prüfung unterworfen, und die andere dient bei der Biegefestigkeitsprüfung (Abbildung 2), die neben der Bestimmung der durch die Pilze verursachten Gewichtsverluste als zweites Bewertungskriterium verwendet wird, als Vergleichsprobe. Die Biegefestigkeitsprüfung ist hauptsächlich bei der Prüfung mit Nadelholzproben wertvoll, weil hier die Gewichtsverluste verhältnismäßig klein ausfallen. Die Abbildung 3 zeigt die gute Übereinstimmung des Verlaufes der Gewichts- und Biegefestigkeitsverluste in Abhängigkeit der Schutzmittelaufnahme.

Feldversuche, wie sie in der Schweiz für die Prüfung von Holzschutzimprägnierungen mit Leitungsstangen (6), Lawinenverbauungen und Außenanstrichen an verschiedenen Standorten unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen durchgeführt werden (9), haben sich für eine endgültige Bewertung von Schutzmitteln als Ergänzung der Laborprüfungen als notwendig erwiesen (Abbildung 4).

Prüfung der insektenwidrigen Wirkung: Für die Prüfung von Holzschutzmitteln gegen Insektenschäden werden zur Hauptsache Larven des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus*) verwendet. Je nachdem, ob ein Holzschutzmittel für Bekämpfung eines vorhandenen Insektenbefalles oder zur vorbeugenden Verhütung eines Befalles von neuem Holz bestimmt ist, wird es auf bekämpfende oder vorbeugende Wirkung geprüft (7). Von der vorbeugenden Wirkung muß, im Gegensatz zur zeitlich beschränkten bekämpfenden Wirkung eine gute Dauerhaftigkeit verlangt werden, sollte doch die

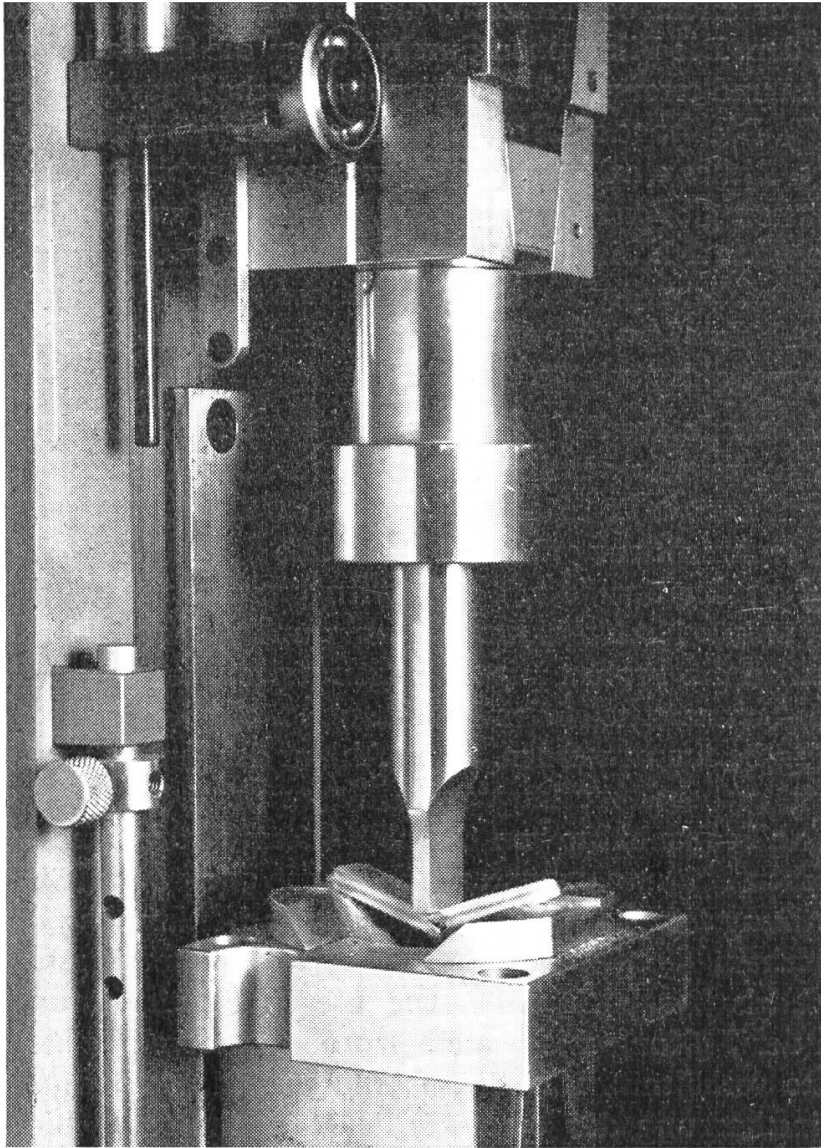


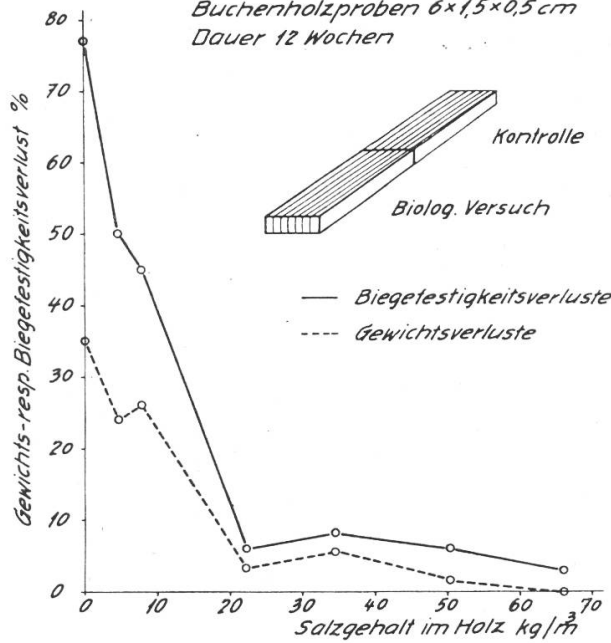
Abbildung 2

Moderfäuleprüfung. Bestimmung der Biegefestigkeit der Holzproben mit Amsler-Dynamometer in Druckstellung.

Wirkung über Jahre anhalten. Zur Prüfung der Dauerhaftigkeit werden die behandelten Holzproben bis zu zehn und mehr Jahren unter einem nach Süden exponierten Ziegeldach, das heißt unter praxisnahen Verhältnissen gelagert und von Zeit zu Zeit wieder der biologischen Prüfung unterworfen. Um schon vor Ablauf der lange dauernden Lagerung der Proben etwas über die Dauerhaftigkeit aussagen zu können, werden jetzt auch zeitraffende Versuche durch Exposition der Proben in einem Windkanal (Abbildung 5) bei bestimmter Windgeschwindigkeit und festgelegtem Temperaturwechsel durchgeführt (2). Auf diese Weise können nach einem Jahr schon Anhaltspunkte über eine etwa zehnjährige Dauerhaftigkeit gewonnen werden (Tabelle 1).

