

# Hausfäulepilze und ihre Anforderungen an die Holzfeuchtigkeit

T. Huckfeldt und O. Schmidt  
Hamburg

## Zusammenfassung

Nach heutigem Wissensstand kommen über 70 Basidiomyceten in Gebäuden vor, von denen nur wenige Arten häufige und massive Schäden verursachen. Der wichtigste Hausfäulepilz ist der Echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans*), der eine Braunfäule verursacht. Weitere häufig vorkommende Braunfäulepilze sind die Kellerschwämme (*Coniophora* spp.), die Porenschwämme (*Antrodia* spp.) und die Blättlinge (*Gloeophyllum* spp.). Außer diesen Braunfäulepilzen gibt es in Gebäuden nur wenige Weißfäulepilze, wie den Ausgebreiteten Hausporling (*Donkioporia expansa*), die ebenfalls zu intensiver Fäulnis an wechselfeuchten Hölzern führen. Ein Grund für das gehäufte Vorkommen nur so weniger Fäulepilze in Gebäuden liegt in der Fähigkeit dieser Pilze, einmal ins Holz eingedrungenes Wasser zu halten sowie Trockenphasen zu überstehen. Im Gegensatz zu wechselfeuchten Bauteilen werden dauerhaft feuchte Hölzer nämlich von sehr vielen Fäulepilzen zerstört.

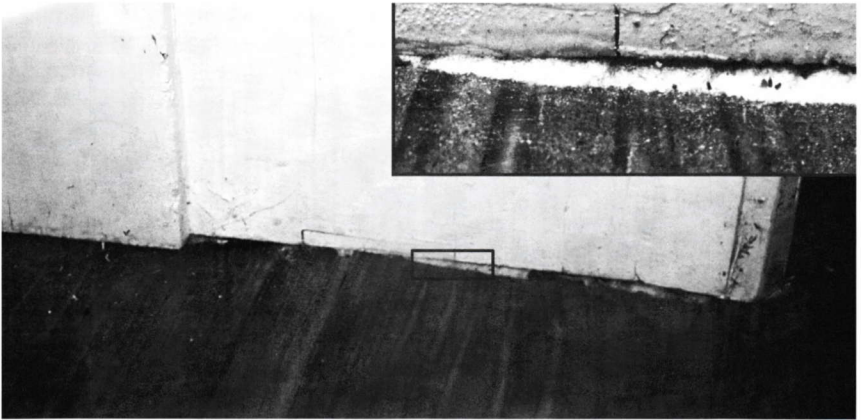
Die häufig vorkommenden Hausfäulepilze haben einige oder alle der folgenden Fähigkeiten:

- dicke, feuchtigkeitshaltende und abschottende Oberflächenmycelien (Bild 1)
- Stränge zum Überwachsen von leicht feuchtem Holz ( $u=20-28\%$ ) zu bilden,
- Mauerwerk zu durchdringen,
- neue Feuchtigkeitsquellen zu erschließen sowie
- Überdauerungsstadien zu bilden.

*Serpula lacrymans* besitzt als einziger Hausfäulepilz alle diese Fähigkeiten. Aus dem Bild 1 wird deutlich, dass das dichte Oberflächenmycel des Hausschwammes den Befallsbereich von der Umgebungsluft abschließt. *Antrodia vaillantii* und *Coniophora puteana* besitzen zwar auch einige der genannten Fähigkeiten, jedoch sind sie nicht zur Bildung von dickem Oberflächenmycel an einer nur leicht feuchten Ausbreitungsgrenze fähig.

## 1 Einleitung

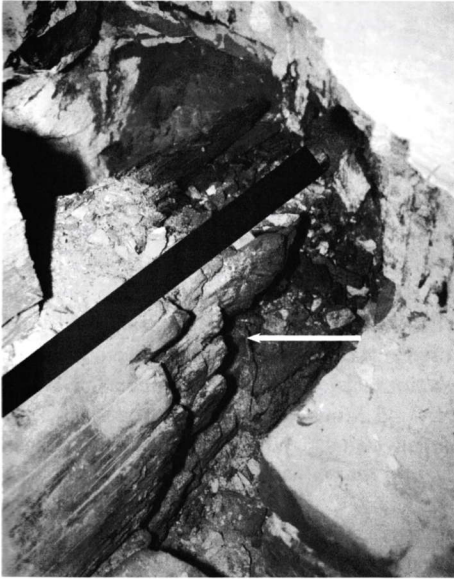
In Gebäuden wurden bisher über 70 verschiedene Basidiomyceten nachgewiesen, die ein sehr unterschiedliches Fäulepotenzial haben. [27] Die Mehrzahl der Arten verursacht eine Weißfäule. Gemessen an der Häufigkeit ihres Auftretens überwiegen jedoch die Braunfäuleerreger mit 60-70% der Befälle (Tabelle 1). Unter den Hausfäulepilzen nimmt eine Art eine herausragende Rolle ein: der Echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans*). [11/19] Weitere Arten und Gruppen sind in der Tabelle 1 angeführt. Bei der Sanierung von Schäden, die durch den Echten Hausschwamm entstanden sind, werden von der DIN 68800-4 die meisten und weitreichendsten Auflagen gemacht, bis hin zu Regelungen von Maßnahmen, wenn eine Bestimmung des Fäuleerreger nicht möglich ist. In diesem Fall ist nach DIN 68800-4 so zu verfahren, als ob Echter Hausschwamm vorläge. [2] Unter den Weißfäulepilzen sind besonders *Donkioporia expansa* und *Phellinus contiguus* als Schadenserreger wichtig, da sie häufiger größere Schäden verursachen. [16/24] Hut- und Schicht-/Rindenpilze verursachen meist nur lokal begrenzte Schäden.



