Der echte Hausschwamm – Erfahrungen über Ursachen und Wirkungen seines Auftretens*

O. Wälchli

Eidgenössische Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, St. Gallen, Schweiz

Es wird über Erfahrungen mit dem echten Hausschwamm in der Schweiz berichtet. Die geographische Verbreitung erstreckt sich über das gesamte Gebiet der Schweiz und auch bis hoch in die alpine Region. An Beispielen wird die Bedeutung des Mechanismus der Ausbreitung bzw. der Verschleppung aufgezeigt. An ausgewählten Schadensfällen werden die Ursachen des Auftretens des echten Hausschwammes und der Entstehung von Schäden demonstriert. Bestimmte physiologische Eigenschaften des Hausschwammes sind für sein Auftreten bestimmend. An Hand von Versuchsergebnissen wird schließlich auf die Frage einer zusätzlichen Befeuchtung des Holzes durch den Pilz selbst eingegangen.

The Dry Rot Fungus – Experience on Causes and Effects of its Occurrence in Switzerland

The experience made with the dry rot fungus in Switzerland is reported. The geographic area of distribution covers the whole territory of Switzerland and reaches as far as the upper alpine region. With the aid of some examples the importance of the mechanism of propagation and spreading respectively is shown. The causes of the occurrence of dry rot and the development of the damage are demonstrated by means of selected examples. Some physiological properties of the dry rot fungus are decisive for its occurrence. Finally, the question of additional moistening of the wood by the fungus itself is discussed.

1 Einleitung

Der echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans*) ist wohl der gefährlichste in Häusern vorkommende Holzzerstörer. Er zerstört viele Holzarten (Wälchli, 1973) und zeichnet sich durch Eigenschaften aus, die seine Bekämpfung im Vergleich zu andern Pilzen schwieriger machen. Dabei ist nicht die Sanierung an sich das größte Problem, sondern das Verhindern seiner weiteren Verschleppung. Es ist deshalb nicht erstaunlich, daß dieser Holzzerstörer sowohl in der Wissenschaft wie auch in der Praxis immer wieder großes Interesse weckt.

Der echte Hausschwamm tritt auch in der Schweiz sehr häufig auf. Hier soll über eigene, aber auch über Erfahrungen aus der Praxis der Schwammsanierung berichtet werden¹. In der Schweiz sind Hausschwammschäden bisher nicht so gehäuft aufgetreten, wie dies nach dem zweiten Weltkrieg nach Theden (1953) in Berlin der Fall war. Eine erhöhte Bedeutung erlangte der Hausschwamm allerdings im Zusammen-

hang mit den vielen nachträglich in Gebäuden eingebauten Luftschutzkellern aus Holz. Mangels Arbeitskräften und bauphysikalischen Kenntnissen und infolge der Dringlichkeit, mit welcher diese baulichen Veränderungen durchgeführt werden mußten, wurden dabei Fehler gemacht, die zu Hausschwammschäden führten.

2 Erkennung

Die einwandfreie Erkennung bzw. Bestimmung des echten Hausschwammes ist von großer Bedeutung. Solange Fruchtkörper und typische Mycelien vorliegen oder Sporen nachweisbar sind, gibt es in der Regel keine besonderen Schwierigkeiten, seine Merkmale sind von zahlreichen Autoren beschrieben worden (Bavendamm, 1951, 1969; Lohwag, 1955; Nüesch, 1927; Findlay, 1951). Es gibt aber immer wieder Fälle, in denen eine sichere Identifizierung mühsam ist.

3 Vorkommen und Verbreitung

Der echte Hausschwamm kommt in allen Regionen der Schweiz bis hinauf in die alpine Stufe vor (Wälchli, 1970). Dies hängt damit zusammen, daß die mikroklimatischen Unterschiede im Innern von Gebäuden auch in verschiedenen Höhenlagen gering sind. Neben vielen Schäden im schweizerischen Mittelland (kolline Stufe), im Tessin und im Voralpengebiet (kolline bis montane Stufe) wurden auch zahlreiche Hausschwammschäden in der subalpinen und alpinen Höhenstufe bis auf 1805 m ü. Meer (Tabelle 1) untersucht.

