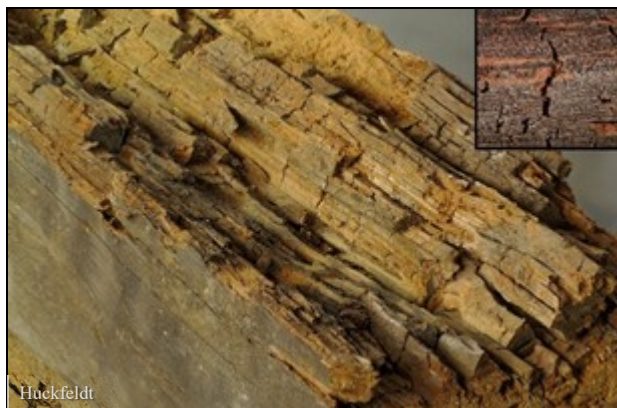
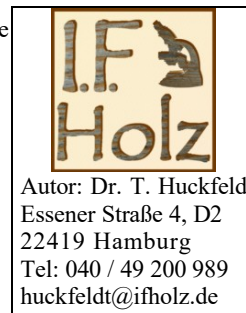


## Merkblatt: Braunfäulepilze in Gebäuden – Grundlagen



Huckfeldt

Abb. 1: Braunfäule; Holz mit Würfelbruch quer zur Faser; Maßstab: Balken ca. 16 x 16 cm; Eckbild: Verwechslungsmöglichkeit mit den im Hochbau vergleichsweise harmloseren Moderfäulepilzen.

### Abgrenzung – Einleitung

Holz unterliegt dem natürlichen Stoffkreislauf von Werden und Vergehen. Feuchtes Holz wird durch die Nährstoff-Entnahme der Fäulepilze zerstört. Je nachdem welche Bestandteile aus dem Holz gelöst werden bzw. wie es nach der Besiedelung und Nährstoff-Entnahme aussieht, werden verschiedene Fäuletypen unterschieden: Braun-, Weiß- (Abb. 1) und Moderfäule (RYPÁČEK, 1966). Die Bezeichnung Braunfäule geht auf die braune Holz-Verfärbung infolge des Fäule-Prozesses zurück (s. u.). Zurück bleibt das Lignin der Zellwände, das braun ist, so dass das befallene Holz braun bis dunkelbraun wird. Im Abbau-Endstadium lässt sich das Holz schließlich zwischen den Fingern zu feinem Pulver zerreiben (Abb. 2). Verwechslungen sind mit dem Moderfäulepilz-Abbaubild möglich (Abb. 1), was jedoch leicht

mikroskopisch im Labor überprüft werden kann. Im Hochbau sind die Abbauraten der Moderfäulepilze (Schlauchpilze) jedoch meist gering - sie haben in Gebäuden eine untergeordnete Bedeutung und die Sanierungsmaßnahmen sind i.d.R. deutlich weniger aufwendig.

### Info-Box: Hinweis zur Würfelbruch-Größe

Die Würfelbruch-Größe gibt kaum einen Hinweis auf den Verursacher: Ein kleiner Würfelbruch kann von allen Braunfäule-Erregern herrühren, ein großer z. B. vom Echten Hausschwamm, dem Braunen Kellerschwamm, dem Eichenwirrling oder dem Schwefelporling. („Groß“ meint Würfelbrüche ab 8 cm Kantenlänge.)

Braunfäulepilze gehören systematisch zu den Ständerpilzen (Basidiomyceten). Sie werden grob in zwei Gruppen eingeteilt:

1. Braunfäule-Erreger, die das Holz gleichmäßig abbauen, wie z. B. der Braune Kellerschwamm (*Coniophora puteana*) und der Echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans*). Diese Form des Abbaus verursacht einen typischen Würfelbruch (Abb. 1). 2. Braunfäule-Pilze, die oft überwiegend das Frühholz angreifen. Es entsteht ein muschelähnliches Abbaubild (Abb. 3); ein Beispiel sind die Blättlinge (*Gloeophyllum* spp.) und Braunfäuletrameten (*Antrodia* spp.; HUCKFELDT/SCHMIDT, 2015). Leider halten sich die Pilze nicht immer an diese Einteilung; sie gibt aber Bestimmungshinweise.

### Bedeutung und Vorkommen

Braunfäulepilze haben an Hölzern, die direkt der Witterung ausgesetzt sind, eine geringere Bedeutung als in Innenräumen. Die Schäden, die Braunfäule-Erreger innerhalb von Gebäuden anrichten, sind klein bis sehr groß und ziehen sich über Jahre hin, oder es entstehen massive Schäden innerhalb von nur wenigen Jahren (Abb. 5). Anfangsschäden entstehen binnen eines ½ Jahres, aber nicht innerhalb eines Monats. Die häufigsten Braunfäule-Erreger im Hochbau sind der Echte Hausschwamm, der Braune Kellerschwamm, die Braunfäuletrameten (Gruppe der Weißen Porenschwämme) sowie verschiedene Arten von Blättlingen und Saftporlingen (Gruppe der Weißen Porenschwämme). Weitere Arten, die in Gebäuden etwas häufiger nachgewiesen wurden, sind z. B. die Fältlingshäute (*Leucogyrophana* spp.), der Muschel-Krempling (*Paxillus panuoides*), der Marmorierte Kellerschwamm (*Coniophora marmorata*) und der Wilde Hausschwamm (*Serpula himantoides*).



