

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur

Schäden durch Pilze an Fachwerkgebäuden

Dr. Dipl.-Biol. Tobias Huckfeldt



Einführung

Fachwerke sind, besonders an den stark bewitterten Fassaden, aufgrund der großen Anzahl von feuchtevariablen Fugen durch holzerstörende Pilze bedroht; andere Bereiche des Fachwerks, oder auch Gefahren durch holzerstörende Insekten, sollen hier nicht betrachtet werden.

Zum Leben benötigen Fäulepilze Holz, Wasser, Sauerstoff und Temperaturen über 0-4°C. Von diesen Faktoren kann – der Erhaltungswunsch am Fachwerk wird vorausgesetzt – nur das Wasser sinnvoll limitiert werden. Auch eine Holz-Vergiftung/-Vergällung wäre möglich, so dass Fäulepilze nicht mehr wachsen können, jedoch ist der chemische Holzschutz aufgrund des veränderten Umweltbewusstseins eingeschränkt und auch nicht auf eine Dauerfeuchtelast ausgelegt. Der bauliche Holzschutz hat Vorrang, wie in historischen Zeiten, in denen sich der chemische Holzschutz (z.B. Verkohlen, Holzteer; vgl. CLAUSNITZER, 1990) i.d.R. auf erdberührende Holzteile beschränkte und nur eine geringe Wirkung entfaltete (Abb. 1).



Abb. 1: Typisches norddeutsches Fachwerkhaus an der Elbmündung; bauliche Holzschutz-Maßnahmen: auskragende Geschosse und Dachüberstand.

Die Möglichkeiten, Fäulepilze wie Echten Hausschwamm, Braunen Kellerschwamm oder den Ausbreiteten Hausporling vom Fachwerk fernzuhalten, richten sich stark nach der Feuchte-Exposition der Fassade. Bei starker Feuchtigkeits-Belastung waren Fassaden auch in früheren Zeiten flächig geschützt (z. B. durch Holz- oder Schieferschindeln). Die Expositionsstärke ist für jedes Gebäude anders, kann sich durch Zubau und Abriss ändern und ist von den lokalen Klima-Bedingungen abhängig. Ein wichtiges Maß für die Langlebigkeit der bewitterten Fassade ist die Rücktrocknungsmöglichkeit, die deutlich größer sein muss als die Befeuchtung; entscheidend ist, dass in der Konstruktion keine Feuchtenester entstehen. Die Rücktrocknungsmöglichkeit des Fachwerks wird reduziert

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur

durch Innendämmungen, unzureichenden baulichen Holzschutz, Leerstand, dichte Anstriche, Spachtel- und Holzersatzmassen sowie fehlende/unzureichende Beheizung (Abb. 2, Abb. 12). Hinzu kommen Gebäude-Schäden durch unsachgemäß ausgeführte Restaurierungsarbeiten, Sanierungen oder Wartung (Abb. 9).

Der mit Abstand bedeutendste Fäulepilz am Fachwerk ist der Echte Hausschwamm; vor der Beschreibung der Biologie dieses Hausfäulepilzes sind einige Grundbegriffe zu definieren. Wichtige biologische Grundlagen fließen hierbei mit ein.

Fäule – die Zerstörung des Holzes

Holz unterliegt dem natürlichen Stoffkreislauf von Werden und Vergehen; dabei spielen holzzerstörende Pilze eine wichtige Rolle. Der Mensch unterbricht diesen Kreislauf für die Nutzungsdauer eines Fachwerkbauteils. Je nachdem, wie gut ein Bauteil geplant und ausgeführt wurde, schließt sich der natürliche Stoffkreislauf schneller oder langsamer. Fäulepilze benötigen Nahrung; feuchtes Holz wird durch die Nährstoff-Entnahme der Fäulepilze enzymatisch zerstört, dies führt zu einem Masse- und Festigkeitsverlust. Dabei werden die hochpolymeren Kohlenhydrate des Holzes (z. B. Zellulose) zu wasserlöslichem Zucker abgebaut. Nur die in Wasser gelösten Zucker können von den Pilzen aufgenommen werden, daher ist Wasser für den Holzabbau essentiell. Je nachdem, welche Bestandteile aus dem Holz gelöst werden bzw. wie es nach der Besiedelung und Nährstoff-Entnahme aussieht, werden Fäuletypen unterschieden: Braun-, Weiß- und Moderfäule.