Von den in der Zeit von 1958–1979 total untersuchten 178 Schwammschäden waren 79 (=44%) Hausschwammschäden. Über die Anzahl der in der Schweiz sanierten Fälle gibt es keine genauen Unterlagen. Zwei Firmen, die Schwammsanierungen durchführen, haben pro Jahr zwischen etwa 10–40, beziehungsweise 60–100 Hausschwammsanierungen durchzuführen, wobei von Jahr zu Jahr große, z.T. klimatisch bedingte Schwankungen auftreten können. In warmen Sommern, welche feuchtnassen Jahren folgen, treten Schäden gehäuft auf. Die Hausschwammsanierungen machen etwa $\frac{1}{3}$ aller Schwammsanierungen aus. Dieser Anteil stimmt mit Angaben von Hickin (1963) überein, der in Großbritannien ebenfalls einen Anteil von $\frac{1}{3}$ festgestellt hat. Die meisten Sanierungen fallen in die Zeit vom April bis Oktober, weil in dieser Zeit die Luftfeuchtigkeit in Kellern stark ansteigt.

Die Hausschwammsanierungen in Privathäusern überwiegen stark. Es folgen Sanierungen in gewerblichen Betrieben, in Restaurants und Hotels. Relativ häufig tritt der echte Hausschwamm auch in Kirchen, Kapellen und Klöstern

* Vortrag anlässlich der 15. Internationalen Holzschutztagung der DGfH in Kiel 1979

¹ Den Herren S. Affentranger (Lignum, Zürich), A. Frey (Fa. W. Christen und A. Frey, Zürich) und E. Wanner (Fa. A. Benz & Cie, Zürich) danke ich für wertvolle Auskünfte bestens.

Tabelle 1. In höheren Lagen des schweizerischen Alpengebietes untersuchte Hausschwammschäden

Beatenberg (Kt. Bern)	1121 m über Meer
Disentis (Kt. Graubünden)	1146 m über Meer
Campo (Kt. Tessin)	1300 m über Meer
Tarasp (Kt. Graubünden)	1414 m über Meer
Wiler (Kt. Wallis)	1421 m über Meer
Andermatt (Kt. Uri)	1444 m über Meer
Davos (Kt. Graubünden)	1588 m über Meer
Davos (Kt. Graubünden)	1629 m über Meer
St. Moritz (Kt. Graubünden)	1778 m über Meer
Pontresina (Kt. Graubünden)	1805 m über Meer

auf. Interessant ist hier die Feststellung, daß von den etwa 150 Kirchen, die von einer Firma saniert wurden, etwa $\frac{3}{4}$ reformierte und nur $\frac{1}{4}$ katholische Kirchen waren. Als plausible Erklärung für diese unerwartete Verteilung des Auftretens drängt sich die Tatsache auf, daß die reformierten Kirchen in der Regel nur am Wochenende benützt und deshalb in der Regel nur am Samstag und Sonntag geheizt werden. Die Folgen sind starke Temperaturschwankungen und Kondenswasserbildung.

Der echte Hausschwamm tritt vorwiegend in alten, aber auch in neueren Gebäuden auf. Sein niederes Temperatur-optimum von etwa 20 °C ist der Hauptgrund, daß er hauptsächlich in Keller- und Parterreräumen im Innern von Gebäuden auftritt (Wälchli, 1977), gelegentlich wurde er aber auch im Turmgebälk von Kirchtürmen und vereinzelt im Freien festgestellt.

4 Die wichtigsten Schadenursachen mit Beispielen

Damit Holz vom echten Hausschwamm besiedelt werden kann, muß eine Infektion eintreten und zum Anwachsen des Pilzes ausreichend Feuchtigkeit vorhanden sein. Wenn auch die Temperatur im Bereich von 18–22 °C liegt und kein Luftzug herrscht, ist das Klima auf kleinstem Raum für seine Entwicklung günstig.

Von großer Bedeutung ist die Frage nach der Art des Verlaufes einer Infektion. Infektionen durch Sporenanflug scheinen von geringerer Bedeutung zu sein. Erfahrungsgemäß wird der echte Hausschwamm in vielen Fällen durch Abbruchholz, das als Brennholz in Kellern aufbewahrt wird, dann durch Holzbehälter (Harasse, Kisten und Fässer), an denen Mycelteile haften oder die befallen sind, oder auch durch Säcke von einem Keller in den andern transportiert. Schließlich kann er auch mit dem Schuhwerk verschleppt werden. Fässer und Harasse wurden bei Schadenfällen in Restaurants und in Weinkellern mit Sicherheit als Infektionsträger festgestellt. Alt- bzw. Abbruchholz ist sehr häufig die Ursache von Hausschwammschäden in Privathäusern. Das Schuhwerk spielt bei Restaurants und bei öffentlichen Gebäuden als Transportmittel für Infektionen eine wichtige Rolle. Als typisches Beispiel für die Bedeutung des Schuhwerkes als Infektionsträger sei der Hausschwammbefall in einer Kirche einer kleineren Gemeinde erwähnt. Innerhalb von wenigen Jahren wurden in dieser Gemeinde 15 weitere Hausschwammfälle, die meisten in Privathäusern, einer in einem Restaurant und zwei Fälle in Gewerbebetrieben festgestellt. Die Verschleppung muß durch Kirchgänger erfolgt sein. Ähnliche Fälle sind auch aus Wohnkolonien bekannt.