Huckfeldt

Abb. 4: Braunfäuleschaden mit Würfelbruch durch Echten Hausschwamm (*Serpula lacrymans*) an einer schattigen Fensterseite; das Fenster wird vom Mauerwerk her angegriffen, denn der Hausschwamm durchwächst feuchtes Mauerwerk auf der Holz-Suche.



Huckfeldt

Abb. 2: Finger-Reibprobe an braunfaulem Holz: zerriebenes Holz im finalen Abbaustadium – die Holz-Struktur ist zerstört. Nach dem Zerreiben bleibt ein braunes, staubendes Pulver zurück – fast wie Humus-Erde. Die Finger werden schmutzig und wirken fast wie mit Kaopulver bestäubt. Im Holz wachsende Schimmelpilze führen oft auch zu einer Schwarzfärbung.



Huckfeldt

Abb. 3: Braunfäule durch den Tannenblättling (*Gloeophyllum abietinum*) an einem Fensterflügel: typische Innenfäule mit muschelähnlichen Bruchbild bei bewittertem Holz; im Kreis ist eine mikroskopisch kleine Hyphe zu erkennen

### Fäule-Merkmale und Holzabbau im Detail

Im Gegensatz zu den Weißfäulepilzen bauen die Braunfäule-Erreger nur Cellulose und Hemicellulosen ab; das Lignin (der Holzstoff) wird kaum angegriffen. Braunfaules Holz wird dadurch spröde, weich und meist im Verlauf des Abbauprozesses dunkler braun (daher der Name! Abb. 1). Das Holz wird nicht faserig wie bei einer Weißfäule.

Informationen des Instituts für Holzqualität und Holzschäden; mehr zur Bestimmung von Fäulepilzen unter: [www.ifholz.de](http://www.ifholz.de)

Mit dem Abbau verliert das Holz schnell seine mechanischen Eigenschaften, noch bevor ein intensiverer Masseverlust eingesetzt hat. So sinkt beispielsweise bei einem Befall mit dem Echten Hausschwamm die Bruchlast bei Masseverlusten von 4% um 14,7-28,3% ab. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch andere Verfahren, wie z. B. der High-energy multiple impact-test (HEMI) (BRISCHKE et al., 2008).

Die Hyphen (Pilzschläuche) der Braunfäule-Erreger wachsen meistens im Lumen des Holzes („Wasserleitbahnen des Baumes“) – nur selten direkt in den Zellwänden – und zersetzen das Holz durch ihre Enzymabgabe von innen heraus. Dabei werden die Holzbestandteile – wie Cellulose – zu Zucker abgebaut. Nur in Wasser gelöste Zucker können von Hyphen aufgenommen werden. Im Stoffwechsel wird der Zucker zu Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser veratmet. Der Holzabbau durch den Hausschwamm und andere Braunfäule-Erreger beginnt nach elektronenmikroskopischen Untersuchungen in der Primär- und Sekundärwand 1, wohingegen die Mittellamelle, Sekundärwand 2 und Tertiärwand länger unverändert bleiben. Die Folge ist, dass der Zusammenhalt des Zellverbundes aufgelöst wird. Dies wird der Grund sein, warum die mechanischen Eigenschaften des Holzes schon bei geringen Masseverlusten, die durch Braunfäule-Erreger hervorgerufen werden, stark gemindert sind. Die beim enzymatischen Holzabbau freiwerdenden Zucker und anderen Nährstoffe werden von den Hyphen im Holz aufgenommen und abtransportiert, z. B. zur Zuwachzone des Mycels oder zu einem Fruchtkörper.