Moderfäuleprüfung

Erdvergrabungsverfahren
 Buchenholzproben 6×1,5×0,5 cm
 Dauer 12 Wochen



8.1.68

EMPA-C St. Gallen

Abbildung 3

Verlauf der Gewichts- und Biegefestigkeitsverluste bei der Moderfäuleprüfung in Abhängigkeit des Schutzsalzgehaltes.

Tabelle 1

Dauerhaftigkeit der vorbeugenden Wirkung gegen Hausbocklarven nach Alterung im Windkanal

| Schutzmittel | Larven nicht eingebohrt, tot, in % nach: | | | |
|--------------|--|-----|-----|-----|
| | Monaten | | | |
| | 0 | 3 | 6 | 12 |
| A-G | 100 | 100 | 100 | 100 |
| H | 100 | 92 | 33 | 12 |
| J | 79 | 15 | 0 | |

Der kosmopolitische braune Parkettkäfer (*Lyctus brunneus*) verursacht auch in der Schweiz an einheimischen und importierten tropischen stärkehaltigen Laubhölzern, wie zum Beispiel Eiche, Nußbaum, Limba, Fuma und anderen, Schäden. Er erzeugt charakteristische längsverlaufende Bohrgänge (Abbildung 6). Da dieses Insekt sehr geringe Feuchtigkeitsansprüche

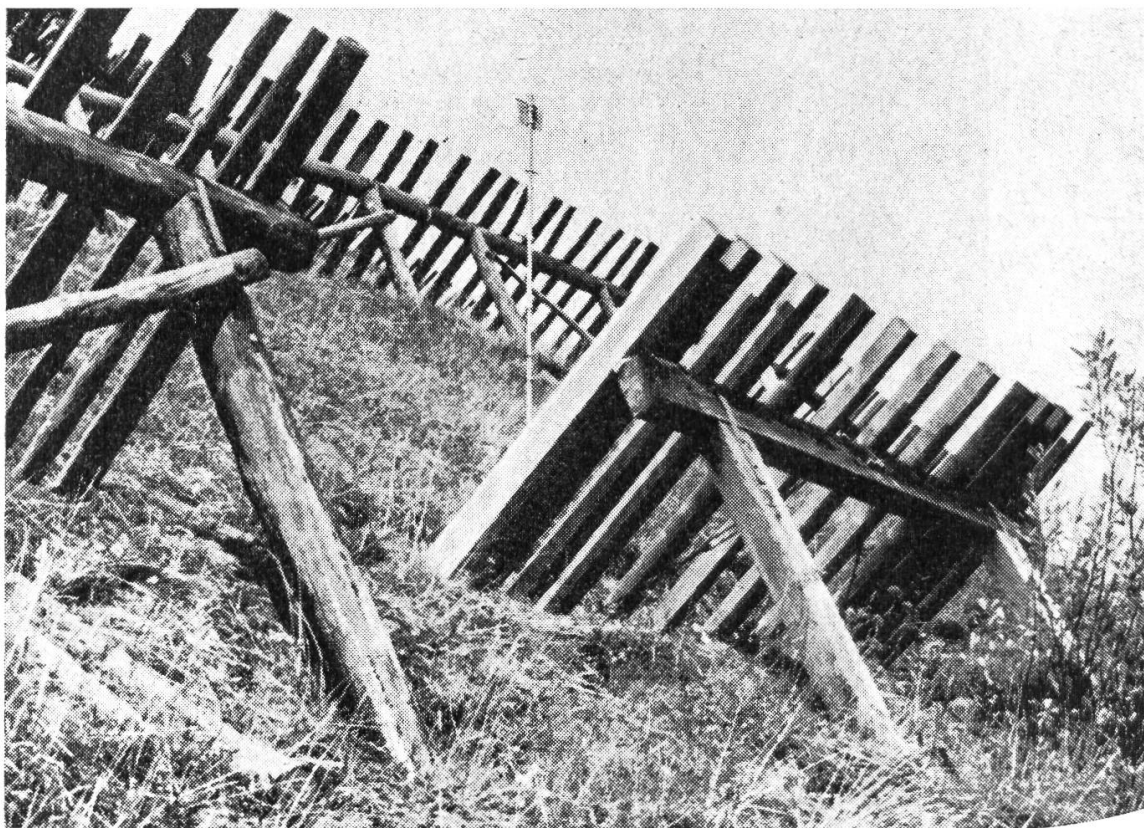


Abbildung 4

Ausschnitt aus Versuchslawinenverbau am Dorfberg Davos.

stellt, kann es auch für ausgesprochen trockenes Holz gefährlich werden. Der Parkettkäfer wird in den Laboratorien meist auf stärkehaltigem Eichen-splintholz gezüchtet. In unserer Zucht verwenden wir auch ein künstliches Futter aus Sägemehl, Zellulose, Stärke und Hefeextrakt (mit Vitamin-B-Komplex und hochwertigen Proteinen), auf dem er sich viel rascher und besser entwickelt. Es muß aber noch abgeklärt werden, ob das künstliche Futter einen Einfluß auf das physiologische Verhalten der Tiere gegenüber Holzschutzmitteln ausüben kann. Damit steht der EMPA ein weiteres Insekt für die Prüfung von Holzschutzmitteln zur Verfügung.

Holzschutzmittel, deren Entwicklung und Eigenschaften

Die Wirkung einer Schutzbehandlung ist von der Qualität des Schutzmittels, von der Art, den Dimensionen, dem physikalischen Zustand des Holzes, aber auch von der Qualität der Arbeit bei der Ausführung einer Schutzbehandlung abhängig (8). Gerade die Qualität der Arbeit wird oft vernachlässigt, was jeweils zu unliebsamen Überraschungen führen kann. Es werden wasserlösliche Schutzmittel aus Salzen, in organischen Lösungsmitteln lösliche, sogenannte ölige Schutzmittel und solche in Form von Emulsionen hergestellt und verwendet.

Entwicklung bei wasserlöslichen Schutzmitteln: Heute werden meist Gemische von Salzen verwendet.

Um Schutzmittel bzw. deren Eigenschaften entwickeln zu können, ist es notwendig, die Schädlinge, gegen welche das Mittel eingesetzt werden soll, genau zu kennen.

Am Beispiel der Leitungsstangenimprägnierung kann die Entwicklung der salzartigen anorganischen Schutzmittel in der Richtung zu immer wirksameren und mit einem breiteren Wirkungsspektrum ausgestatteten Schutzmitteln gut verfolgt werden (Tabelle 2).