**Bild 1:** Weißes Mycel des Echten Hausschwammes unter einer Tüorzarge eines Wohnzimmers; Eckbild: Vergrößerung der Spalte.

Die Hauptursache für einen Befall mit Hausfäulepilzen ist eine zu hohe Holzfeuchte (Bild 2). Die in Frage kommenden Feuchtigkeitsquellen sind im Wesentlichen: Regen-, Grund- und Brauchwasser, aber auch Kondenswasser. [3] Die möglichen Ursachen für eine Feuchtigkeitsquelle sind vielfältig und oft beschrieben, z. B. in [1],[3],[6],[12],[23],[24]. Die Feuchtigkeitsquellen in Gebäude führen meist nur zu einer kleinräumigen Durchnässung, weite Gebäudeteile bleiben dagegen trocken. Damit verbunden ergeben sich im Holz sehr unterschiedliche Holzfeuchten. Die

Holzfeuchte nimmt von der Feuchtigkeitsquelle ausgehend ab, ein Feuchtigkeitsgradient entsteht. Zerstörte Balkenköpfe sind ein bekanntes Beispiel für eine lokale Feuchtigkeitsquelle (Bild 2).



**Bild 2:** Hausschwammschäden am freigelegten Balkenkopf mit Würfelbruch und Strängen (↑); möglicher Feuchtigkeitsgradient: blau = feucht, rot = trocken.

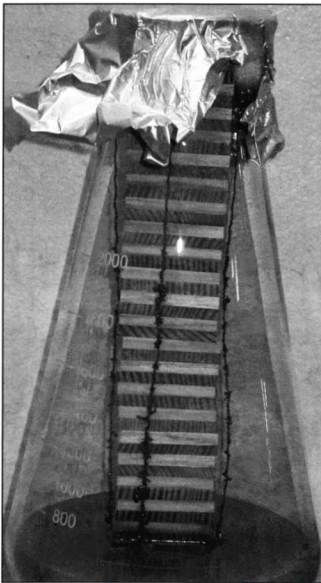
**Tabelle 1:** Häufigkeit der Hausfäulepilze in Gebäuden nach [16] ergänzt

Braunfäule-Erreger	64,2 %
Weißfäule-Erreger	26,5 %
Moderfäule	9,3 %
<i>Serpula</i> spp.	25,0 %
<i>Coniophora</i> spp.	14,2 %
<i>Donkioporia</i> sp., <i>Phellinus</i> spp.	10,0 %
<i>Antrodia</i> spp.	7,8 %
<i>Gloeophyllum</i> spp.	5,4 %
Weißfäulepilze mit Lamellen	4,3 %
Schicht- u. Rindenpilze	3,5 %
Braunfäulepilze mit Lamellen	2,7 %
<i>Asterostroma</i> spp.	2,1 %
<i>Leucogyrophana</i> spp.	1,9 %
Andere Arten und Moderfäule	16,0 %
Unbestimmte Proben	7,0 %

Häufig in Gebäuden auftretende Hausfäulepilze haben Mechanismen entwickelt, besonders gut mit diesem Wasserangebot zu wachsen. Es scheint einen Zusammenhang zwischen diesen biologischen Mechanismen und der Häufigkeit von Hausfäulepilzen in Gebäuden zu geben. Im Nachfolgenden werden einige Gründe für die besondere Rolle nur weniger Pilzen von sicherlich Tausenden von holzerstörenden Pilzen in Gebäuden erläutert.

## 2 Material und Methoden

Zur Bestimmung des Feuchtigkeits-Bedürfnisses von Pilzen wurden ein Verfahren entwickelt, mit dem ein Feuchtigkeits-Gradient in einem Holzstapel erzeugt werden kann, im folgenden „Stapelversuch“ genannt. [14] Dazu wurden Kiefernspinhholzklötzchen (*Pinus sylvestris* L.) mittlerer Rohdichte, je Stapel 25/50 Stück, 5 x 2,5 x 1,5 x 2,5 x 0,75 und 4,5 x 4,5 x 0,75 cm in Gruppen gleicher Dichte sortiert, nummeriert und ihre Trockenmasse bestimmt (DIN 52 183 [7]). Die trockenen Klötzchen wurden gestapelt, mit Draht umwickelt, die Holzstapel in Erlenmeyerkolben (2 l) mit 500 ml Malzagar (1,5% Malz, 2% Agar) eingesetzt. Die Kolben wurden mit Watte verschlossen und im Autoklaven bei 121°C 45 Minuten lang sterilisiert. Nach Einstellung der Holz-Ausgleichsfeuchte innerhalb von 4-6 Wochen wurde der Malzagar auf dem Kolbengrund beimpft (Bild 3).