Man stellt fest, daß die meisten Schadenfälle – in der Schweiz etwa 70% – innerhalb von etwa zwei Jahren nach Durchführung von Umbauten oder oft geringfügigen baulichen Veränderungen bei Renovierungen eintreten, die Feuch-

Bild 1. Infiziertes Abbruchholz führt bei Feuchtigkeitsanstieg mangels Lüftung oft zu Hausschwammschäden

Fig. 1. Infected waste wood may be the origin for dry-rot-fungus damage, when the moisture content is increased and the ventilation reduced

tigkeitserhöhungen zur Folge haben. Aber auch Überschwemmungen von Kellern nach starken Regenfällen, Wasserleitungsbrüche oder anderes können zu Schäden führen. Etwa $\frac{1}{5}$ der zu behebenden Hausschwammschäden sind Rückfälle nach unsachgemäßen Sanierungen.

Die wichtigsten Ursachen für das Auftreten des echten Hausschwammes sind:

Unachtsamkeit in baulicher Hinsicht:

- Erhöhung der Holzfeuchtigkeit durch feuchtigkeitsundurchlässige Boden- und Wandbeläge (Linoleum, Spannteppiche, Plättchen, Plastiktapeten, Anstriche und Holzversiegelungen).
- Baufehler, die das Einsickern von Regenwasser ermöglichen (falsche Geländeneigungen, fehlende oder falsch angeordnete Wasserabläufe und Sickerleitungen)
- Fehlende oder falsch angeordnete Wärmeisolierungen und Dampfsperren (Kondenswasserbildung)
- Kondenswasserbildung an Wasserleitungen
- Lüftungsfehler
- Raumklimaveränderungen infolge erhöhter Heizleistung, Klimaanlage, übermäßiger Wasserzerstäubung
- Undichte Dächer sowie undichte Wasser- und Heizungsleitungen
- Falsche Materialwahl

Andere Einwirkungen:

- Überschwemmungen von Kellern bei starken Regenfällen
- Wasserleitungsbrüche
- Anhaltend feuchte Witterung

Dazu einige konkrete Beispiele:

Fall 1: Lüftungsfehler. In einem militärischen Lagerraum ohne Lüftungsmöglichkeiten wurden etwa 2000 Paar Ski und die gleiche Anzahl Paare Skischuhe ohne Zwischenkontrolle übersömmert. Der Holzboden ist ohne Isolation direkt auf Erde verbaut. Infolge Feuchtigkeitsanstieg konnte der echte Hausschwamm an im gleichen Raum vorhandenem infiziertem Abbruchholz anwachsen (Bild 1) und sich im Holzboden ausbreiten (Bild 2). Ski und Schuhe wurden z.T. stark bewachsen. Im Anschluß daran durchgeführte Versuche zeigten, daß Leder nicht zerstört wird. Die Schuhe und ein großer

Bild 2. Starke Fruchtkörperentwicklung im nicht belüfteten Lager-
raum auf dem Holzboden, der ohne Isolation direkt auf Erde
verbaut wurde

Fig. 2. Development of large fruiting bodies on the wood floor of a
non-ventilated storage room; the floor is in direct contact with
the earth

Bild 3. Fruchtkörperbildung des echten Hausschwammes auf
Betonboden eines Kohlenkellers als Folge einer Überschwemmung
nach Gewitterregen

Fig. 3. Development of fruiting body by the dry-rot-fungus on the
concrete floor of a coal storage room, as a result of flooding

Bild 4. Hausschwammentwicklung mit Fruchtkörperbildung in
nicht unterkellerten Stube mit Holzboden und Spannteppich

Fig. 4. Development of dry-rot-fungus with fruiting bodies in a
dwelling room without cellar, the wood floor being covered with
a wall-to-wall carpet

Teil der Ski konnten nach Desinfektion weiter verwendet werden. Trotzdem entstand ein Schaden von über Fr. 50000.

Fall 2: Überschwemmung nach Gewitterregen. Nach einem starken Gewitterregen wurde der Keller unter Wasser gesetzt. Die Feuchtigkeit ermöglichte das Anwachsen einer in altem Brennholz vorhandenen Infektion. Der Pilz überwuchs eine Hürde aus Holz, durchdrang das Mauerwerk und bildete im benachbarten Kohlenkeller Fruchtkörper (Bild 3).