Braunfäule-Erreger

Braunfäulepilze führen oft zu großen Schäden an Fachwerk, da es unter ihnen zahlreiche strangbildende Arten gibt, die sich bevorzugt verdeckt ausbreiten, z. B. zwischen Innendämmung und Fachwerk (Tab. 1). Braunfäulepilze wie der Haus- und der Kellerschwamm zerstören die Holzzellwand zuerst im Bereich der primären Zellwand, da hier die Cellulose am wenigsten kristallin vorliegt und für die abbauenden, in Wasser gelösten Enzyme (Cellulasen) gut zugänglich ist. Die Folge sind starke Verluste der mechanischen Eigenschaften bei nur geringem Holz-Masseverlust. So sank beispielsweise bei einem Befall mit dem Echten Hausschwamm (*Serpula lacrymans*) die Bruchlast bei Masseverlusten von 4% um 14,7-28,3% ab (LIESE / STAMER 1934). Daher sind braunfaule Holzteile mit statischer Funktion i. d. R. zu ersetzen. Ausnahmen müssen gut durchdacht werden, damit es nicht zu einem Wiederfall kommt (Abb. 3). Braunfäule-Erreger können den Ligninanteil im Holz nicht verwerten, sie modifizieren Lignin lediglich, daher wird das Holz braun, weil das verbleibende Lignin braun ist. Braunfaules Holz schrumpft beim Trocknen in axialer Richtung, was zu dem typischen Würfelbruch mit Rissen quer und längs zur Holzfasern führt (Abb. 3). Im Endstadium verbleibt eine braune Masse mit hohem Ligningehalt, die auf leichten Druck zu einem Puder zerfällt (Abb. 4). Die verschiedenen Bauhölzer sind unterschiedlich resistent gegenüber den verschiedenen Braunfäulepilzen.

Tab. 1: Hausfäulepilze und andere Pilze, die Mauerwerk durchwachsen (Auswahl) (ergänzt nach HUCKFELDT/SCHMIDT, 2015)

Echter Hausschwamm (<i>Serpula lacrymans</i>)
Wilder Hausschwamm (<i>S. himantioides</i>)
Brauner Kellerschwamm (<i>Coniophora puteana</i>)
Marmorierter Kellerschwamm (<i>C. marmorata</i>)
Spindelsporiger Kellerschwamm (<i>C. fusispora</i>)
Braunfäuletramete (z. B. <i>Antrodia vaillantii</i>)
Kiefern-Fältlingshaut (<i>Leucogyrophana pinastri</i>)
Glattsporiger Sternsetenpilz (<i>Asterostroma laxum</i>)
Ockerfarbener Sternsetenpilz (<i>A. cervicolor</i>)
Andere Pilze, die Mauerwerk durchwachsen
Tintlinge (<i>Coprinus</i> spp.)
Becherlinge (<i>Peziza</i> spp.), oberflächlich
Mykorrhiza-Pilze an Baumwurzeln, z. B. in Kellern
Filzgewebe (<i>Tomentella</i> spp.)



Abb. 2: Typisches Weißfäule-Schadensbild im Sicht-Fachwerk dessen Holz teilweise mit Beton überdeckt wurde. Die Fäule-Schäden finden sich besonders an den Hölzern, die überdeckt wurden.

Abb. 2: Typisches Weißfäule-Schadensbild im Sicht-Fachwerk dessen Holz teilweise mit Beton überdeckt wurde. Die Fäule-Schäden finden sich besonders an den Hölzern, die überdeckt wurden.

Institut für Holzqualität und Holzschäden – Dr. Rehbein und Dr. Huckfeldt GbR

Gesellschafter:
Dipl.-Holzwirt Dr. Mathias Rehbein

Seite: 2 von 9; Tel: 040/49200989

Gesellschafter:
Dipl.-Biol. Dr. Tobias Huckfeldt

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur



Abb. 3: Museales Fenster mit Braunfäule-Schäden im Blockrahmen (Würfelbruch: Pfeile); das Fenster wurde nach dem Umsetzen des Gebäudes aus den vorgeschädigten Hölzern wieder zusammengefügt. Wenn eine Wiederbefeuchtung ausgeschlossen wird, sind derartige Lösungen möglich, ohne dass es zu weiteren Schäden kommen muss – hier im Freilichtmuseum Detmold an einem leicht temperierten Ausstellungsgebäude.

Abb. 4: Finger-Reibeprobe an braunfaulem Holz: zerriebenes Holz im finalen Abbaustadium – die Holz-Struktur ist zerstört. Nach dem Zerreiben bleibt ein braunes, pulverartiges und staubendes Pulver zurück – fast wie Humus-Erde. Die Finger werden schmutzig und wirken fast wie in Kakaopulver bestäubt. Im Holz wachsende Schimmelpilze führen oft auch zu einer Schwarzfärbung; Eckbild (mikroskopischer Holzlängsschnitt): Abbau mit Rissen.

So ist z. B. in der Praxis Eichenkernholz im Fachwerk nur schlecht vom Echten Hauschwamm angreifbar, aber empfindlich gegenüber Kellerschwamm (Braunfäule), Ausbreiteten Hausporling (Weißfäule) und Moderfäulepilzen. Im Grunde findet sich unter den Fäulepilzen für jedes zu feuchte Holz ein Spezialist unter den Pilzen – der Holzabbau des Kernholzes dauert aber bei dauerhaften Holzarten länger. Splintholz ist nicht dauerhaft (Abb. 5).