Tabelle 2
Pilzwidrige Wirkung von Schutzmitteln

| Schutzmittel-Typ | Grenzwerte in kg je m ³ Holz | | | |
|--------------------|---|------------|------------|------------|
| | Braunfäule | | Moderfäule | |
| | Original | ausgelaugt | Original | ausgelaugt |
| CuSO ₄ | 25–50 | > 50 | 4 | ca. 15 |
| CFA-Salz | 2,2 | 11 | > 50 | > 60 |
| CF-Salz | 3 | 14 | ca. 50 | > 60 |
| CKA-Salz | 6 | 12 | 7 | 15 |
| CKB-Salz | 2,5 | 20 | 4 | 10 |
| CKF-Salz | 2,8 | 12 | 5 | 6 |
| PCP* | 2 | 3 | 4 | 4,5 |
| DNP** | 6 | 30 | 7 | 30 |
| HgCl ₂ | 0,7 | 0,7 | — | > 30 |
| Steinkohlen-Teeröl | 30 | 30 | — | > 120 |

Braunfäuleprüfung nach DIN 52176 mit Föhrenholz.

Moderfäuleprüfung im Erdvergrabungsversuch mit Föhrenholz.

* PCP = Pentachlorphenol

** DNP = Dinitrophenol

Seit dem letzten Jahrhundert wurde in der Schweiz Kupfersulfat verwendet. Die schon erwähnten Mängel dieses Salzes führten dann zur Entwicklung der alten und dann der sauren Chrom-Fluor-Arsen-Salzgemische (CFA-Salze) mit sehr guter Wirkung gegen die Holzerstörer aus der Ordnung der Basidiomyceten, also auch der kupferresistenten Pilzarten. Gegen die neu als Holzerstörer erkannten Moderfäulepilze zeigten diese fluor- und

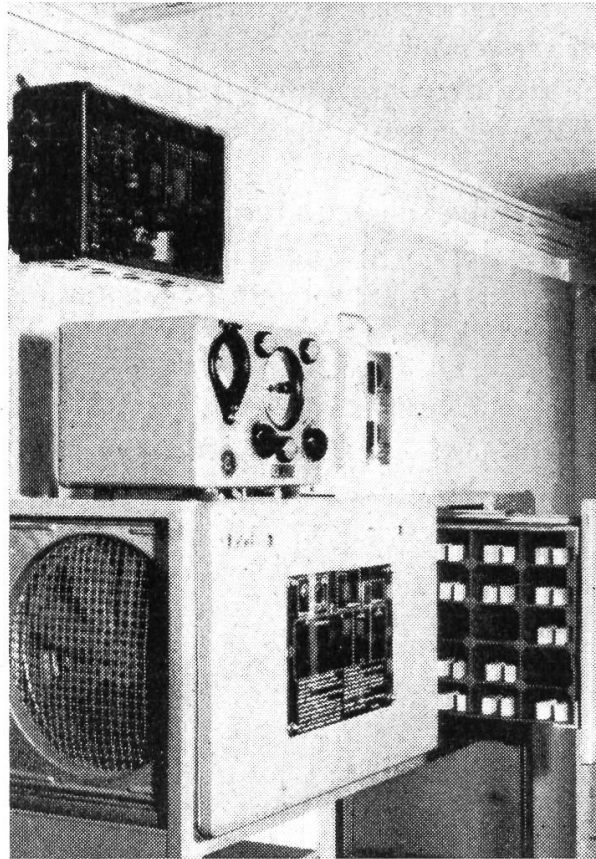


Abbildung 5

Windkanal zur zeitraffenden Prüfung der Dauerhaftigkeit der vorbeugend insektiziden Wirkung von Holzschutzmitteln. Das Probenfach ist herausgezogen.

arsenhaltigen Salze aber geringe Wirkung (4). Allgemein gute Wirkung ergaben die Chrom-Kupfer-Arsen-Salzgemische (CKA-Salze), weil die Kupferkomponente gute moderfäulewidrige Wirkung aufweist und die kupferresistenten Pilzarten durch die Wirkung der Arsensalze aufgehalten werden. Der Wunsch nach arsenfreien Schutzsalzen führte dann schließlich zur Entwicklung der Chrom-Kupfer-Bor- (CKB-Salze) und der Chrom-Kupfer-Fluor-Salzgemische (CKF-Salze). Dieses Beispiel zeigt, daß zwischen der Erweiterung der Kenntnisse über die Holzschädlinge und der Entwicklung der Schutzmittel bzw. deren Eigenschaften ein direkter Zusammenhang besteht. Als Erfolg dieser Entwicklung kann festgestellt werden, daß die früher häufigen durch *Poria vaporaria* verursachten Schäden an Leitungsstangen, die zu großen vorzeitigen Stangenausfällen geführt haben, selten geworden sind und daß dadurch innerhalb von etwa 12 Jahren eine Verlängerung der mittleren Standdauer von etwa 24 auf über 30 Jahre erreicht werden konnte. Es muß allerdings festgestellt werden, daß eine gute biologische Wirkung noch kein gutes Schutzmittel ausmacht. Verschiedene chemisch-physikalische und technische Eigenschaften müssen ebenfalls einen gewissen Stand erreicht