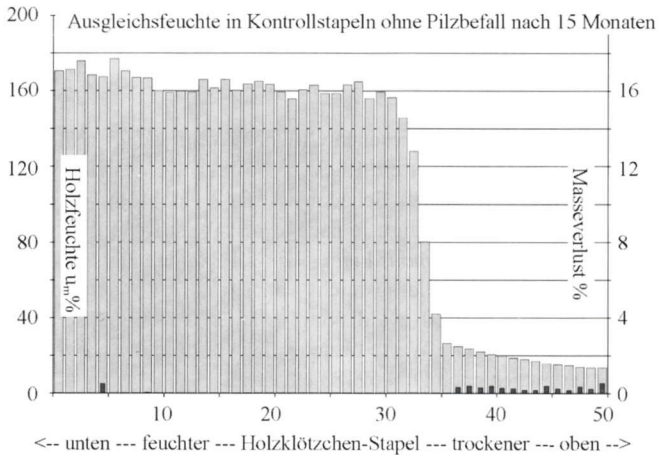
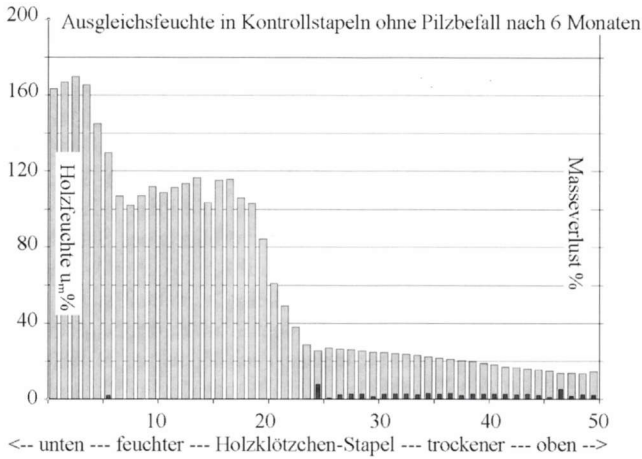
**Bild 3:** Prinzip des Aufbaus des Versuchsstapels; unten als Feuchtequelle Malzagar, oben ein Wattestopfen als Verbindung zur Raumluft.

In den Hölzern der Kontrollkolben ohne Pilzbefall erfolgte ein langsamer, kapillarer Wasserfluss von unten nach oben (Bild 4). Die unteren Hölzer des Stapels zeigten Wassersättigung, die oberen Holzfeuchten von 13-15 u%. Die verwendeten Pilze stammten aus der Stammsammlung der Abteilung Holzbiologie, Universität Hamburg, und sind durch die Sequenzierung des „internal transcribed spacer“ der ribosomalen DNS verifiziert [26]: *Serpula lacrymans* (Wulfen in Jacq.: Fr.) Schroeter, Stamm S7 und S11. Nach dem Bewachsen der Stapel wurden die Pilze 1-2, 3-4, 8-9 und ca. 55 Wochen über die Wachstums-Hemmung am oberen Ende des Stapels hinaus weiter kultiviert. In der Versuchsreihe mit 1-2, 3-4 und 8-9 Wochen wurden 10 Parallelen ausgewertet, in der 55 Wochen-Serie 5 Parallelen, zudem 9 sterile Kontrollstapel. Für die Schluss-Auswertung wurden nach dem Ausbau der Stapel sofort das Nassgewicht und anschließend die Trockenmasse nach Pilzaktivität bestimmt (DIN 52183). Aus den Daten wurden Feuchtigkeitsgehalt und Masseverlust errechnet. [14] Die oberen Klötzchen, ohne Pilzbefall, verloren durchschnittlich 0,29% Masse (Bild 4). Als eindeutiger Holzabbau wurden Masseverluste über 2% gewertet. Neben den Laborversuchen wurden Beobachtungen zum Pilzwachstum bei Schadfällen in Gebäuden ausgewertet. [16] Die Auswertung und Trendlinien wurden mit Hilfe von Excel (Microsoft) berechnet.

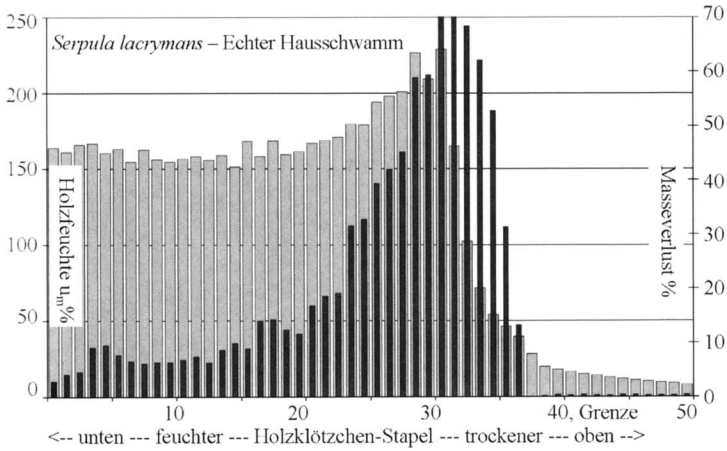
### 3 Ergebnisse und Diskussion

Von der Vielzahl der in Gebäuden nachgewiesenen Großpilze verursachen nur wenige Arten so massive Schäden, dass häufiger ein Rückbau bis zum Rohbauzustand eines Gebäudes notwendig wird. An solchen Schäden ist der Echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans*) überproportional beteiligt. Je nach Region verursacht dieser Pilz 20-50% aller Schäden. [16] *Serpula lacrymans* kann sich in Gebäuden nur ansiedeln, wenn eine Feuchtigkeitsquelle vorliegt, die ausreicht, um Holz über Fasersättigung anzufeuchten. Hier wird ein Wert von 30 u% diskutiert; unterhalb dieser Schwelle scheint kein Neubefall möglich. [32] Die Werte beziehen sich auf die Trockenmasse, das „u“ gibt an, dass die Messungen nach DIN 52183 erfolgten.