Weißfäule-Erreger

Nur eine Weißfäule-Pilzart führt regelmäßig zu großen Fachwerk-Schäden – der Ausbreitete Hausporling. Er zerstört Nadel- und Eichenholz.

Unter den Weißfäulepilze gibt es keinen wichtigen Fäulepilze, der Stränge bildet; die, die es gibt, sind im Fachwerk sehr selten oder führen kaum zu starken Fäulebildern (ggf. anders bei Langzeitfeuchteschäden). Im Gegensatz zu den Braunfäulepilzen bauen die Weißfäule-Erreger – neben Cellulose und Hemicellulosen – auch in hohem Maße das braune Lignin (den Holzstoff) ab. Weißfaules Holz wird daher im Verlauf des Abbauprozesses heller (daher der Name!) und zudem faserig und weich (Abb. 6). Nach einem vereinfachten Bild entspricht die Zellulose der Eisenarmierung im Stahlbeton. Eine Rissbildung quer zur Faserrichtung – wie bei einer Braunfäule – erfolgt daher nicht. Die mechanischen Holz-Eigenschaften bleiben im Vergleich zur Braunfäule länger erhalten, allerdings kann die Bruchschlagfestigkeit nach einem zweiwöchigen Pilzbefall im Labor unter idealen Bedingungen durchaus um 20% sinken (SEIFERT, 1968). Der Holzabbau schreitet bei vielen Weißfäulepilzen (auf zellulärer Ebene) streng von außen nach innen fort, wobei die einzelnen Wandschichten intensiv abgebaut werden; es entstehen Kavernen, Löcher oder Lochfraß (Abb. 6, Eckbild). Das heißt punktuelle Holz-Bereiche werden vollständig enzymatisch aufgelöst und die Abbauprodukte in wässriger Lösung vom Pilz als Nahrung aufgenommen.



Abb. 5: Eichenholz - Splint- versus Kernholz: innen dauerhaftes Kernholz - ohne Fäuleschaden; außen nicht dauerhafte Splintholz – weißfaul und zerstört.

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur

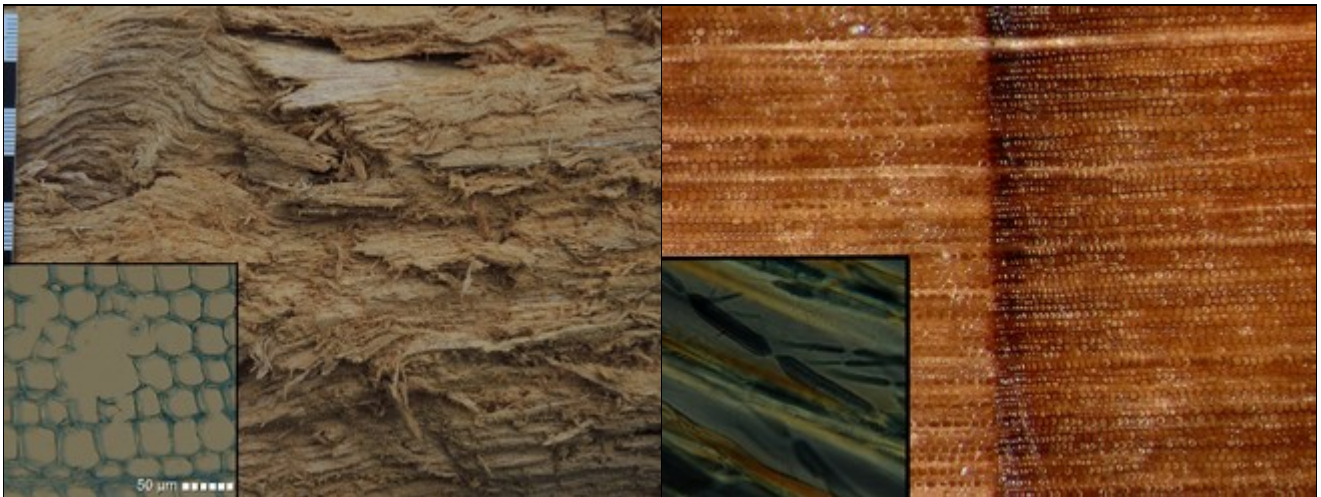


Abb. 6: Weißfäule, verursacht durch Ausgebreiteten Hausporling (*Donkio-
poria expansa*), das Holz ist deutlich faserig und lässt sich leicht mit den
Fingern zerrupfen (dabei bleiben die Finger oft fast sauber); Maßstab mit
Zenti- und Millimetern. Eckbild (mikroskopischer Holzquerschnitt): punk-
tuelle Zellwandauflösungen (Lochfraß) im weißfaulen Holz.