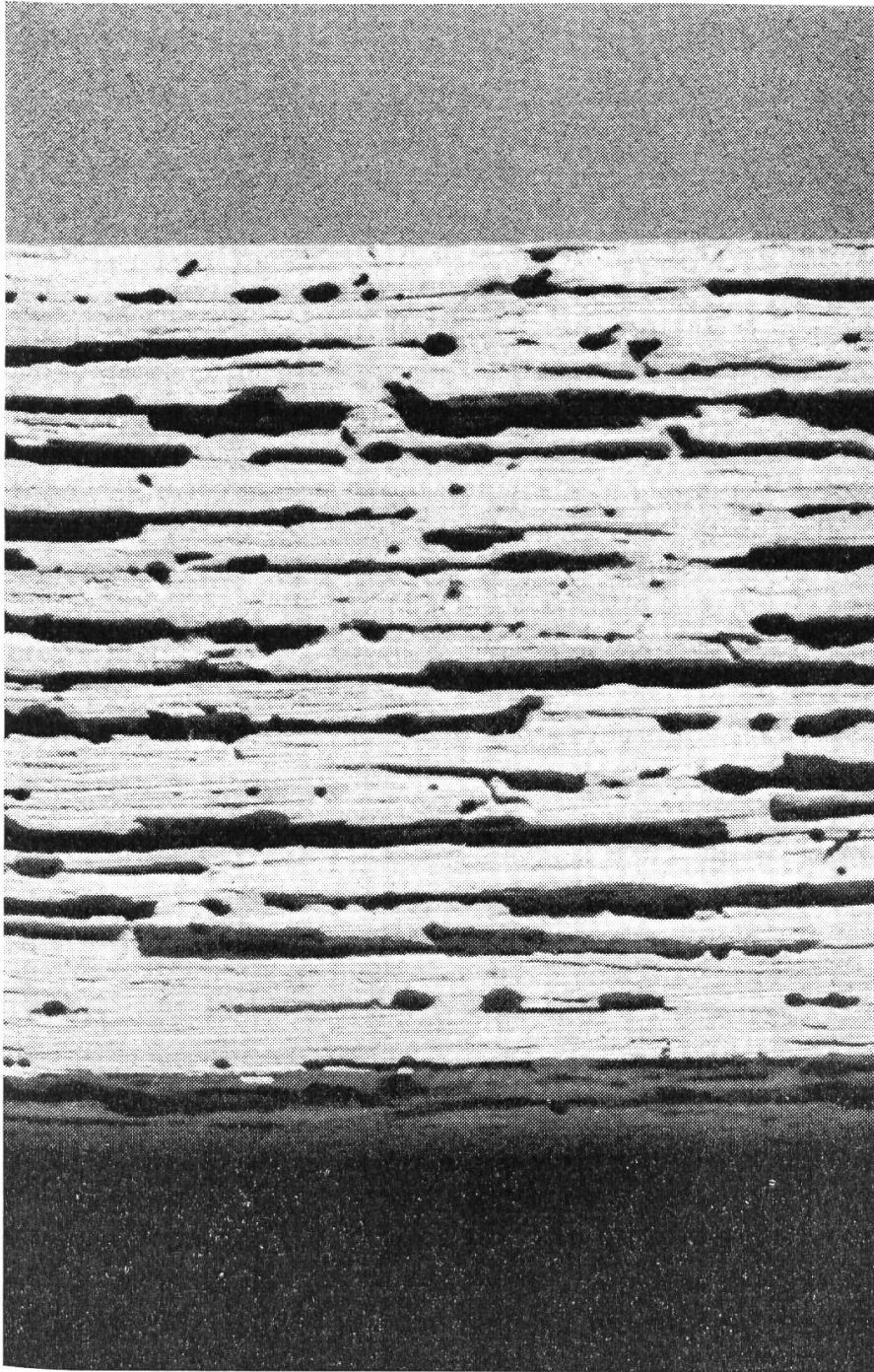


Abbildung 6

Holzbrett mit längsverlaufenden Fraßgängen von *Lyctus brunneus*.

haben. So bestimmt die Diffusionsfähigkeit eines Schutzmittels dessen Verteilungsfähigkeit im Holz und die Wahl des anzuwendenden Imprägnierverfahrens. Die Fixierung im Holz bzw. die Auslaugbarkeit wiederum ist für die Wirkungsdauer einer Imprägnierung ausschlaggebend. Diese Eigenschaft ist vor allem bei im Freien in der Erde oder im Wasser verbaulichem

Holz, wo ständig eine Auslaugwirkung vorhanden ist, sehr wichtig. Auch die Toxizität ist von großer Bedeutung und muß bei der Verwendung eines Holzschutzmittels berücksichtigt werden.

Ölige Schutzmittel: Ölige Schutzmittel werden sowohl zur Bekämpfung von Pilzen als auch von Insekten verwendet. Für die Insektenbekämpfung werden vorwiegend ölige Schutzmittel angewendet. In organischen Lösungsmitteln lösliche pilzwidrige und gegen Insektenbefall vorbeugend wirkende Substanzen sind zum Beispiel Kupfer- und Zinknaphtenat, Chlornaphtaline, Pentachlorphenol, organische Quecksilber- und Zinnverbindungen. Als gegen Insektenbefall vorbeugend wirkende Substanzen eignen sich schwerflüchtige Kontaktinsektizide wie zum Beispiel DDT oder Dieldrin sehr gut. Auch das an sich leicht verdunstbare Lindan ergibt eine erstaunlich gute Dauerwirkung. Die an der EMPA durchgeführten Prüfungen haben für verschiedene Schutzmittel eine Dauerhaftigkeit von 10 bis 15 Jahren ergeben. Mit solchen Präparaten kann bei einwandfreier Behandlung eines Dachgebälkes für die Zukunft eine große Sicherheit vor Insektenbefall gewährleistet werden, denn zur guten Schutzwirkung der Präparate kommt noch hinzu, daß die natürliche Befallswahrscheinlichkeit bis zu einem Alter des Holzes von etwa 25 Jahren immer geringer wird, ohne allerdings ganz zu verschwinden.

Zur Bekämpfung eines schon vorhandenen Insektenbefalles eignen sich Chlornaphtaline, die aber in neuerer Zeit weitgehend durch synthetische Kontaktinsektizide, wie zum Beispiel durch Lindan (= γ -Hexachlorcyclohexan) abgelöst worden sind. Die Bekämpfungswirkung, die auf der Wirkung einer ins Holz eindringenden gasförmigen Komponente beruht, kann nicht von Dauer sein. Sie muß nur solange wirken, bis der Insektenbefall abgetötet ist. Anschließend soll eine vorbeugend wirkende Komponente den Dauerschutz übernehmen und gewährleisten.

Bei organischen Schutzmitteln spielt die Verdunstbarkeit eine wichtige Rolle. Damit eine große Dauerhaftigkeit möglich ist, muß sie gering sein. Im allgemeinen ist die Auslaugbeständigkeit in Wasser gut. Verschiedene Chlorphenole sind lichtempfindlich und können photochemisch abgebaut werden, wobei an der Holzoberfläche Bleicheffekte und eine oberflächliche Zersetzung des Holzes eintreten können.

Ähnlich wie bei den wasserlöslichen spielt auch bei den öligen Schutzmitteln die Toxizität für die Art der Anwendung eine Rolle. In der Regel sind die Holzschutzmittel nicht nur für die zu bekämpfenden Pilze und Insekten giftig, sondern auch für uns Menschen. Deshalb ist bei der Anwendung immer äußerste Vorsicht am Platz. Um den Verbraucher möglichst gut vor Unfällen schützen zu können, müssen die Schutzmittel immer von einer Anwendungsvorschrift begleitet sein, die auf mögliche Gefahren, wie Toxizität, Explosions- und Brandgefahr, aufmerksam macht. In diesem Zusammenhang seien die Bestrebungen der Lignum für das Gütezeichen für Holzschutzmittel erwähnt.

Insektenbekämpfung durch Hochfrequenzbehandlung

Im Auftrag der Firma Brown, Boveri & Cie, Baden², durchgeführte Versuche mit Holzwespen- (*Sirex spec.*) und Hausbocklarven (*Hylotrupes bajulus*) haben gezeigt, daß im Holz vorhandene Larven und Eier von holzfressenden Insekten durch geeignete Hochfrequenz-Wärmebehandlung sicher und vollständig vernichtet werden können. Resultate dieser Versuche sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Dieses Verfahren eröffnet der Insektenbekämpfung im Holz weitere Möglichkeiten.