Fall 3: Feuchtigkeitsundurchlässige Bodenbeläge. Unter zahlreichen Beispielen mit verschiedenen Bodenbelägen (Lino-
leum, Spannteppiche, Plättchen) sei das folgende beschrieben: In einem etwa 200 Jahre alten Bauernhaus wurde die nicht unterkellerte Stube renoviert. Es wurde ein neuer Holzboden und ein neues Wandtäfer aus furnierten Spanplatten eingebaut. Der Holzboden wurde auf einer Balkenlage ohne Isolation wie bis dahin direkt auf den Untergrund verlegt. Zudem hat man einen Spannteppich mit wasserdampfundurchlässiger Rückenbeschichtung verlegt. Innerhalb von zwei Jahren trat im Holzboden an der Hausecke eine starke Entwicklung des echten Hausschwammes mit starker Fruchtkörperbildung ein (Bild 4). Eine wahrscheinlich seit Jahren latent vorhanden gewesene Infektion konnte sich infolge der Feuchtigkeitsstauung durch den Spannteppich entwickeln und Boden und Täfer in größerem Umfang zerstören. Mit Hilfe von Mycelsträngen (Bild 5) war es dem Pilz möglich von der feuchten Außenmauer des Hauses her Wasser nachzuziehen und relativ trockene Bodenpartien im Innern der Stube zu zerstören. Für die These des Wassernachzuges durch die Mycelstränge sprechen die durchwegs über dem Fasersättigungswert liegenden Wassergehalte von 32–66% der befallenen Holzpartien mit scharfen Übergängen auf Werte unter der Fasersättigung außerhalb der Befallsgrenzen.

Fall 4: Baufehler. Auch hier gibt es zahlreiche Beispiele von fehlenden Sickerleitungen bis zu falsch konzipierten Boden-
neigungen an Häusern und Hauseingängen. Beim gewählten Beispiel handelt es sich um einen großen Gewölbekeller (Bild 6). Auf einer Holzkonstruktion wurde ein Zwischenboden aus Holz eingebaut, der mit einem auf der Rückseite beschichteten Teppich ausgestattet wurde. Die Holzkonstruktion erlitt von der Eingangsseite her starke Schwamm-
schäden und stürzte teilweise ein. Es wurde die folgende Kombination von Schadenursachen festgestellt:

- Als wichtigste die Durchfeuchtung des Bruchsteinmauerwerkes und das Eindringen von Regenwasser, das im tiefer liegenden Eingang gefangen und durch Sickerschachttöf-
nung abgeflossen ist,

Bild 5. Nach Entfernung des Holzbodens freigelegte von der Außen-
mauer des Hauses in das Innere der Stube verlaufende Mycelstränge
von *Serpula lacrymans*

Fig. 5. Mycelial strands of *Serpula lacrymans* leading from the outer
wall to the interior of the room, after removing the wood floor

Bild 6. Gewölbekeller mit starkem Hausschwammbefall in der nicht belüfteten und durch einsickerndes Regenwasser durchfeuchteten Holzkonstruktion eines nachträglich eingebauten Holzbodens

Fig. 6. Vault cellar with strong infection by dry-rot-fungus mainly in the wood floor construction, badly ventilated and moistened by rainwater

- Befallenes Altholz im Hohlraumbereich
- Keine Durchlüftung des Hohlraumes
- Rückenbeschichteter Teppich als Wasserdampfsperre.

Fall 5: Unordnung und dadurch fehlende Kontrolle kritischer Stellen. Hier handelt es sich um ein Haus mit unbeschreiblicher Unordnung, in dem sämtliche Wohn- und Nebenräume sehr stark befallen und Holzwerkstücke größtenteils zerstört waren (Bild 7). Das Haus wurde in diesem Zustand bewohnt. Als Ursache wurde die Einlagerung von befallenem Altholz im Keller festgestellt.

5 Physiologische Eigenschaften als bestimmende Faktoren für das Auftreten

Die Lebensbedingungen des echten Hausschwammes sind durch einen engen Temperaturbereich gekennzeichnet. Bei etwa 26 °C stellt er seine Entwicklung ein. Das Optimum liegt je nach Stamm im Bereich von 18–22 °C (Gäumann, 1940; Wälchli, 1977). In dieser Beziehung ist er für die Besiedlung von Gebäuden prädestiniert.