Abb. 7: Moderfäule im Lupenbild: die Aktivität ist zuweilen im Spätholz
am größten, dies kann an der dunklen Verfärbung erkannt werden. Eckbild
(mikroskopischer Holzlängsschnitt): spitzzulaufende Kavernen – das Cha-
rakteristikum der Moderfäule (Vergrößerung wie Vorbild).

Moderfäulepilze

Im Fachwerk sind Moderfäulepilze die häufigste Pilzgruppe (Tab. 2) und sehr häufig an nassen Eichenschwellen zu finden, die sie langsam aber stetig zerstören (Abb. 8). Interessanterweise sind Nadelhölzer aufgrund des größeren Lignin-Anteils weniger anfällig gegenüber Moderfäulepilzen als Laubhölzer. Dabei bleiben die Schäden durch Moderfäulepilze auf feuchte Holzteile beschränkt (über Fasersättigung); Mauerwerk wird nicht durchwachsen. Für Moderfäulepilze günstig sind viele Arten von Spachtel- und Holzersatzmassen, da sie die Entstehung von Feuchtenestern fördern und somit das Pilzwachstum im dahinterliegenden Holz (Abb. 9). Ähnlich wie bei der Braunfäule wird bevorzugt Cellulose und Hemicellulose abgebaut, das Holz wird braun oder grau (Abb. 7). Die Abbauraten von Moderfäulepilzen sind recht unterschiedlich und abhängig von Feuchte- und Sauerstoffgehalt des Holzes, der Temperatur sowie der Holz- und der verursachenden Pilzart (LIESE/AMMER, 1964). Die Spanne reicht von geringen Schäden bei Mooreichen nach Jahrhunderten (bei Sauerstoffmangel), über schwache Schäden bei sehr dauerhaften Hölzern bis zu gravierenden Schäden nach wenigen Jahren (z. B. bei hohen Temperaturen in Kühltürmen). An Sichtfassaden liegt oft ein oberflächlicher Schaden durch Moderfäulepilze vor, der z. B. als natürliche Alterung von bewittertem Holz verstanden werden kann. Das gesamte Bauteil wird zerstört, wenn es – wie an Schwellen oft vorhanden – dauerhafte Feuchtenester gibt.

Ein Charakteristikum der Moderfäulepilze ist ein kavernenförmiger Abbau in den Holzzellwänden (Abb. 7). Das Bruchbild ist oft „muschel-
förmig stumpf“, das heißt: Der Abbau verläuft hauptsächlich entlang der Jahrringe oder strikt von außen nach innen. Wenn es zum Einsatz von Holzschutzmitteln an Stellen mit Moderfäulepilzen kommen soll, ist ein Präparat zu wählen, das gegen Moderfäule wirksam ist. Die Prüfprädikate sind zu beachten. Im Allgemeinen gilt: Moderfäulepilze sind



Abb. 8: Typisches Moderfäule-Schadensbild an Eichenholz. Die Fäule-Schäden ist am feuchten Holz kaum zu finden.

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur

resistenter als Hausfäulepilze gegenüber Holzschutzmitteln. Ein Mittel, das gegen Echten Hausschwamm gut wirkt, kann bei gleicher Konzentration bei Moderfäulepilzen versagen, zudem gibt es für den nachträglichen Einsatz im Fachwerk kaum zugelassene Holzschutzmittel. Moderfäulepilze zerstören auch Holz mit „Teerfuß“ (ZENKER, 1962). Im Denkmal ist der bauliche Holzschutz jedoch zielführender, da er sich mit den Jahren nicht verbraucht, wenn er gut angelegt ist und gewartet sind.

Wichtige Fäulepilz

Fachwerke sind Gebäude, die der Natur recht nahekommen, so dass mit einer Vielzahl von Fäulepilzen gerechnet werden kann, die auch an im Wald liegendem Holz vorkommen (Tab. 2). Durch den stetigen Wasserzutritt an der Fassade siedeln sich oft verschiedene Fäulepilze (auch Waldpilze) an und in der Folge davon auch Feuchteholzinsekten. Verstärkt werden Schäden, wenn es zu Wartungs- oder Reparaturrückständen kommt. Fäulepilze in Gebäuden sollten unter dem Gesichtspunkt der Schädlichkeit für das Fachwerk betrachtet werden.

Vereinfacht lassen sich hiernach vier Gruppen des Fäule-Befalls im Fachwerk unterscheiden. Holzzerstörung durch: 1. Waldpilze und Moderfäulepilze in dauerfeuchten, oft nur kleinen Bereichen. 2. Hausfäulepilze ohne Befähigung zur Durchdringung des Mauerwerks. 3. Hausfäulepilze, die Mauerwerke mit ihren Hyphen durchwachsen können und 4. Echten Hausschwamm, bei dessen Befall es immer wieder zu Wiederbefällen kommt, wenn die Sanierung nicht sach- und fachgerecht durchgeführt wurde. Nur die Tatsache, dass ein Befall mit Echtem Hausschwamm im Fachwerkgebäude vorliegt, ist kein Grund es deswegen abzureißen.