Tabelle 3

Insektenbekämpfung durch Hochfrequenzbehandlung

| Tiere | Anzahl | Lage zur Feldrichtung | kV | Dauer Min. | Temp. | Tiere | |
|-------------------|--------|-----------------------|-----|------------|-------|-------|--------|
| | | | | | | tot | lebend |
| Sirex-Larven | 9 | senkrecht | 3 | 10 | | 9 | 0 |
| | 11 | parallel | 3 | 20 | 95 | 11 | 0 |
| Hylotrupes Larven | 10 | senkrecht | 3 | 10 | | 10 | 0 |
| | 10 | parallel | 4,2 | 10 | 97 | 10 | 0 |
| | 11 | senkrecht | 2,3 | 20 | 88 | 11 | 0 |
| | 10 | senkrecht | 2,5 | 30 | | 10 | 0 |
| | 10 | parallel | 2,5 | 30 | | 10 | 0 |
| | 10 | senkrecht | 6 | 2,5 | 70 | 10 | 0 |
| | 11 | parallel | 6 | 2,5 | 70 | 11 | 0 |
| | 20 | (Kontrolle) | — | — | — | 0 | 20 |
| Hylotrupes Eier | 50 | senkrecht | 1,5 | 10 | 80 | 50 | 0 |
| | 20 | (Kontrolle) | — | — | — | 5 | 15 |

Möglichkeiten und Grenzen des Holzschutzes

Baulicher und chemischer Holzschutz werden oft gegeneinander ausgespielt, aber völlig zu unrecht, da sie sich in der Praxis sehr wirksam ergänzen können. Der bauliche Holzschutz wird in Anbetracht der zwar vorhandenen, aber technisch noch nicht voll realisierten Möglichkeiten des chemischen Holzschutzes oft vernachlässigt. Dies sollte vermieden werden. Wo sollen nun diese beiden Möglichkeiten des Holzschutzes angewendet werden?

Baulicher Holzschutz: Der bauliche Holzschutz umfaßt die Maßnahmen zur Beschränkung der klimatischen Entwicklungsbedingungen. So werden

² Die Mitteilung der Resultate erfolgt unter Einwilligung durch die Firma Brown, Boveri & Cie, BBC Baden.

zur Verminderung oder Vermeidung von hoher Feuchtigkeit Schindelschirme und Vordächer oder Isolierungen und Dichtungen angebracht sowie Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen eingebaut (3). Ein charakteristisches Beispiel für den baulichen Holzschutz sind die überdachten Holzbrücken, deren Dauerhaftigkeit erfahrungsgemäß viel größer als bei nicht gedeckten Holzbrücken ist.

Bauliche Holzschutzmaßnahmen richten sich vorwiegend gegen Pilze, weil nur diese durch Feuchtigkeitsbegrenzung in ihrer Entwicklung sicher aufgehalten werden können. Sie sollen aber überall dort, wo Möglichkeiten dazu bestehen, angewendet werden.

Chemischer Holzschutz: Chemische Holzschutzmaßnahmen sind dort notwendig, wo keine oder keine sichere Möglichkeit besteht, durch bauliche Maßnahmen hohe Feuchtigkeit, welche die Entwicklung von Pilzen begünstigt, auszuschalten. Als Beispiele seien Eisenbahnschwellen, Leitungsstangen, Lawinenverbauungen, Lehrgerüste, Gerüstmaterial, Zäune und der Bewitterung ausgesetzte Holzbauten erwähnt. In vielen Fällen ist ein chemischer Schutz gegen Braunfäule möglich, wo er gegen oberflächliche Verfärbungen, zum Beispiel durch Bläuepilze, infolge Auslaugwirkung durch Bewitterung problematisch und zeitlich stark beschränkt ist.

Die als technische Holzschädlinge auftretenden Insekten sind durchweg Trockenholzinsekten. Durch bauliche Maßnahmen erreichbare Klimaänderungen, die zur Hauptsache eine Feuchtigkeitsverminderung zur Folge haben, reichen zu einer Entwicklungshemmung der Insekten nicht aus. Schäden durch holzerstörende Insekten können deshalb nur mit Hilfe von chemischen Schutzmaßnahmen mit Sicherheit vermieden werden.

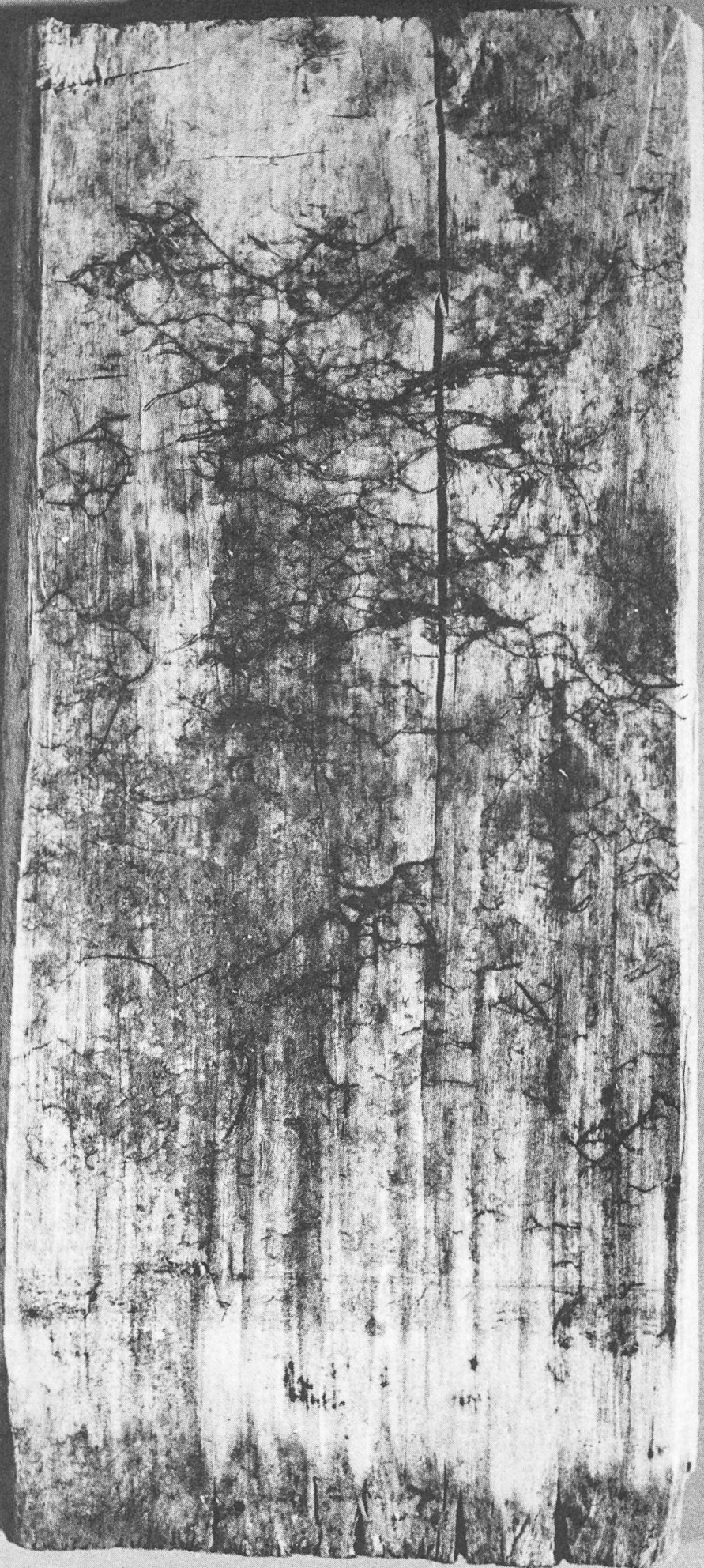
Beispiele von Schwammschäden

Im Rahmen der Aufgaben der EMPA wurden im Laufe der letzten Jahre viele Schwammschäden untersucht, die teils die Folge der Vernachlässigung baulicher oder chemischer Schutzmaßnahmen sind und die die Notwendigkeit solcher Maßnahmen aufzeigen.