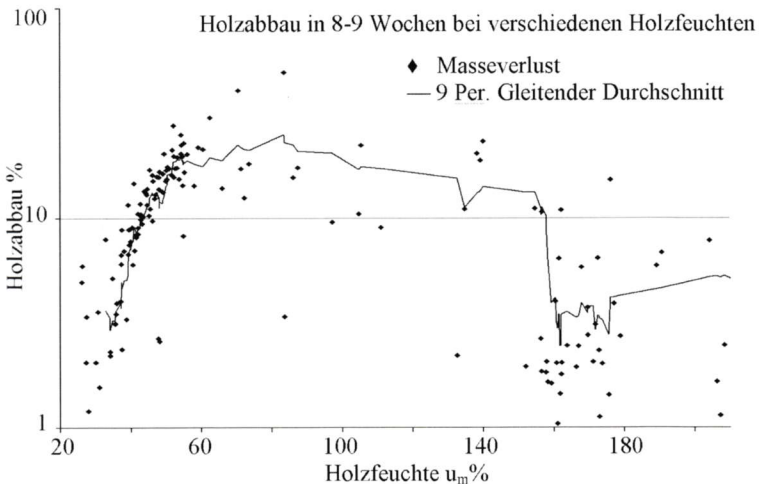
Mit der Methode der Stapelversuche wurde untersucht, bis zu welcher Grenze trockenes Holz, von einer nahen Feuchtigkeitsquelle ausgehend, durch ein vitales Mycel bewachsen werden kann (Bild 3). Aus dem Aufbau des Versuches und dem in Bild 4 dargestellten kapillar aufsteigenden Wasser wird deutlich, dass diese Feuchtequelle nicht weiter als 20 cm entfernt war. Ziele waren, Kenntnisse zum Wassertransport, zur unteren Grenze der Holzbesiedlung und zur Holzzerstörung unter diesen Bedingungen zu erhalten. Ermittelt wurden der Masseverlust über 2%, die Holzfeuchte (Bilder 5-7) und die Myceldichte (Bild 8). An der Ausbreitungsgrenze kam es durch die eingewachsenen Substrathyphen (nicht gezeigt) zu einer Massezunahme der Klötzchen von durchschnittlich 0,5-2%, so dass der anfängliche Masseverlust schwer zu quantifizieren war.



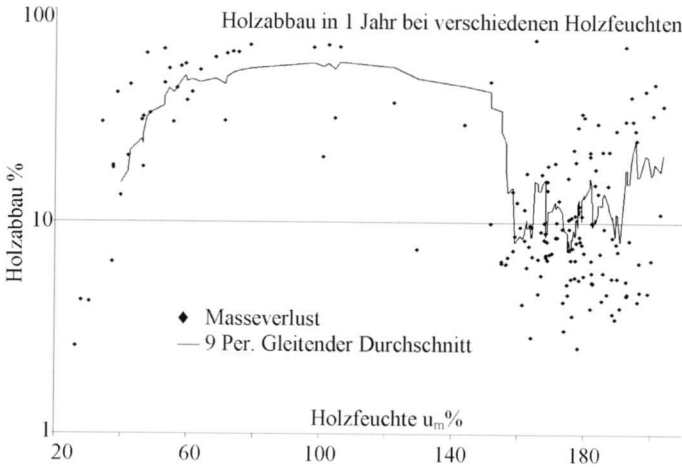
**Bild 4:** Langsamer, aufwärts gerichteter Wasserfluss in den sterilen Kontrollkolben; oben nach 6 Monaten, unten nach ca. 15 Monaten; linke Diagrammseite = untere, sehr nasse Klötzchen, rechte Seite = obere, trockenere Klötzchen. Säulen = Werte eines Klötzchens im Stapel.



**Bild 5:** Stapelversuch mit *Serpula lacrymans*: Holzabbau bei verschiedenen Holzfeuchten. Ausgewähltes Ergebnis eines Versuchskolbens: ca. 55 Wochen Inkubation nach Wachstumshemmung; blau: Holzfeuchte nach Versuchsende; violett: Masseverlust; Versuchsaufbau siehe Bild 3



**Bild 6:** *Serpula lacrymans*: Holzabbau bei verschiedenen Holzfeuchten. Zusammenfassung aller Versuchsansätze von 8-9 Wochen Inkubation nach Wachstumshemmung; mit Trendlinie; Minimum: 26,1 u%, Optimum ca. 45-150 u%



**Bild 7:** *Serpula lacrymans*: Holzabbau bei verschiedenen Holzfeuchten. Zusammenfassung aller Versuchsansätze von ca. 55 Wochen Inkubation nach Wachstumshemmung; mit Trendlinie; Minimum: 26,2 u%, Optimum ca. 45-150 u%

Für die Gefährlichkeit der häufigen Hausfäulepilze scheinen im Vergleich mit anderen Pilzen in Gebäuden vor allem folgende Eigenschaften entscheidend zu sein:

1. die Fähigkeit, anorganische Materialien zu durchwachsen. Für acht Hausfäulepilz-Arten ist ein Durchdringen von anorganischen Materialien nachgewiesen: *S. lacrymans*, [13/21] *S. himantioides*, [16] *Coniophora puteana*, [3/13/20] *C. marmorata*, [16] *Antrodia vaillantii*, [10] *Leucogyrophana pinastri*, [16] *Asterostroma cervicolor* [3] und *A. laxum*. [16] Auch einige Tintlinge (*Coprinus* spp.) und Becherlinge (*Peziza* spp), die jedoch keine oder eher schwache Holzzerstörer sind, durchwachsen zur Fruchtkörperbildung anorganische Materialien. [4/16]
2. die Fähigkeit, Holz unter Fasersättigung zu bewachsen. Dies ist bisher für *S. lacrymans*, *Donkioporia expansa*, *C. puteana*, *A. vaillantii* und *Gloeophyllum abietinum* nachgewiesen. Dem Hausschwamm kommt hier keine Sonderrolle zu (Tabellen 2 und 4).
3. die Fähigkeit, dichtes Oberflächenmycel zu bilden (Bild 8), um die Austrocknung des befallenen Holzes zu verlangsamen: Besonders dichte Mycelien bilden *D. expansa* und *G. abietinum*, gefolgt von *S. lacrymans* (Bild 1) und *A. vaillantii*. Dagegen bilden *C. puteana* und der Wilde Hausschwamm (*Serpula himantioides*), nur dünne Oberflächenmycelien an der Wachstumsgrenze.
4. die Fähigkeit, in trockenem zu Holz überdauern, das heißt, in der sogenannten „Trockenstarre“ zu überleben: *Oligoporus placenta* überlebte bei 20°C elf Jahre, *A. vaillantii* und *G. abietinum* erreichten neun Jahre, *C. puteana* und *D. expansa* drei Jahre, *S. himantioides* zwei Jahre, und *S. lacrymans* überdauerte ein Jahr. [29]



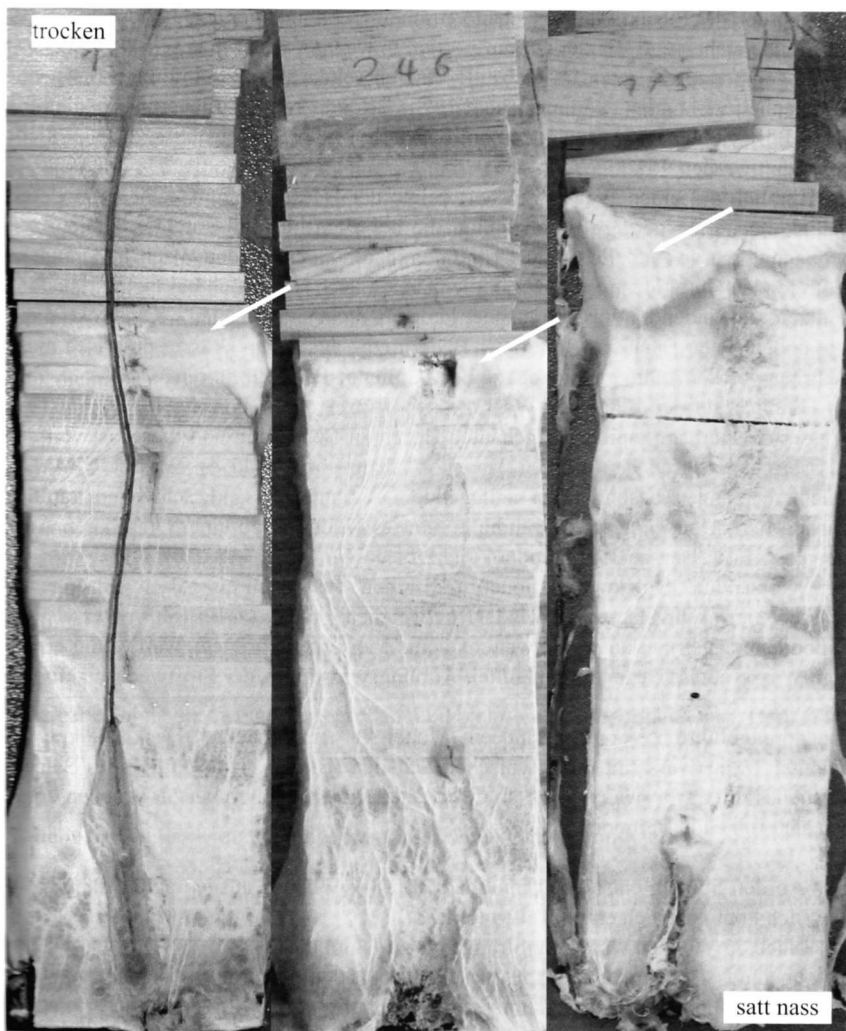


Bild 8: Drei Versuchs-Stapel von *Serpula lacrymans* nach dem Ausbau: Versuchsaufbau (Bild 3): unten Feuchtigkeitsquelle, oben Raumluft (Feuchtigkeitsgradient); die Stapel wurden von unten her bewachsen; dichtes Oberflächenmycel (↑); Stapelbreite je 4,5 cm.

Hinsichtlich der Pilzaktivität in Gebäuden scheinen Fähigkeiten wie hohe Temperaturen zu überstehen und Wasser zu transportieren, weniger wichtig zu sein.