In verschiedenen älteren Publikationen (z. B. Findlay, 1951) wurde die Meinung vertreten, das beim Abbau der Holzcellulose entstehende Wasser sei, im Gegensatz zu anderen Pilzen, entscheidend für die Fähigkeit des echten Hausschwammes trockenes Holz zu besiedeln. Davon ist man abgekommen (Savory, 1964), denn Wasser wird beim Celluloseabbau auch durch andere Pilze in gleicher Menge erzeugt.

Andererseits stellt man immer wieder fest, daß der echte Hausschwamm instande ist, auch auf trockenes Holz zugreifen und es durch Nachzug von Wasser zu befeuchten und anschließend zu zerstören. An verschiedenen Schadenfällen durchgeführte Wassergehaltsbestimmungen innerhalb und unmittelbar außerhalb des Bewuchses ergaben scharfe Wassergehaltsunterschiede von etwa 10 bis gegen 30%. Mit der Frage des Wassernachzuges und auch des damit gekoppelten Nährstoffnachzuges haben sich verschiedene Autoren

Bild 7. Ausgedehnte Fruchtkörperbildung an der Wand rechts sowie am Boden und der Mauer unten im Bild in einem Raum eines Wohnhauses, dessen sämtliche Wohn- und Nebenräume stark befallen waren. Papierabdeckung, Tablare, Schachteln und Boden mit dichtem rostbraunem Sporenbelag

Fig. 7. Large development of fruiting bodies on the wall and floor; all rooms of the building were strongly infected. Paper coverings, trays, cardboard boxes and the floor are covered with a dense brown-coloured spore layer

wie Savory (1964), Weigl und Ziegler (1960) und Bavendamm (1951) befaßt. Zu dieser Frage wurde der folgende Versuch durchgeführt.

In großen Exsikkatoren mit Malzagar als Nährboden wurden auf einem eingebauten Gerüst aus rostfreiem Stahldraht 16 gewogene Kiefernspiltholzklötzchen so mit Abständen von etwa 5 mm der Reihe nach angeordnet, daß der Pilz vom Nährboden über ein Steigholz von Klötzchen zu Klötzchen wachsen kann. Der Versuch wurde bei 21 °C durchgeführt (Bild 8). Die Klötzchen sind eines nach dem anderen überwachsen worden. Das Mycel hat aber auch eine Distanz von etwa 10 cm von einer Holzprobe zu einer anderen überwunden, indem es entlang von zwei Drahtstützen des Stahldrahtgerüsts gewachsen ist. Der Versuch wurde abgebrochen als noch zwei Klötzchen pilzfrei waren, die zugleich auch als Feuchtigkeitskontrollen dienten. Die Ergebnisse zeigen (Bild 9), daß die Proben bei einem Pilzbewuchs während eines Monats und mehr beträchtliche Masseverluste von 22 bis 44% erlitten. Die Wassergehalte der völlig und auch der nur teilweise bewachsenen Klötzchen betragen 45 bis 119%. Die nichtbewachsenen, aber durch abtropfendes Kondenswasser etwas vernässten Proben enthalten 40% Wasser. Aus den gefundenen Werten ist klar erkennbar, daß das Hausschwammmycel Wasser von feuchten Stellen auf Holz mit geringerem Wassergehalt transportieren kann. Dieser Transport geht rasch, denn auch bei den letzten bewachsenen Proben stieg der Wassergehalt innerhalb weniger (4) Tage auf Werte um 50%, trotzdem noch kein wasserliefernder Celluloseabbau eingetreten ist. Dies ist sicher mit ein Grund für die Gefährlichkeit des echten Hausschwammes. Die Fähigkeit Wasser von feuchten Stellen auf trockenes Holz zu transportieren beschränkt sich nicht auf die Mycelstränge, auch das normale Mycel ist dazu befähigt. Das Strangmycel ist vielleicht als eine rationellere Form zur Überwindung größerer Distanzen anzusehen. Aus dem zweimal durchgeführten Versuch ergibt sich auch, daß Holzproben mit Wassergehalten von 90% und mehr (im vorliegenden Versuch 119%) nicht abgebaut werden können.

Bild 8. Versuchsanordnung zur Untersuchung der Feuchtigkeitsverhältnisse im Holz bei der Besiedlung durch den Hausschwamm. Das Bild zeigt die Entwicklung des Mycels etwa 1½ Monate nach Versuchsbeginn

Fig. 8. Test device to determine the moisture distribution in wood during attack by the dry-rot-fungus. The photo was taken approx. 1½ months after infection.