Die Abbildung 7 zeigt einen vermorschten Bodenriemenabschnitt mit typischem Strangmyzel des Kellerschwammes (*Coniophora cerebella*) aus einem neuen Haus. Unmittelbar nach dessen Fertigstellung wurde der Boden mit einem Linoleum versehen, der die Austrocknung verunmöglichte und damit ein für die Pilzentwicklung günstiges Klima erzeugte. Ausgedehnte Vermorschungsschäden waren die Folge.

Abbildung 7

Bodenriemenabschnitt aus Fichte mit dunkelbraunem Strangmyzel des Kellerschwammes (*Coniophora cerebella*).





In andern Fällen entstanden Kellerschwammschäden als Folge der Verwendung von zu feuchtem Holz oder bei undicht gewordenen Zentralheizungsleitungen bei einer Bodenheizung. Ungenügende Kenntnisse der Entwicklungsbedingungen der Pilze wie auch der Eigenschaften der verwendeten Materialien oder unsorgfältige Durchführung der Installationsarbeiten sind hier die Ursachen der Entstehung der Schäden.

Die Abbildung 8 zeigt ein vom Kellerschwamm und von einem Porenschwamm teilweise vermorschtes Sattelholz aus einem Lehrgerüst. Durch geeignete Imprägnierung des Gerüstholzes könnten Pilzschäden und damit auch Unfälle weitgehend vermieden werden.

Wie schon erwähnt, ist der echte Hausschwamm in älteren Häusern der weitaus häufigste Schädling. Damit er sich entwickeln kann, ist nicht nur eine Infektion notwendig, es müssen auch geeignete Umweltsbedingungen herrschen damit eine Pilzentwicklung möglich wird. Einige Beispiele sollen dies zeigen:

In einem Keller eines Hauses in St. Gallen wurde in einem Haraß vom Hausschwamm infiziertes Abbruchholz aufbewahrt. Während zwei bis drei Jahren geschah nichts, bis infolge eines Gewitterregens eine Überschwemmung des Kellers eintrat. Die nunmehr günstigen Feuchtigkeitsverhältnisse führten zu einer plötzlich starken Pilzentwicklung. Das Pilzmyzel überwuchs eine Hurde aus Holz, durchwuchs die Kellermauern und schritt innerhalb weniger Monate im angrenzenden Gang und in der daneben liegenden Heizung zur Fruchtkörperbildung (Abbildung 9).

In einem auf etwa 1500 m ü. M. liegenden Kurort wurden in einem Untergeschoß eines Hotels Zimmer eingebaut. Die Tannenriemenböden wurden auf Balken verlegt, die direkt auf dem Untergrund lagen. Vorerst passierte nichts. Mit dem Versiegeln des Bodens wurde seine Wasserdampfdurchlässigkeit dann aber so verschlechtert, daß infolge des Feuchtigkeitsanstieges im Boden eine latent vorhanden gewesene Hausschwamminfektion anwachsen und ausgedehnte Schäden verursachen konnte. Der Pilz durchdrang auch das Mauerwerk und verursachte in einem benachbarten Zimmer am Holzboden und an einem Fichtentäfer, hinter welchem er etwa 50 cm hinaufwachsen konnte, ebenfalls starke Schäden (Abbildung 10).

Ein weiterer Hausschwammschaden in einer im Untergeschoß eines alten Hauses eines Mittellandstädtchens gelegenen Werkstatt mit Holzboden hatte folgende Ursache. Die den Holzboden tragenden Balken lagen wieder direkt

Abbildung 8

Sattelholz aus Lehrgerüst mit Strangmyzel des Kellerschwammes und weißem Myzel eines Porenschwammes.

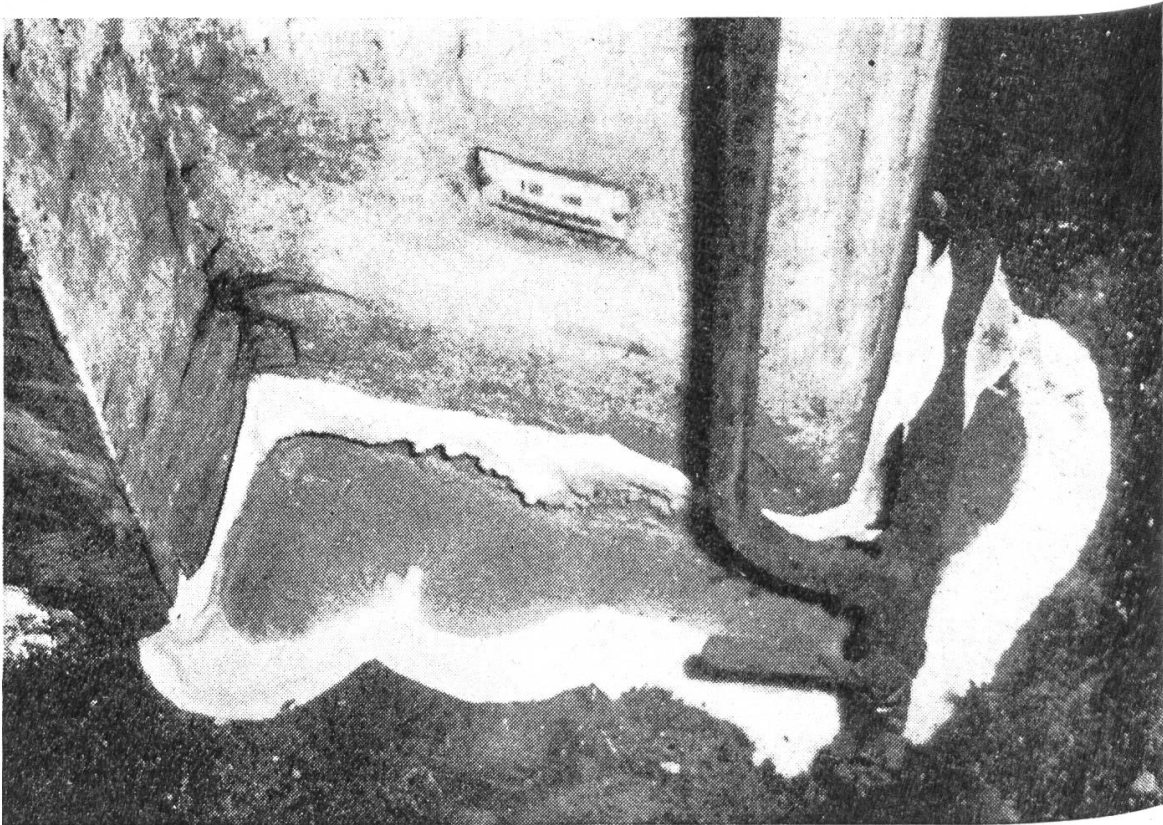


Abbildung 9

Fruchtkörperbildung des Hausschwammes (*Merulius lacrimans*) auf Betonboden im Keller (Heizung).