Hohe Temperaturen treten im Gebäude-Inneren selten auf und sind dann meist mit Trockenheit verbunden (Sommer), so dass die Bildung von Überdauerungsstadien für einen Pilz wichtig ist. Ausnahmen sind Fensterhölzer und Dachstühle, die hier nicht behandelt werden. [5]

Im Hinblick auf einen Wassertransport zeigte der Hausschwamm keine besonderen Fähigkeiten. Eine geringe Befeuchtung, die bei allen hier untersuchten Fäulepilzen beobachtet wurde (Tabelle 4), dürfte mit den insbesondere an den Wachstumsrändern auftretenden Guttationstropfen zusammenhängen. Der vermutlich bei vielen Hausfäulepilzen stattfindende Wassertransport kann in dicht „verpackten“ Konstruktionen, wie unbelüfteten Dächern, Holz unter Bädern etc., aus denen Wasser praktisch nicht mehr entweichen kann, gleichwohl zu beträchtlichen Schäden führen.

Im Hinblick auf den pilzlichen Wassertransport im Holz ist der ohnehin vorhandene Wassertransport im kapillar aufgebauten Holz von Bedeutung und dieser ist von der Wassermenge durch den aktiven Transport abzuziehen (Bild 4). Wasser wird von feuchten Wänden besonders in anliegende Deckenbalken und Schwellen kapillar transportiert. Über längere Zeiträume kommt es weiterhin zu einem kapillaren Aufsteigen von Wasser, z. B. in Ständern und Pfosten.

Bei „verpackten“ Holzkonstruktionen und -teilen, aus denen einmal eingedrungenes Wasser nur sehr langsam wieder entweichen kann (z. B. oft unter PVC-Fußbodenbelägen), erlangt eine weitere, sonst eher untergeordnete, weil wenig ergiebige Wasserquelle Bedeutung, nämlich Atmungswasser aus der Stoffwechselaktivität der Pilze. [25]

Die durchgeführten Versuche sind ein Model für „unverpackte“ Deckenbalken im feuchten Mauerwerk mit ihren typischen Schäden (Bild 2). Hinsichtlich des Stapelversuches mit *S. lacrymans* nahe an einer Feuchtigkeitsquelle über 55 Wochen ergaben sich folgende Befunde:

- a) An den Stapeln entstanden innerhalb von 8-9 Wochen ausgeprägte Stränge, die sich kontinuierlich entwickelten (Bild 8).
- b) Nach 55 Wochen waren die Stränge bis zu 1 mm dick.
- c) Feuchtes Holz mit Feuchten zwischen 45-150 u% wurde vollständig zerstört. Die verbliebene Holztrockenmasse betrug häufig nur 30-40%.
- d) Holz mit einer Feuchtigkeit von unter 20 u% (Ausbaufeuchte) wurde nicht bewachsen.
- e) Holz mit einer Feuchtigkeit von unter 26,2 u% wurde nicht zerstört. Die Masseverluste waren nicht größer als 2 %.

*Serpula lacrymans* kann also von einer Feuchtequelle ausgehend auf befeuchtetem Kiefernspalintholz von 20 u% sehr langsam wachsen und bildet dicke, abschottende Oberflächenmycelien (Bild 8). In den Stapelversuchen über 55 Wochen kam die

Wachstumsfront nach ca. 24 Wochen zum Stillstand. Eine weitere Ausbreitung ins trockene Holz erfolgte nicht. Nach 55 Wochen ergaben sich Masseverluste von bis zu 10 % in wassergesättigtem Holz. Die obere Grenze des Holzabbaues war bedingt durch eine nicht ausreichende Sauerstoffzufuhr, die untere durch eine zu niedrige Holzfeuchte. *Serpula lacrymans* zerstörte also Holz bei Holzfeuchten von 26,1 u% bis über 200 u% (Bilder 6-7, Tabelle 2). Für *S. lacrymans* und *C. puteana* liegen aus anderen Untersuchungen ähnliche Literaturwerte vor (Tabelle 3). Auffällig ist, dass die Kardinalpunkte abhängig von der Versuchsdauer waren. Andere Hausfäulepilze, wie *A. vaillantii* und *C. puteana*, zeigten ähnliche Ergebnisse (Tabelle 4), jedoch ohne die Fähigkeit zur Bildung vergleichbar dicken Oberflächenmyceln an der nur leicht feuchten Ausbreitungsgrenze. *Coniophora puteana* bewuchs Holz ab 19 u%, *A. vaillantii* ab 22,4 u%. [15] *Donkioporia expansa* und *G. abietinum* bildeten hingegen sehr dichte Oberflächenmycelien und bewuchsen Holz ab 21,1 u% bzw. 20 u%, jedoch durchdringen sie vermutlich nicht feinste Ritzen im Mauerwerk.

**Tabelle 2:** Holzabbau durch *Serpula lacrymans* bei verschiedenen Holzfeuchten [u%]

Inkubationszeit	1-2 Wochen	8-9 Wochen	ca. 55 Wochen
Optimal (Masseverlust > 10%) <sup>1</sup>	43,9-54,5	52,1-70,5	45-150 <sup>2</sup>
Maximal (Masseverlust > 2%) <sup>1</sup>	195-228	176-208	155-207
Minimal (Masseverlust > 2%)	31,3-31,9 (29,7)	27,1-35,5 (26,2)	30,4-37,5 (26,1)
Minimal zum Überwachsen von Holz (Masseverlust < 2%)	25,7-28,2 (23,9)	22,6-29,1 (21,0)	22,4-28,3 (20,0)

<sup>1)</sup> Angaben ohne die zwei jeweils größten und kleinsten Werte, ergänzt nach [14]

<sup>2)</sup> Angaben problematisch, da vom kapillaren Wassertransport überlagert (vgl. Bild 4)