Bild 9. Versuchsanordnung und Ergebnisse des Besiedlungsversuches mit *Serpula lacrymans*. Es bedeuten: Nicht unterstrichene Zahlen = Dauer der Pilzexposition der Holzproben in Tagen; unterstrichene Zahlen = Wassergehalte in Prozent bei Versuchsende, Zahlen in Klammern = Masseverluste in Prozent und punktierte Zone = Bewuchs durch Pilzmycel

Fig. 9. Arrangement and results of the test with *Serpula lacrymans*. Non-underlined figures = exposition period in days; underlined figures = moisture content in percent at test end; figures in brackets = mass loss in percent; dotted zone = infected area

Die optimale Holzfeuchtigkeit liegt nach Cartwright und Findlay (1958) wahrscheinlich im Bereich von 30–40%. Nach den hier gewonnenen Erfahrungen aus zahlreichen untersuchten Schäden und auf Grund von Versuchsergebnissen gilt dieser Feuchtigkeitsbereich vermutlich nur für das Anfangsstadium eines Befalles. In Holz mit guter Entwicklung des Hausschwammes wurden bei Schadenfällen meist Wassergehalte zwischen 40 und 60% und nur gelegentlich darunter oder darüber festgestellt. Mit zunehmender Zersetzung des Holzes scheint sich der optimale Feuchtigkeitsbereich nach höheren Werten hin zu verschieben und dürfte bei etwa 40% bis gegen 60% liegen. Diese Verschiebung hängt wahrscheinlich mit der Abnahme der Holzmasse und dem damit verbundenen Anstieg des Porenvolumens des Holzes zusammen. Das Feuchtigkeitsoptimum muß deshalb als dynamisches Optimum verstanden werden, das sich im Verlaufe des Holzabbaues nach höheren Werten verschiebt.

Daß Holz schon mit Wassergehalten von 30–40% erwiesenermaßen gut bewachsen werden kann, dürfte mit ein Grund für das häufige Auftreten des echten Hausschwammes sein, trotzdem er nach Untersuchungen von Schulze und Theden (1949), Findlay u. Badcock (1954) sowie Theden (1961) im Vergleich zu anderen Pilzen auf angetrocknetem Holz relativ rasch abstirbt.

6 Grundlagen für die Bekämpfung

Wenn man die physiologischen und ökologischen Eigenschaften des echten Hausschwammes kennt, muß die Verhütung und die Sanierung eines Schadens nicht allzu pessimistisch bewertet werden. Schwieriger ist die Kontrolle der Verschleppungsmöglichkeiten. Trotz seiner besonderen Eigenschaften zeigt der echte Hausschwamm im Vergleich zu anderen Pilzen auch gewisse Schwächen wie z.B. die relativ geringe Trockenresistenz, die hohe Empfindlichkeit gegen zahlreiche Fungizide und gegen Luftzug. Eine erfolgreiche Bekämpfung setzt sorgfältiges und gründliches Vorgehen voraus. Problematisch und unsicher ist sie dann, wenn die Sanierung mangels Kenntnissen unzweckmäßig durchgeführt wird, wenn die finanziellen Mittel für eine einwandfreie Arbeit fehlen oder wenn die Sanierung zu spät erfolgt und die Ausbreitung des Pilzes einen derartigen Umfang angenommen hat, daß die Kosten in keinem vernünftigen Verhältnis zum Wert des Objektes stehen. Unzweckmäßiges Vorgehen ist oft die Folge von mangelnden Kenntnissen, wie sie teilweise auch heute noch bei tüchtigen Handwerkern und Architekten festgestellt werden können. Wenn sich junge Fruchtkörper entwickeln ist es höchste Zeit zu einer Sanierung. Werden die Fruchtkörper, in der Hoffnung den Hausschwamm damit ausrotten zu können, entfernt, wie dies hin und wieder beobachtet werden kann, so beruht dies auf einer argen Täuschung.

Wenn der echte Hausschwamm als Erreger eines Schadens festgestellt worden ist, soll bei der Sanierung folgendermaßen vorgegangen werden:

1. Feststellung der Defekte oder anderer Ursachen, die zu hoher Feuchtigkeit führten.
2. Reparatur der festgestellten Defekte bzw. Eliminierung der Feuchtigkeitsquellen sowie sorgfältige Verhütung einer Verschleppung.
3. Geeignete Maßnahmen, wie Lüften, um eine rasche Trocknung der befallenen Räume zu erreichen.
4. Maßnahmen zur Ausrottung des echten Hausschwammes im befallenen Gebäude: Dazu gehören Feststellung des Umfanges der Ausbreitung, Sterilisation befallener Böden und Mauern, Entfernung von befallenen Holzteilen und Ersatz durch imprägniertes Holz oder andere pilzresistente Materialien.