Abb. 9: Typisches Schadensbild im Fachwerk mit fäule-begünstigenden Werkstoff-Kombinationen: Holz-Ersatz führt immer wieder zu Innenfäulen und Substanzverlust. Neben dem unschönen Kunststofffenster, wurde auch mit Bauschaum und Beton die Fäule-Empfindlichkeit der Fachwerkkonstruktion erhöht.



Abb. 10. Die neu gewechselte Schwelle hat fast keinen Spritzwasserschutz. In dieser Konstruktionsweise wird die Schwelle leicht von Pilzen, aber auch Insekten angegriffen und somit zum Verschleißteil. Der Substanzerhalt ist so nur kurzfristig möglich.

1. Moderfäulepilze sind zwar die häufigsten Pilze am Fachwerk, aber ihr Zerstörungswerk ist langsam, ähnlich wie das der Waldpilze. Schäden sind oft kleinräumig und vergleichsweise einfach mit Techniken des Zimmermanns zu beseitigen. Der Gesundschnitt kann auf die faulen Holzteile mit einem kleinen Sicherheitszuschlag beschränkt werden. Neue Passstücke ersetzen zersetztes Holz, nach Möglichkeit sollte der bauliche Holzschutz verbessert werden.
2. Der Ausgebreitete Hausporling kann Mauerwerk nicht durchwachsen und die Braunfäuletrameeten auch nur sehr selten. Ihre Schäden bleiben auf den feuchten Bereich des Fachwerks beschränkt, greifen aber anders als die Moderfäulepilze Holz unterhalb der Fasersättigung an, wenn es eine Feuchtequelle in der Nähe gibt; Schäden sind häufig unter Küchen/Sanitarräumen und an Fassaden. Die Befallsgrenze kann makroskopisch meist nicht richtig eingeschätzt werden. Hier muss der Gesundschnitt (Sicherheitszuschlag, mindestens 10 cm, besser 30 cm) größer sein als bei den Moderfäulepilzen und mehr als man sieht (faules Holz/Zuwachszonen des Mycel). Im Zweifelsfall muss die Mycel-Durchdringung des Holzes mikroskopisch geprüft werden.
3. Kellerschwämme, Fältlingshäute und der Wilde Hausschwamm sind Hausfäulepilze, die Mauerwerk regelhaft durchwachsen (Tab. 1). Ihr Aktionsradius ist größer und erfordert weitreichendere Kontrollen bei den möglichen Fäulescha-

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur

den, da z. B. Kappendecken durchwachsen werden können und so der Befall sich aus dem Keller in die Fachwerkschwellen und z. T. auch darüber hinaus ausbreiten kann. Im Prinzip entspricht der Gesundschnitt im Holz aber dem bei Befall mit Ausgebreitetem Hausporling (Sicherheitszuschlag, mindestens 30 cm).

4. Der Echte Hausschwamm ist der Pilz mit den meisten beschriebenen Fällen von unzureichenden Sanierungen – also Doppel-Sanierungen. Da dies bekannt ist, sollte der Echte Hausschwamm mit besonderer Umsicht bekämpft werden. Sein Rückzugsgebiet, auch während einer Sanierung, sind Holz, Mauerwerk, Deckenbereiche und der Boden; deshalb wird nur bei Befall mit Echtem Hausschwamm das Mauerwerk chemisch mit zugelassenen Schwammsperrmitteln behandelt.

Simplifiziert verursachen nur wenige Pilze/Pilzgruppen an Fachwerkgebäuden besonders große Fäuleschäden und verursachen einen Großteil der massiven Schäden: 1. Echter Hausschwamm, 2. Kellerschwämme, 3. Braunfäuletrameten und 4. Ausgebreiteter Hausporling. Schleichende Befälle führen auch zu großen Schäden, sind aber leichter vermeidbar.

Echter Hausschwamm (*Serpula lacrymans*)