**Tabelle 3:** Untere Holzfeuchtigkeits-Grenze des Abbaus von Kiefernspiltholz

Pilzart	eigene Ergebnisse [14]	Theden [28] <sup>a</sup>	Viitanen & Paaajanen [30], Viitanen & Ritschkoff [31]
<i>Coniophora puteana</i>	21,5 u%	36 u%	22-23 u%
<i>Serpula lacrymans</i>	26,1 u%	28 u%	28 u% bzw. 26 u% <sup>b</sup>

<sup>a)</sup> Methoden wenig vergleichbar; <sup>b)</sup> Fichtenholz

Im Hinblick auf die Praxis wurde in Gebäuden mit wachsendem Hausschwamm bisher von den Autoren kein Mycel gefunden, das mehr als einen Meter von einem nassen Bereich entfernt war, sofern der kapillare Wassertransport im Holz berücksichtigt wurde. Nach Baufehlern liegt oft eine Durchfeuchtung vor, beispielsweise von Fachwerkträgern [9] oder an Balkenköpfen. [23] Aufgrund der Gebäudeuntersuchungen

durchwächst *Serpula lacrymans* Mauerwerk und übersteht in feuchten Mauern Trockenperioden.

**Tabelle 4:** Feuchtigkeitsansprüche einiger Hausfäulepilze an Kiefernspinhholz bei Masseverlusten von über 2% im Minimum (türkis), über 10% im Optimum (blau) und über 2% im Maximum (dunkelblau); ergänzt: [14-17]

Holzfeuchte	20-30 u <sup>o</sup>	30-40 u <sup>o</sup>	40-50 u <sup>o</sup>	50-100 u <sup>o</sup>	> 100u <sup>o</sup>
Brauner Kellerschwamm, <i>Coniophora puteana</i>	21,5 u <sup>o</sup>	36,4-210 u%			<
Tannenblätling, <i>Gloeophyllum abietinum</i>	21,6 u <sup>o</sup> *	40,1-208 u%			<
Weißer Schmalponger Porenschwamm, <i>Antrodia sinuosa</i>	24,0 u <sup>o</sup> *	33,0-147 u%			<
Echter Hausschwamm, <i>Serpula lacrymans</i>	26,1 u <sup>o</sup>	45-150 u%			<
Marmorierter Kellerschwamm, <i>C. marmorata</i>	26,7 u <sup>o</sup> *	36,4-103 u%			<
Ausgebreiteter Hausporling, <i>Donkioporia expansa</i>	27,0	u <sup>o</sup> *	34,4-126 u%		<
Weißer Breitponger Porenschwamm, <i>Antrodia vaillanti</i>		28,6 u <sup>o</sup>	51,5-150 u%		<
Zahnblätling, <i>Gloeophyllum sepiarium</i>		30,3 u <sup>o</sup> *	46,1-207 u%		<
Ballenblätling, <i>Gloeophyllum trabeum</i>		30,7 u <sup>o</sup> *	45,7-179 u%		<
Meliger Stachelsporling, <i>Trechispora farinacea</i>	32,5	u <sup>o</sup> *	37,9-50,3 u%	<	
Großponger Feuerschwamm, <i>Phellinus contiguus</i>	34,8	u <sup>o</sup> *	39,3-96,4 u%		<
Kiefern-Faltlingshaut, <i>Leucogyrophana pinastri</i>	36,5	u <sup>o</sup> *	43,9-151 u%		<

\* Angaben aus Versuchen mit 3 Parallelen. Abbauzeit 8-12 Wochen

Die Gefährlichkeit von *S. lacrymans* beruht offensichtlich darauf, dass er als einziger Pilz alle genannten Fähigkeiten besitzt. Bei der Betrachtung einzelner Fähigkeiten waren dagegen andere Pilze „leistungsstärker“. Die Tabelle 4 fasst die Ergebnisse aus den Stapelversuchen aller bisher untersuchten Pilze zusammen. Es zeigte sich, dass Pilze, die seltener innerhalb von Gebäuden auftreten (Tabelle 1), höhere Ansprüche an die Holzfeuchte stellen, so *G. sepiarium*, *G. trabeum*, *Trechispora farinacea*, *Phellinus contiguus*, *Leucogyrophana pinastri*.

Hinsichtlich des Verhaltens der Hausfäulepilze gegenüber feuchtem Holz bleibt zu untersuchen, wie sich die Holzart oder das Vorliegen von Kernholz auswirken. Bei-

spielsweise könnten Kernhölzer stärker besiedelt werden, da bei niedrigerer Fasersättigung Pilzen mehr nicht gebundenes Wasser zur Verfügung steht. Die Fasersättigung des vorliegenden Nadelholzsplintes lag zwischen 30-34 u%, also höher als bei Nadelholzkern mit 22-28 u%. [22] Weitere Einflussfaktoren könnten Holzinhaltstoffe, Verfügbarkeit von freien Zuckern und das Mikroklima im und am Holz sein.

### Danksagung

Frau U. Moreth danken wir für die Unterstützung und Herrn Dipl.-Biol. M. Eichhorn für den Zugang zu vielen pilzbefallenen Gebäuden.