Das Vorgehen bei der Sanierung ist in der Praxis natürlich jedem einzelnen Fall anzupassen. Im übrigen soll die Gefährlichkeit des echten Hausschwammes weder aufgebauscht noch bagatellisiert werden. Es geht darum, ihn bei einem Auftreten zu erkennen, um rasch und ohne Verzögerung eingreifen zu können.

7 Literatur

- Bavendamm, W. 1951: Pflanzliche Holzschädlinge: *Merulius lacrymans* (Wulf.) Schum. ex Fries. Holz Roh-Werkstoff 9: 251–252
 Bavendamm, W. 1969: Der Hausschwamm und andere Bauholzpilze. Erkennung und Bestimmung, Verhütung und Bekämpfung. Stuttgart: Gustav Fischer
 Cartwright, K. St. G., Findlay, W. P. K. 1958: Decay of timber and its prevention. London: Her Majesty's Stationery Office

- Findlay, W.P.K. 1951: Dry rot in timber. J. Royal Soc. of Arts. 99 (4851): 657–672
- Findlay, W.P.K., Badcock, E.C. 1954: Survival of dry rot fungi in air dry wood. Timber Technol. 62: 137–138
- Gäumann, E. 1940: Über die Temperaturansprüche des Hausschwammes. Zentralbl. Bakteriologie, Abt. II, 101: 409–410
- Hickin, N. 1963: Dry rot and wet rot in Great Britain. Wood, 28 (1): 22–24
- Lohwag, K. 1955: Erkenne und bekämpfe den Hausschwamm und seine Begleiter! Berlin, München: Georg Fromme & Co
- Nüesch, E. 1919: Die hausbewohnenden Hymenomyceten der Stadt St. Gallen. St. Gallen: Fehr'sche Buchhandlung
- Savory, J.G. 1964: Dry rot – a re-appraisal. Rec. B.W.P.A. Ann. Convention 1964. London: Brit. Wood Pres. Assoc.
- Schulze, B., Theden, G. 1949: Versuche zur Trockenstarre des im Holz befindlichen Mycel von Bauholzpilzen. Phytopath. Ztschr. 15: 482–494
- Theden, G. 1953: Holzerstörende Pilze in Berliner Gebäuden nach dem Krieg. Fortschritte und Forschungen im Bauwesen, Reihe D, Heft 11, Holzschutz. Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung
- Theden, G. 1961: Untersuchungen über die Fähigkeit holzerstörender Pilze zur Trockenstarre. Angew. Bot. 35: 131–145
- Wälchli, O. 1970: Notes on the problem of the distribution of wood destroying fungi in different altitudes. Int. Biodetn. Bull. 6 (2): 43–52
- Wälchli, O. 1973: Die Widerstandsfähigkeit verschiedener Holzarten gegen Angriffe durch den echten Hausschwamm (*Merulius lacrimans* (Wulf.) Fr.). Holz Roh-Werkstoff 31: 96–102
- Wälchli, O. 1977: Der Temperatureinfluß auf die Holzerstörung durch Pilze. Holz Roh-Werkstoff 35: 45–51
- Weigl, J., Ziegler, H. 1960: Wasserhaushalt und Stoffleitung bei *Merulius lacrymans* (Wulf.) Fr., Arch. f. Mikrobiologie 37: 124–133

Zeitschriftenreferate

Die natürliche Resistenz von *Terminalia ivorensis* A. Chev. (Idigbo, Emere) gegenüber Pilz- und Termiten-Angriff. The natural resistance of the wood of *Terminalia ivorensis* A. Chev. (Idigbo, Emere) to both fungi and termites. J.K. Ocloo. J. Inst. Wood Sci. Bd. 8 (1978) No. 1, S. 20–23; 3 Abb., 3 Tab.

In zweijährigen Freilandversuchen wurden Splint- und Kernholzproben, die aus zwei Bäumen von *Terminalia ivorensis* in verschiedener Stammhöhe und wechselnder Entfernung von der Markhöhle entnommen worden waren, einem natürlichen Angriff durch Pilze und Termiten ausgesetzt. An den in halbjährlichen Intervallen entnommenen Proben wurden Termitenarten der Gattungen *Amitermes*, *Ancistrotermes*, *Coptotermes*, *Macrotermes*, *Odontotermes* und *Pseudoacanthotermes* gefunden. Der Anteil von Pilzen am Holzabbau wurde durch Paralleltests in termitenfreiem Boden ermittelt. Es zeigte sich, daß das äußere Kernholz in jedem Fall resistenter war als marknahes Kernholz; letzteres war nur wenig dauerhafter als der Splint. Mit zunehmender Stammhöhe verbesserte sich die Termiten- und Pilzresistenz des marknahen Kernholzes. G. Seehann

Brandverhalten von Holz unter reaktiven Umgebungsbedingungen. Burning behaviour of wood slabs in reactive environment. M.S. Massoudi. Wood Sci. Bd. 10 (1978) No. 4, S. 176–180; 5 Abb.

