

TAGUNGSBAND **HOLZSCHUTZ** **2016**

**BEITRÄGE AUS PRAXIS,
FORSCHUNG UND WEITERBILDUNG**



Fraunhofer IRB  Verlag

EIPOS

Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages

Holzschutz

2016

EIPOS

Tagungsband

des EIPOS-Sachverständigentages

Holzschutz

2016

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Architekt Ulrich Arnold, M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Ekkehard Flohr
Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Mykologe Tobias Huckfeldt
Dipl.-Ing. Florian Tscherne
Dr. rer. nat. Robby Wegner

Dr. rer. silv. Wolfram Scheiding
Dipl.-Ing. Architekt Holger Schmidt-Schuchardt

Herausgeber:

EIPOS GmbH

Dr. Uwe Reese
Geschäftsführer EIPOS GmbH

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9698-5

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9699-2

Einband und DTP-Satz: EIPOS GmbH
Druck und Bindung: Konrad Triltsch GmbH, Ochsenfurt-Hohestadt

Bei der Erstellung des Buches wurde mit großer Sorgfalt vorgegangen; trotzdem lassen sich Fehler nie vollständig ausschließen. Verlag und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Autoren dankbar.

EIPOS Europäisches Institut für postgraduale Bildung GmbH

Ein Unternehmen der TUDAG Technische Universität Dresden AG

Anschrift: Freiburger Straße 37, D-01067 Dresden

Telefon: (03 51) 4047042-10

Telefax: (03 51) 4047042-20

E-Mail: eipos@eipos.de

Internet: www.eipos.de

Geschäftsführer: Dr. Uwe Reese

Dezember 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des jeweiligen Autors unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2016

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Anschrift: Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart

Telefon: (07 11) 970-25 00

Telefax: (07 11) 970-25 99

E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de

Internet: www.baufachinformation.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Uwe Reese, Grit Zimmermann 7

Beiträge vom 20. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz am 7. Dezember 2016

Konstruktiver Holzschutz – Vorteile, Nachteile, Anwendungsgrenzen

Ulrich Arnold 11

Das neue WTA-Merkblatt „Der echte Hausschwamm ...“

Ekkehard Flohr 25

Schäden durch Fäulepilze am Beispiel von Fachwerkschäden

Tobias Huckfeldt 31

Schadensbegutachtung an Holzkonstruktionen

Florian Tscherne 65

Aktuelle Holzschutzmittel mit Zulassung nach Biozidrecht

Robby Wegner 77

Beiträge von der 25. Sächsischen Holzschutztagung am 12. März 2016

Dauerhaftigkeit und Gebrauchsdauer bewitterter Holzbauteile unter technischen
und ästhetischen Aspekten

Wolfram Scheiding 95

Trockeneisstrahlen – Praktische Erfahrungen

Holger Schmidt-Schuchardt 107

Autorenverzeichnis 121

Publikationsverzeichnis 122

Vorwort

EIPOS setzt konsequent auf praxisorientierte Weiterbildung und folgt seit über 25 Jahren dem Leitsatz „**Qualifikation schafft Zukunft!**“

Dies wird über das Angebot zahlreicher Fachfortbildungen erreicht. Eines der „ältesten“ Bildungsprodukte ist die Ausbildung zum „**Sachverständigen für Holzschutz**“. Seit dem ersten Start vor 24 Jahren haben sich ca. 320 Teilnehmer zu anerkannten Sachverständigen für Holzschutz qualifiziert und konnten sich damit umfangreiches Wissen im Holzschutz erarbeiten.

Darüber hinaus findet der Wissens- und Informationstransfer über unsere jährlichen Sachverständigentage statt. Der „Leuchtturm“ für alle Fachleute der Holzschutzbranche ist unser **Sachverständigentag Holzschutz**. Ein wichtiger Branchentreff, um Holzschützer, Planer, gestandene Praktiker, Berufskollegen, Dozenten, EIPOS-Absolventen und andere Interessierte zusammen zu bringen und einen größtmöglichen Austausch für neue Ideen und Impulse für ihren Berufsalltag geben zu können. Für Nachhaltigkeit ist ebenso gesorgt, denn genau dieses Fachforum bietet eine wichtige Netzwerkplattform für alle, die mit dem Bau- und Werkstoff Holz zu tun haben.