### Literatur

- [1] Anonymus, *Sachstandsbericht „Bauschäden an der Altbausubstanz in den neuen Bundesländern ...“*, AZ: B 1 5 – 800192 – 19 Berichtsnummer: 2266, Bundesministerium Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1993
- [2] Anonymus, *Holzschutz; Erläuterungen zu DIN 68800-2, -3, -4*, (Hrsg. DIN und DGfH), Beuth-Kommentare, Berlin 1998
- [3] A. F. Bravery, R. W. Berry, J. K. Carey, D. E. Cooper, *Recognising wood rot and insect damage in buildings*, BRE Bookshop, Garston 2003
- [4] A. H. R. Buller, *Psathyrella disseminata*, Researches on fungi. Vol. III. Longmans, Green and Co. New-York 1924
- [5] K. St. G. Cartwright, W. P. K. Findlay, *Decay of timber and its prevention*, His Majesty's Stationery Office, London 1958
- [6] F. Colling, *Lernen aus Schäden im Holzbau*, DGfH, Bruderverlag 2000
- [7] DIN 52183 *Prüfung von Holz - Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes*, Beuth, Berlin 1977
- [8] DIN 68800-4: *Holzschutz – Teil 4*, Beuth, Berlin 1992
- [9] M. Gerner, *Schäden an Fachwerkfassaden*, IRB, Stuttgart 1998
- [10] D. Grosser, *Pflanzliche und tierische Bau- und Werkholz-Schädlinge*, DRW, Leinfelden-Echterdingen 1985
- [11] D. Grosser, E. Flohr, M. Eichhorn, WTA-Merkblatt X-X-04-D „Echter Hausschwamm“, Wissenschaftl.-Techn. Arbeitsgemeinschaft. Bauwerkserhaltung Denkmalpflege 2004
- [12] G. Hauser, F. Otto, *Feuchteschäden durch Tauwasserbildung an der Dachkonstruktion des Kurfürstenbades Amberg*, Bauen mit Holz 98/1998, S. 37-38
- [13] H. Hinterberger, M. S. Grinda, *Prüfverfahren für Schutzmittel gegen Schwamm im Mauerwerk*, In S. Cymorek, W. Ehrentreich, W. Metzner, (Hrsg.): *Holzschutz*, DRW, Leinfelden-Echterdingen 1984, S. 86-89
- [14] T. Huckfeldt, *Ökologie und Cytologie des Echten Hausschwammes (Serpula lacrymans) und anderer Hausfäulepilze*, Mitteil. BFH 113/2003

[15] T. Huckfeldt, O. Schmidt, *Ökologie der Hausfäulepilze*, Schriftenr. Inst. Med. Mikrobiol. Hyg. Med. Uni. Lübeck 2005, S. 75-90

[16] T. Huckfeldt, O. Schmidt, H. Quader, *Ökologische Untersuchungen am Echten Hausschwamm und weiteren Hausfäulepilzen*, Holz Roh- Werkstoff 63/2005, S. 209-219

[17] T. Huckfeldt, O. Schmidt, *Hausfäule- und Bauholzpilze*, R. Müller, Köln 2006

[18] T. Huckfeldt, *Verwechslungsmöglichkeiten mit dem Echten Hausschwamm*, in: H. Venzmer (Hrsg.) *Europäischer Sanierungskalender 2007*, Huss-Medien, Berlin 2006 (im Druck)

[19] D. H. Jennings, A. F. Bravery, *Serpula lacrymans*. J. Wiley, Chichester 1991

[20] K. Kempe, *Dokumentation Holzschädlinge*, Bauwesen, Berlin 1999

[21] G. Langendorf, *Holzschutz*, VEB, Leipzig 1988

[22] R. Mombächer, (comp) *Holz-Lexikon*, DRW, Stuttgart 1/1988

[23] R. Niemann, *Die Bedeutung der Kondenswasserbildung für die Zerstörung der Balkenköpfe in Außenwänden durch holzerstörende Pilze*, in: Möller (Hrsg.): *Hausschwammforschung* 4/1909, S. 70-95

[24] B. Ridout, *Timber decay in buildings*, E & FN Spon, London 2000

[25] O. Schmidt, *Wood and tree fungi*. Springer, Berlin, 2006

[26] O. Schmidt, U. Moreth, *Data bank of rDNA-ITS sequences from building rot fungi for their identification*, Wood Sci. Technol. 36/2002, S. 429-433

[27] O. Schmidt, T. Huckfeldt, *Gebäudepilze*, In: J. Müller, (Hrsg.): *Holzschutz im Hochbau*, IRB, Stuttgart 2005, S. 44-72

[28] G. Theden, *Untersuchungen über die Feuchtigkeitsansprüche der wichtigsten in Gebäuden auftretenden holzerstörenden Pilze*, Angew. Bot. 23/1941, S. 189-253

[29] G. Theden, *Das Absterben holzerstörender Pilze in trockenem Holz*, Mat. Org. 7/1972, S. 1-10

[30] H. Viitanen, L. Paajanen, *The critical moisture and temperature conditions for the growth of some mould fungi and the brown rot fungus Coniophora puteana on wood*, Intern. Res. Group Wood Preserv. 1369/1988


[31] H. Viitanen, A. C. Ritschkoff, *Brown rot decay in wooden constructions. Effects of temperature, humidity and moisture*, Swed. Univ. Agric. Sci. Dept. For. Prod. 222/1991

[32] O. Wälchli, *Der Echte Hausschwamm – Erfahrungen über Ursachen und Wirkungen seines Auftretens*. Holz Roh- Werkstoff 38/1980, S. 169-174

Versum: schlamm: aufste. spab.

→ nicht mehr von

Variation des Feuchte gebildet



The sketches show a vertical structure with a horizontal beam at the top, and a detailed view of a wood joint with a small hole or opening. There are some handwritten annotations like 'K' and 'on' near the sketches.