Es wurde das Brandverhalten von Vollholzproben der Holzart White fir (*Abies concolor*) in einer oxidierenden Atmosphäre untersucht, wobei die Abmessungen der Proben $20 \times 20 \times 0,5 \dots 2$ cm (Länge, Breite, Dicke) betrugen und die Ausgangsfeuchtigkeit zwischen 20 und 50% schwankte. Die Durchführung der Brandversuche erfolgte in einem elektrisch beheizten Edelstahlreaktor bei Temperaturen zwischen 400 und 700 °C. Als Spülgas dient eine Mischung aus vorgewärmten Sauerstoff/Stickstoff bzw. Sauerstoff/Stickstoff/Wasserdampf, wobei der Volumenstrom zwischen 40 und 120 Liter/Minute gewählt wurde. Während des Abbrandes wurden der Temperaturverlauf und der Masseverlust aufgezeichnet. Es konnte nachgewiesen werden, daß die durchschnittliche Abbrandrate mit steigender Verbrennungstemperatur und fallendem Feuchtigkeitsgehalt der Holzprobe ansteigt. Des weiteren erwies sich die Probenabmessung

als bedeutender Parameter, der unabhängig von den übrigen Versuchsbedingungen das Brandverhalten beeinflusst. G. Brettel

Die Entfeuchtung von Schnittholz. Dehumidifying lumber. Anonymus. Wood Wood Prod. Bd. 83 (1978) No. 2, S. 25–27; 3 Abb.

Das physikalische Prinzip, daß kalte Luft weniger Feuchtigkeit aufnehmen kann als warme, wird hier bei der Entfeuchtung von Schnittholz nutzbringend angewandt. Die Luft fließt durch das gestapelte Holz in der Kammer, nimmt dabei Feuchtigkeit auf und gibt diese bei der anschließenden Abkühlung wieder ab. Diese Art der Holztrocknung ist in den USA nicht sehr geläufig, wird aber wegen ihrer Wirtschaftlichkeit in Europa schon seit Jahren angewendet. Aus diesem Grund konnten auch europäische Firmen, z.B. CEAF aus Turin, Italien, in den USA Fuß fassen. Die hier vorgestellte Firma arbeitet mit zwei großen Entfeuchungskammern des Modells ASS-9 von CEAF. Zwei amerikanische Firmen, Irvington Moore, und Westair, bieten jedoch schon ähnliche Systeme an. Doch zum Unterschied von CEAF, die das Holz vom grünen und lufttrockenen Zustand auf 12% Feuchtigkeitsgehalt bringt, benützt Irvington Moore die Entfeuchtung nur als Vortrocknung des grünen Holzes auf 15% Holzfeuchtigkeit. Konventionelle Trocknungsmethoden reduzieren dann den Feuchtigkeitsgehalt auf 6–9%. Die Firma Westair bietet ein System an, das mit Lufttemperaturen bis 52 °C arbeitet und das Holz auf eine Holzfeuchtigkeit von 6–8% bringt. Mit bereits 34 Anlagen in verschiedenen Firmen ist dieses System am meisten verbreitet. Nähere Angaben über die Vorteile der Entfeuchtungssysteme werden nur für das System der CEAF, Turin, gemacht, das die Firma Lavalley Inc. in Sanford, Maine, mit eigenen technischen Verbesserungen (Reduzierung der Trockenzeiten) bei sich installierte. Als Vorteile sind angeführt: a) Niedrige Betriebskosten. Die Kosten wurden mit 3–3,40 \$/m³ Holz angegeben und betragen die Hälfte der Betriebskosten von Niedrig-Temperaturkammern. Die Unterhaltskosten sollen ebenfalls niedriger sein. b) Die Reduzierung von Trockenfehlern wie Risse, Verfärbungen und Verwerfungen. c) Es können verschiedene Holzarten mit verschiedenen Holzdicken zusammen in einer Kammer entfeuchtet werden. d) Das Trocknen von Halbfabrikaten ist möglich, ohne daß Deformationen und Verfärbungen entstehen. e) Niedrige Investitionskosten. f) Geringere Brandgefahr. Die Firma mit angeschlossenem Hobelwerk produziert am Tag 120–140 m³ Schnittholz. A. A. Maier