Der Echte Hausschwamm ist ein Problem für das Fachwerkhaus. Er tritt gern bei Innendämmungen auf und wächst dann zwischen Dämmung und Fachwerkwand, so dass er lange Zeit nicht sichtbar wird. Dass dieser Spalt zwischen den Baustoffen feucht ist, wird oft verkannt. Oft wird der Eigentümer erst durch die Fruchtkörper-Bildung auf den ungetretenen Gast aufmerksam, also erst wenn der Pilz – nach erfolgreicher Holzzerstörung – seine Nachkommen bildet. Die Gefährlichkeit beruht vereinfacht auf sieben Fähigkeiten, in denen der Echte Hausschwamm gut, aber nicht exzellent ist (ergänzt nach HUCKFELDT / SCHMIDT, 2015): a) die Fähigkeit, anorganische Materialien zu durchwachsen; b) die Fähigkeit, Holz unter Fasersättigung von einer Feuchte-Quelle aus zu bewachsen; c) die Fähigkeit, dichtes Oberflächenmycel zu bilden, um die Austrocknung des befallenen Holzes zu verlangsamen; d) die Fähigkeit, in trockenem Holz zu überdauern, das heißt, in der so genannten „Trockenstarre“ zu überleben; e) die Fähigkeit, im Holz eine schnell fortschreitende Fäule zu verursachen; f) schnelles Wachstum auf Holz und Oberflächen; g) Durchsetzungsvermögen gegenüber anderen Mikroorganismen. Bei allen diesen Fähigkeiten gibt es leistungsstärkere Konkurrenten des Echten Hausschwamms, diese aber scheitern bei ein oder zwei dieser Fähigkeiten. Nur der Echte Hausschwamm beweist, wie ein Siebenkämpfer, in allen Anforderungen zumindest oberes Mittelmaß. Informationen zu den weiteren Fäulepilzen finden sich bei HUCKFELDT / SCHMIDT (2015).

Tab. 2: Häufigkeit von Fäulepilzen an Fachwerk
Stand: 23.09.2018; Analysenzahl: 531
b = Braunfäule, m = Moderfäule, w = Weißfäule**

Pilzart - lat. Name	deutscher Name	%	Fäule
<i>Chaetomium globosum</i> u. a.	Moderfäulepilz	14,6	m
<i>Coniophora puteana</i>	Brauner Kellerschwamm	14,2	b
<i>Serpula lacrymans</i>	Echter Hausschwamm	13,5	b
<i>Donkioporia expansa</i>	Ausgebreiteter Hausporling	13,3	w
<i>Antrodia</i> spp.	Weiße Porenschwämme / Braunfäuletrameten	9,7	b
<i>Coprinus</i> spp.	Tintlinge, 4 Arten	4,3	w
<i>Trechispora</i> spp.	Stachelsporlinge	3,2	w
<i>Oligoporus</i> spp.	Saftporlinge	2,6	b
<i>Asterostroma cervicolor</i>	Ockerfarbiger Sternsetenpilz	2,4	w
<i>Serpula himantoides</i>	Wilder Hausschwamm	2,1	b
<i>Coniophora marmorata</i>	Marmorierter Kellerschwamm	1,9	b
<i>Antrodia xantha</i>	Gelbe Braunfäuletramete	1,9	b
<i>Phellinus contiguus</i>	Großporiger Feuerschwamm	1,7	w
<i>Peziza</i> spp.	Becherlinge	1,7	(?)
<i>Dacrymyces stillatus</i> u. a.	Gallertränen	0,9	b
<i>Gloeophyllum</i> spp.	Blättlinge	0,7	b
<i>Paxillus panuoides</i>	Muschel-Krempling	0,7	b
<i>Leucogyrophana</i> spp.	Fältlingshäute	0,7	b
<i>Cylindrobasidium laeve</i>	Ablösender Rindenschwamm	0,6	w
<i>Gloeophyllum abietinum</i>	Tannenblättling	0,6	b
<i>Antrodia serialis</i>	Reihige Braunfäuletramete	0,4	b
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	Zaunblättling	0,4	b
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	Balkenblättling	0,4	b
<i>Hymenochaete rubiginosa</i>	Umbraunbrauner Borstscheibling	0,4	w
<i>Leucogyrophana pinastri</i>	Kiefern-Fältlingshaut	0,4	b
<i>Leucogyrophana pulverulenta</i>	Kleine Fältlingshaut	0,4	b
<i>Resinicium bicolor</i>	Zweifarbiger Harz-Rindenpilz	0,4	w
<i>Resupinatus applicatus</i>	Dichtblättriger Zwergseitling	0,4	w
<i>Schizopora paradoxa</i>	Veränderlicher Spaltporling	0,4	w
<i>Antrodia sinuosa</i>	Schmalsporige Braunfäuletramete	0,2	b
<i>Antrodia sordida</i>	Cremerfarbener Braunfäuletramete	0,2	b
<i>Botryobasidium subcoronatum</i>	Traubenbasidie	0,2	w
<i>Botryobasidium</i> spp.	Traubenbasidie	0,2	w
<i>Coniophora arida</i>	Trockener Kellerschwamm	0,2	b
<i>Daedalea quercina</i>	Eichenwirling	0,2	b
<i>Diplomitoporus lindbladii</i>	Grauender Porling	0,2	w
<i>Fibulomyces mutabilis</i>	Veränderlicher Vliesschwamm	0,2	w
<i>Grifola frondosa</i>	Klapperschwamm	0,2	w
<i>Hypochniciellum molle</i>	Weiche Gewebehaut	0,2	w
<i>Hyphoderma radula</i>	Reibeisen-Rindenpilz	0,2	w
<i>Hyphoderma alutacea</i>	Rindenpilz	0,2	w
<i>Hyphoderma praetermissum</i>	Dünnfleischiger Rindenpilz	0,2	w
<i>Hyphodontia microspora</i>	Kleinsporiger Zähnenrindenpilz	0,2	w
<i>Hyphodontia nespori</i>	Warziger Zähnenrindenpilz	0,2	w
<i>Hyphodontia sibiricum</i>	Sibirischer Zähnenrindenpilz	0,2	w
<i>Mycena galericulata</i>	Rosablättriger Helmling	0,2	w
<i>Oxyporus corticola</i>	Rinden-Steifporlinge	0,2	w
<i>Ptychogaster rennyi</i>	Bauchpilz	0,2	b
<i>Phanerochaete</i> spp.	Schicht- oder Rindenpilz	0,2	w
<i>Schizopora flavipora</i>	Gelbporiger Spaltporling	0,2	w
<i>Trametes</i> spp.	Trameten-Arten	0,2	w
Basidiomycetes	Braunfäule-Erreger	0,7	b
Basidiomycetes	Weißfäule-Erreger	0,6	b