auf dem Untergrund. Die Werkstatt und damit auch der Boden sind etwa 25 Jahre vor der Entstehung des Schadens eingebaut worden. Auch hier war eine Hausschwamminfektion vorhanden, die nicht starten konnte. Eine innert kurzer Zeit aufgetretene starke Hausschwammentwicklung, die zu ausgedehnten Zerstörungen des Bodens und des Holztäfers führte, konnte auf das Einlaufen von Wasser aus einem undicht gewordenen Hydranten, der etwa 1 m neben dem Haus stand, zurückgeführt werden (Abbildung 11). Da direkt auf dem Untergrund verlegte Holzböden stark gefährdet und deshalb nicht geeignet sind, wurden in diesen Fällen zur Erneuerung der Böden andere, pilzbeständige, Materialien empfohlen.

In einem Kirchturm entwickelten sich an einzelnen Eichenbalken an der Westmauer der Glockenstube kurze Zeit nach Beendigung der Turmrenovation große Fruchtkörper des echten Hausschwammes. Die Untersuchung ergab, daß ein starker Eckstützbalken an unzugänglicher Stelle an der Außenseite gegen die Westmauer einen alten nicht sichtbaren Haus-

Abbildung 11

Hausschwammfruchtkörper auf dem Fichtenbretterboden einer Werkstatt im Untergeschoß.





Abbildung 10

Hausschwammbefall in Zimmer eines Untergeschosses. Holzboden und unterer Teil des Holztäfers zerstört.

schwammbefall aufwies, der nur langsam fortschritt. Während der Renovation des Turmes mußte die Ziegelbedachung während einiger Zeit entfernt werden. Regenfälle führten dann zu einer massiven Vernässung des Glockenstubengebälkes, welche zu einer raschen und starken Hausschwamm- und Fruchtkörperentwicklung führte.

Schließlich soll noch ein Hausschwammschaden an einem Bauernhaus mit Ständerkonstruktion und Holzverschalung erwähnt werden, bei welchem die ganze Westwand des Hauses infolge Zerstörungen durch den Hausschwamm einstürzte. Aufgrund der nachträglich durchgeführten Unter-

suchung konnte der Einsturz auf folgende Ursachen zurückgeführt werden. Das Wohnhaus erwies sich als nur teilweise unterkellert. Im nicht unterkellerten Teil wurde ein Badzimmer mit wasserdampfdurchlässigem Plättchenboden eingebaut. Der Raum von etwa 60 cm Höhe unter dem Badzimmer wies keine Lüftung auf. Beim Badzimmereinbau gelangte unglücklicherweise vom Hausschwamm infiziertes altes Holz in den darunter liegenden Raum. Die fehlende Lüftung bzw. die sich bildende hohe Feuchtigkeit im Zwischenraum unter dem Badzimmer ermöglichte eine starke Entwicklung des Hausschwammes. Das Myzel breitete sich aus und bewuchs auch große Teile der Ständerbalken. Mittels Strangmyzel mit bis zu bleistift-dicken Myzelsträngen konnte der Pilz die notwendige Feuchtigkeit aus dem Boden nachziehen und das Balkenwerk, insbesondere die Stützbalken bis auf Estrichhöhe soweit zerstören, daß die gesamte Westwand des Hauses zum Einsturz gebracht wurde.

Diese Beispiele zeigen sehr deutlich, daß durch geringfügige Eingriffe oder bauliche Änderungen sowie durch unsorgfältige Ausführung von Arbeiten das Mikroklima bzw. die Feuchtigkeitsverhältnisse auf kleinem Raum so geändert werden, daß sich Pilze entwickeln können. In vielen Fällen könnten solche Fehler durch gewissenhafte Überlegungen vermieden werden.

Pilzschäden an modernen vordachlosen Fassaden aus Holz

Gegenwärtig gibt es in der Architektur eine Strömung, die nach rein formal-ästhetischen Gesichtspunkten zu bauen scheint, die also alte, bewährte, baulich-konstruktive Schutzmaßnahmen vollständig vernachlässigt, indem vordachlose, ungeschützte Holzfassaden mit fassadenbündigen Fenstern erstellt werden. Auf diese Art wetterexponiert verarbeitetes Holz muß durch Pilze zerstört werden, besonders bei Wetterschenkeln von Fenstern und unteren Anschlägen.

Solche Schäden wurden bei Fabrikbauten, Schulhäusern und Wohnhäusern festgestellt. Die Umstände der Schadenentstehung sind immer sehr ähnlich. Die Schäden treten hauptsächlich an den nach Süden bis Westen exponierten Fassaden ohne Vordach auf. Oft sind auch Konstruktionsfehler vorhanden, wie mangelhafte Kittarbeiten, oder es kann Fugenbildung eintreten, die teils durch stark wärmeabsorbierende Anstriche gefördert wird. Die Folgen dieser Fehler sind Eindringen von Regenwasser und gleichzeitig gehemmte Austrocknung infolge wasserdampfdichter, nicht atmender Anstriche. Zudem fehlt auch jeder chemische Schutz. Bei diesen Fassade-schäden sind neben den die Anstriche schädigenden Bläuepilzen der Tannenblättling (*Lenzites abietina*) und der Zaunblättling *Lenzites sepiaria*) die häufigsten das Holz vermorschende Schädlinge (Abbildung 12).