### Enzyme bauen die Cellulose im Holz ab

Eine Reihe von Enzymen spalten Cellulose. Die Cellulose ist ein Riesenmolekül, welches aus immer gleichen Bausteinen (Zuckermolekülen) zusammengesetzt ist. Die Enzyme, welche Cellulose, aber auch Hemicellulose abbauen, spalten unter Wasseranlagerung die Bindungen zwischen den einzelnen Bausteinen der Cellulose (zwischen den Zuckermolekülen). Zuvor müssen die Wasserstoffbrücken zwischen sehr „festen Ketten“ ( $\beta$  1,4-Glucanketten) gelockert werden. Einige der wirkenden Enzyme sind bei Braun- und Weißfäulepilzen ähnlich, so die Endoglucanasen. Für Weiß- und Braunfäulepilze sind alle Enzyme nachgewiesen, die für einen Abbau von Cellulose notwendig sind. Es sind drei zusammenarbeitende Enzymsysteme: Endoglucanasen (zuständig für die Spaltung der „festen Ketten“ zu Vielfachzuckern – Oligosaccharide), Exoglucanasen (Spaltung der Vielfachzucker in Doppelzucker – Cellobiose) und Cellobiasen (Spaltung der Doppelzucker in einfachen Zucker – Glucose). Nur diese einfachen, in Wasser gelösten Zucker können von den Hyphen aufgenommen werden. Beim Holzabbau durch Braunfäulepilze sind neben Enzymen auch andere chemische Prozesse beteiligt. Es werden drei „Reaktionssysteme“ diskutiert, die das Eindringen der Enzyme in das Holz erleichtern sollen. Beteiligt an diesen Systemen sind: Wasserstoffperoxid, Oxalsäure und Expansine (SCHMIDT, 2006).

### Bekämpfung

Eine genaue Prüfung durch einen Fachmann ist jedoch nötig. Eine Artdiagnose empfiehlt sich, da es sehr unterschiedlich aggressive Braunfäule-Erreger gibt. Die Abbauraten der Fältlingshäute sind z. B. nur mäßig, obwohl sie eindrucksvolle Fruchtkörper bilden, die dem Hausschwamm ähnlich sind. Zu massiven Zerstörungen kann durch den Tannenblättings z. B. im Dachbereich kommen, er ist aber nicht in der Lage ist Mauerwerk zu durchdringen. Die Beseitigung von Schäden durch Braunfäule-Erreger sind fach- und sachgerecht i.d.R. nach DIN 68800-4 durchzuführen. Befallene Holzteile sollten nicht im Gebäude belassen werden. Nur der Echte Hausschwamm bedarf besonders weitreichender Sanierungsmaßnahmen. Und das zurecht!

### Literatur

- Brischke, C.; Welzbacher, C. R.; Huckfeldt, T. (2008) Influence of fungal decay by different basidiomycetes on the structural integrity of Norway spruce wood. Holz als Roh- Werkstoff 66, S. 433-438
- DIN 68 800-4 (1992) Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzerstörende Pilze und Insekten, Beuth Verlag, Berlin
- Huckfeldt, T.; Schmidt, O. (2015) Hausfäule- und Bauholzpilze. Rudolf Müller Verlag, Köln.
- Rypáček, V. (1966) Biologie holzerzetzender Pilze. G. Fischer, Jena, 211 S.
- Schmidt, O. (2006) Wood and tree fungi, biology, damage, protection, and use. Springer, Berlin, Heidelberg, 334 S.

#### Info-Box: Hinweis zum Echten Hausschwamm

Das Vorliegen einer Braunfäule ist kein Beweis für einen Befall mit Echem Hausschwamm, da viele Hausfäulepilz-Arten eine Braunfäule verursachen.

Aber wenn keine Braunfäule vorhanden ist, kann ein massiver Befall durch Echten Hausschwamm ausgeschlossen werden.



Abb. 5: Eins von fünf gleichartigen Reihenhäusern, die nacheinander saniert werden mussten: Reste von nasse Schalungsbrettern: Ein Warmdach aus feuchtem Bauholz wird oft zur Wasserfalle und zum exquisiten Wohnraum für holzerstörende Pilze. Eckbild: Schalbrett-Unterseite: wolkenähnliche, weiße Dunkelfruchtkörper einer Braunfäuletramete (*Antrodia* sp. – Artengruppe Weiße Porenschwämme).

#### Info-Box – Holzabbau – Holzfeuchte:

Fäulepilze können die zuvor zerlegten Holzbestandteile nur in flüssiger Form aufnehmen. Daher ist trockenes Holz mit einer Holzfeuchte unter 20 u<sub>m</sub>% vor allen Fäulepilzen sicher, nicht aber vor Trockenholzinsekten, da die holzerstörenden Organismen in diesem Fall im feuchten Darm der Tiere leben; die leben in Symbiose z. B. mit den Käferlarven.



Abb. 6: Braunfäuleschaden mit grobem Würfelbruch: trockener Altschaden am Fachwerk – der Befall ruht; ein Wasserschaden führte zum Wachstum des Kellerschwamms; das Eckbild zeigt ein Detail des Würfelbruchs.

Das vorliegende Merkblatt wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Der Autor kann jedoch für die inhaltliche und technische Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Merkblattes keine Haftung übernehmen. Wenn Sie damit nicht einverstanden sind, verwenden Sie es nicht! Für Rückmeldungen zum Merkblatt bedanke ich mich.

Institut für Holzqualität und Holzschäden – Dr. Rehbein und Dr. Huckfeldt GbR (2020)