* Die Gruppe „Hausschwamm“ umfasste früher folgende Pilze: Echten und Wilden Hausschwamm sowie die Fältlingshäute. Ursache dieser Zusammenfassung war die Unkenntnis der unterschiedlichen Biologie und fehlende diagnostische Möglichkeiten.

** Statistiken sind schwierig; als Fachlabor bekommen wir ggf. keinen repräsentativen Querschnitt derjenigen Fäulepilze eingesendet, die Fachwerk zerstören, weil Sachverständige eindeutige Befälle nicht einsenden – dies ist möglich. Dennoch ergibt sich ein Bild, welche Pilze/Pilzgruppen im Fachwerk vorkommen.

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur



Abb. 11: Spritzwasser erreicht die Schwelle: Die Grund-Schwelle als Verschleißteil: Im Sinne des baulichen Holzschutzes und der Langlebigkeit wäre ein deutlich abgschrägter Sockel sinnvoll: an der Unterseite zerstören Pilze (u.a. Moderfäulepilze) und der Bunte Nagekäfer (*Xestobium rufivillosum*) das Holz; Eckbild: Details der Ausschlupflöcher.

Abb. 12. Schlechte Zeiten für das Fachwerk: Es gibt keinen Bewohner: Mit breiten Dachüberständen, gut belüfteten Räumen, Anstrichs- sowie Innendämmungs-Freiheit und etwas baulichem Holzschutz übersteht ein Fachwerk diesen Leerstand am besten, eine Temperierung wäre zudem hilfreich.

Möglichkeiten des baulichen Holzschutzes (Auswahl)

Die Abb. 13. bis 14 und die untere Aufstellung geben Hinweise für einen baulichen Holzschutz im Fachwerk. Hier muss es einen Interessensausgleich geben zwischen Authentizität, Wohnkomfort und der möglichen Langlebigkeit einer gewählten Konstruktion.

1. Eine dem Einsatzzweck genügende natürlich dauerhafte Holzart (n. DIN EN 350-2).
2. Vermeidung von Splintholz (Abb. 5), dessen Anteil an bewitterten Bauteilen sollte im Fachwerk bei 0 % liegen; Splintholz bedarf der Überdachung (Gebrauchsklasse 1 oder 0).
3. Horizontale Flächen (z. B. Gesimse, Fensterbänke) müssen eine ausreichende Neigung haben ($> 3^\circ$), die Wasser vom Gebäude fortführt (Abb. 13).
4. Holz ist vor Spritzwasser sicher, wenn es 30 cm über dem Gelände liegt; bzw. 15 cm, wenn z. B. ein Kiesstreifen oder ein Drainage-Streifen/-Schacht vorliegt (Abb. 11).
5. Durch „Dachüberstände“ (Leisten, Abdeckungen) kann die Situation verbessert werden (Abb. 18).
6. Belüftung von Bauteilen verbessert die Abtrocknung von eingedrunenem Wasser (Abb. 16).
7. Bauteile, an denen Wasser herabrinnt, sind mit Tropfnasen zu versehen, ggf. auch umlaufend (Abb. 14).
8. Bewitterte Oberseiten von Holzkonstruktionen sind abzudecken oder zweckmäßig zu konstruieren (Abb. 17).
9. Abdeckungen benötigen ausreichende Mindest-Überstände, damit Regen abtropfen kann und nicht kapillar von Fugen oder vom Holz aufgesogen wird (Abb. 14).
10. Wassersäcke/-nester sind vermeidbar, wenn Konstruktionen oben geschlossen sind und unten offen; geschlossene Details müssen vermieden werden. Holzersatzmassen-, Bauschaum- und Silikoneinsätze führen oft zu Wassersäcken/-nestern (geschlossenen Konstruktionsbereichen).
11. Aufsteigendes Wasser ist mit kapillaren Sperrschichten aufzuhalten; dabei sind Größe und Material dem Verwendungszweck anzupassen.
12. An nötigen Fugen darf ablaufendes Wasser nicht in die Konstruktion gelenkt werden (Abb. 13).
13. Nach Möglichkeit sollte herzgetrenntes Holz verwendet werden, um das Reißen des Holzes zu vermindern.
14. Abdeckung des Holzes vor dem Einbau und Trockenheit während der Lagerung.
15. Die Möglichkeit erwägen, ob ein Giebel verlängert, nach außen geneigt oder bedacht werden kann.
16. Nach innen geneigte Giebel sind aufzurichten.
17. Regenrinnen sind, wie Blitzableiter, Pflicht für ein Fachwerk-Gebäude (Abb. 18).
18. Vermeidung von erdberührenden Bauteilen/erdähnlichen Bedingungen.