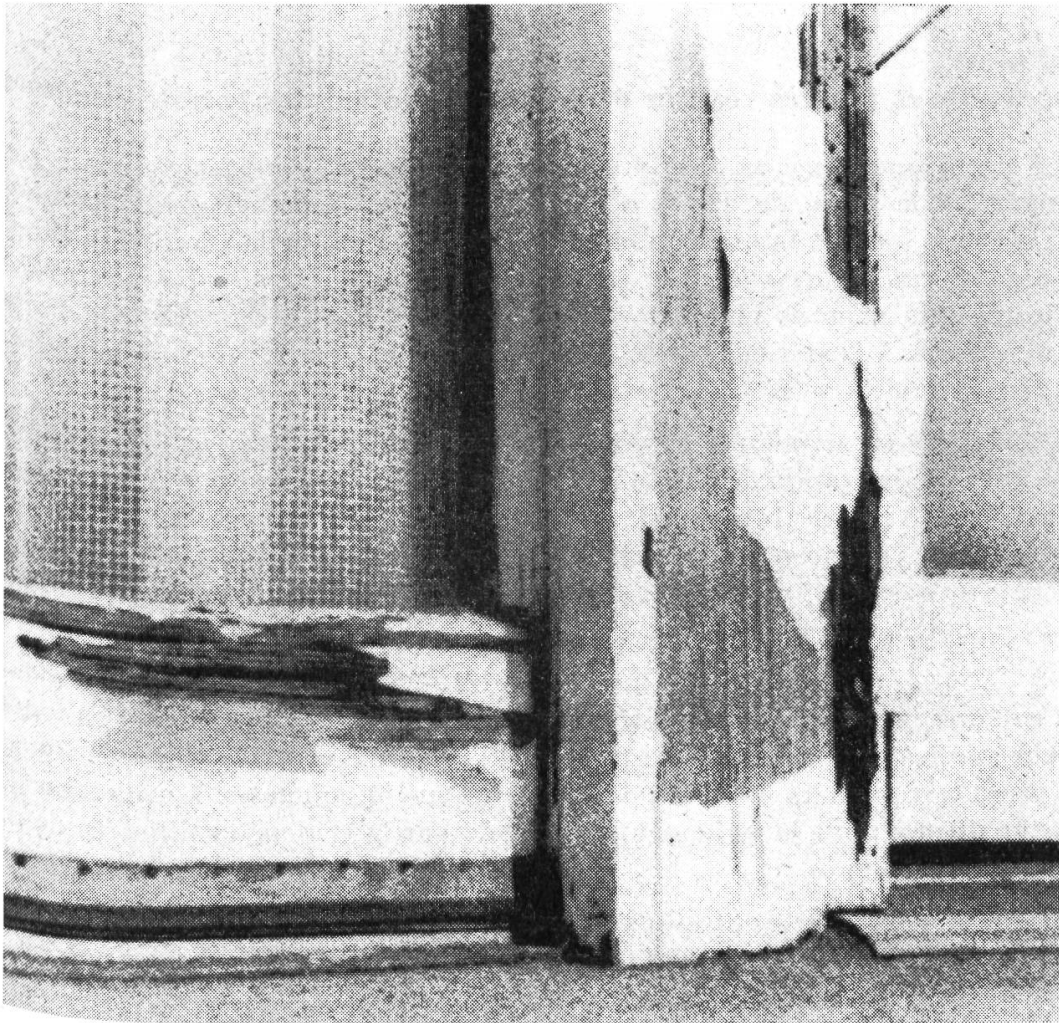


Abbildung 12

Pilzschäden an Fenstern einer vordachlosen Hausfassade.

Wenn schon unter Vernachlässigung von jedem baulichen Holzschutz gebaut werden soll, so müßte doch vernünftigerweise ein einwandfreier chemischer Schutz des Holzes in Betracht gezogen oder angestrebt werden. Diese gegenwärtige Phase der Architektur, die wahrscheinlich noch viele Pilzschäden im Gefolge haben wird, führt möglicherweise zu einer erneuten Benachteiligung des Holzes. Wenn aber frühzeitig genügend Einsicht kommt, können diese Schäden zu einer Aufwertung und Intensivierung des chemischen Schutzes von in Gebäudefassaden und Fenstern verarbeitetem Holz und zu einer Wiederbeachtung und Weiterentwicklung des baulichen Holzschutzes führen. Damit würde dem Holz ein großer Dienst erwiesen.

Résumé

Expériences et progrès réalisés dans la préservation des bois de construction

Le développement des produits de préservation est souvent influencé par la fréquence et le genre de dégâts occasionnés par les champignons et les insectes. Les ravageurs les plus fréquents sont à l'intérieur des bâtiments le champignon des maisons (*Merulius lacrymans*), le coniophore des puits (*Coniophora cerebella*), le capricorne des maisons (*Hylotrupes bajulus*), la vrillette domestique (*Anobium punctatum*) et, à l'extérieur sur les bois ouvragés, les lenzites (*Lenzites abietina* et *L. sepiaria*).

L'auteur discute quelques aspects de l'examen des produits de préservation, en particulier la vérification de leur action à l'encontre du bleuissement et de la pourriture molle; il décrit brièvement la méthode utilisée par l'EMPA pour tester les moyens de lutte contre cette dernière. Dans le chapitre de la lutte contre les insectes sont relevées l'importance des tests de durabilité des traitements préventifs par application d'insecticides et la possibilité d'une vérification rapide de leur efficacité.

Le développement et les propriétés des divers produits sont indiqués en fonction de leur application: dans l'imprégnation des poteaux pour les solutions aqueuses, dans la lutte contre les insectes pour les solutions oléagineuses. L'utilisation de la haute fréquence dans le traitement insecticide par la chaleur est illustrée de quelques résultats obtenus.

L'auteur évoque les possibilités futures et les limites de la prévention chimique et discute sur la base de quelques exemples les causes du déclenchement de ravages dans d'anciennes et modernes constructions.

Traduction: Matter

Literatur

- (1) Butin, H.: Ein neues Verfahren zur Bewertung der bläuewidrigen Wirksamkeit öliger Grundiermittel. Holz als Roh- und Werkstoff, 19 (1961), H. 5, S. 201
- (2) Gersonde, M.: Windkanal für zeitraffende Prüfung der Verdunstbarkeit von Holzschutzmitteln. Materialprüfung 2, (1960), Nr. 8, 307–308
- (3) Kühne, H.: Holzschutz als Aufgabe des projektierenden Baufachmannes. Schweiz. Bauzeitung, 84 (1966), H. 5
- (4) Theden, G.: Bestimmung der Wirksamkeit von Holzschutzmitteln gegenüber Moderfäulepilzen durch ein Erd-Eingrabe-Verfahren. Holz als Roh- und Werkstoff, 19 (1961), H. 9, S. 352–357
- (5) Wälchli, O.: Über Anlage und Durchführung der Freilandversuche des VSE zur Prüfung von Stangenimprägnierungen. Bull. SEV 45 (1954), Nr. 23
- (6) Wälchli, O.: Bericht über die Versuche des VSE zur Prüfung von Stangenimprägnierungen. Bull. SEV (1958), Nr. 13
- (7) Wälchli, O.: Die biologische Prüfung von Holzschutzmitteln. Chimia, 14 (1960), S. 78–83
- (8) Wälchli, O.: Anforderungen an Holzschutzimprägnierungen zur Bekämpfung von Pilz- und Insektenschäden. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen (1962) Nr. 5, S. 215–233
- (9) Wälchli, O.: Holzschutz bei Außenbauten. Hoch- und Tiefbau, 65 (1966), S. 648–662