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur



Abb. 13. Im Gegensatz zur Schwelle aus der Abb. 10 kann hier das Regenwasser gut abfließen und Spitzwasser wird von der Schwelle fortgelenkt.



Abb. 14. Feine Leisten helfen, das Niederschlagswasser von der Fassade abzulenken. Bei häufigem und starkem Wind vermindert sich der Effekt, da dann Regen die Konstruktion erreicht.



Abb. 15: Sanierung einer Fenstereinfassung und der unterliegenden Pfosten. Wasser fließt nach unten, wird aber kapillar in Ritzen und Spalten gezogen und kann durch die Beschichtung nur schwer wieder entweichen; es entstehen bei nur mäßiger Holzqualität schnell Fäuleschäden, hier eine Weißfäule durch den Großporigen Feuerschwamm (*Phellinus contiguus*). Eckbild: Weißfäuleschaden im Detail: Holz faserig.



Abb. 16. Fachwerk-„Schutz“ mit einer Putzfassade: Durch die verminderte Abtrocknungsfähigkeit des Holzes unter dem Putz kommt es zu einer außen gelegenen Fäule; hier ein Doppelbefall mit Braunfäule durch einen Kellerschwamm (*Coniophora* sp.) und Moderfäulepilzen, zudem ein Insektenschaden durch Bunten Nagekäfer (*Xestobium rufovillosum*).

Literatur

- Clausnitzer, K.-D. (1990) Historischer Holzschutz. Ökobuch-Verlag, Freiburg, 269 S.
- Huckfeldt, T.; Schmidt, O. (2015) Hausfäule- und Bauholzpilze. 2. Aufl. Rudolf Müller Verlag, Köln, 610 S.
- Liese, W. Ammer, U. (1964) Über den Befall von Buchenholz durch Moderfäulepilze in Abhängigkeit von der Holzfeuchte. *Holzforchung* 18, S. 97-102
- Liese, J.; Stamer, J. (1934) Vergleichende Versuche über die Zerstörungsintensität einiger wichtiger holzerstörender Pilze und die hierdurch verursachte Festigkeitsminderung des Holzes. *Angew. Bot.* 16 (4), S. 363-372
- Marutzky, R.; Willeitner, H.; Radovic, B.; Hertel, H.; Grosser, D. (2012) Holzschutz; Praxiskommentar zur DIN 68800 Teile 1 bis 4. Hrsg. DIN und iVTH, Beuth-Kommentare, Berlin, 353 S.
- Seifert, K. (1968) Zur Systematik der Holzfäulen, ihre chemischen und physikalischen Kennzeichen. *Holz Roh- Werkstoff* 26 (6), S. 208-215
- WTA-Merkblätter (1996-2004) Fachwerkinstandsetzung nach WTA I-X, XII. Wissenschaftlich-Technischer Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V., Referat Fachwerk
- Zenker, R. (1962) Untersuchungen über das Vorkommen von Moderfäule an Holzmasten und die Ursachen kurzfasriger Mastbrüche. *Energietechnik* 12. Jg. (4), S. 172-180

27. Kölner Gespräch zu Architektur und Denkmalpflege – 2019

Veranstalter: LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland / Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur



Abb. 17. Eines der wenigen Umgebinde-Fachwerkhäuser mit einer noch vorhandenen Schwelle, i.d.R. fehlt diese. Viele Details sind modern, helfen aber, Fäulepilze fernzuhalten und damit Original-Substanz zu bewahren - ein lebendiger Kompromiss.



Abb. 18. Regenrinnen sind historisch kaum belegt, helfen jedoch die Wassermenge, die an die Fassade gelangen kann, zu reduzieren, zu dem verbreitert sich der Dachüberstand. Sie dürfen nur in Ausnahmefällen fehlen, vergleichbar einem Blitzableiter, auch dieser wendet größeren Schaden ab.