In diesem Jahr gibt es noch eine Besonderheit: Wir feiern ein Jubiläum! Zum 20. Mal ist es gelungen, mit einem vielseitigen und anspruchsvollen Programm über 140 Teilnehmer nach Dresden zum jährlichen Highlight zu locken.

Neueste Erkenntnisse werden genau an diesem Tage zeitnah publik gemacht. Wichtige Änderungen im zu erwartenden WTA-Merkblatt „Echter Hausschwamm“ werden vorgestellt. Detailliert wird auf Schäden an Holzkonstruktionen und Schäden durch Fäulepilze am Fachwerk eingegangen. Lösungen für eine substanzschonende Fachwerksanierung werden dabei aufgezeigt. Das immer wieder aktuelle Thema des konstruktiven Holzschutzes steht ebenfalls im Focus. Dabei werden Vorteile, Nachteile und Anwendungsgrenzen dargestellt. Der Vortrag zu aktuellen Holzschutzmittel mit Zulassung nach Biozidrecht rundet die Tagung ab. Seien Sie gespannt und freuen Sie sich auf fünf Referenten – Experten ihres Fachs –, die mit ihren vielseitigen Themen für ein anspruchsvolles Programm sorgen. Und wir garantieren auch in diesem Jahr: Jeder kann neue Erkenntnisse für sich und seine Arbeit mit nach Hause nehmen!

Die einzelnen Fachbeiträge finden Eingang in diesen Tagungsband und mit zwei weiteren Veröffentlichungen bildet dieser ein nützliches Nachschlagewerk für unsere Tagungsteilnehmer sowie für weitere interessierte Fachexperten.

Wir bedanken uns bei den Vortragenden, die ihr wertvolles und aktuelles Fachwissen zum Gelingen der Tagung weitergeben. Ebenso gilt unser Dank den Teilnehmern und Absolventen für das langjährige Vertrauen, berufliche Wege in ihre Zukunft mit EIPOS zu gehen sowie für ihre Neugier an unseren Angeboten und bleiben Sie dran am Erfolgsrezept: **Lebenslanges Lernen**.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen!

Dresden, 7. Dezember 2016

Dr. Uwe Reese
Geschäftsführer EIPOS GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Grit Zimmermann
Produktmanagerin

Beiträge

20. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz

7. Dezember 2016

Konstruktiver Holzschutz – Vorteile, Nachteile, Anwendungsgrenzen

Ulrich Arnold

Kurzfassung

Konstruktiver Holzschutz ist immer anzuwenden. Er bietet Vorteile gegenüber chemischen Maßnahmen. Insbesondere die Kombination mehrerer konstruktiver Maßnahmen, die ggf. für sich allein genommen schon die Einstufung in GK 0 erlauben, vermindern das in der Normung als Lebensrisiko akzeptierte Restrisiko weiter. Es werden Methoden und Beispiele vorgestellt, wie Risiken eingeschätzt werden können. Darauf basierend, wie die Fehlertoleranz von Konstruktionen optimiert werden kann. An bewitterten Konstruktionen ist es nicht immer möglich Feuchteanreicherungspunkte zu vermeiden. Deshalb sollten bewitterte tragende Holzbauteile nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

1 Einleitung

Der bauliche bzw. konstruktive Holzschutz basiert auf tradiertem Wissen, das bereits angewendet und weiter gegeben wurde, als die biologischen Abläufe und Bedingungen für Schädlingsbefall an Holz noch gar nicht bekannt waren. Er ist also seit jeher Bestandteil einer guten Holzbauplanung. Auch wenn in den letzten Jahren gesellschaftliche Anstrengungen unternommen wurden, den konstruktiven Holzschutz wieder verstärkt in den Fokus zu rücken, wird in der Baupraxis immer noch zu wenig Wert darauf gelegt. Im folgenden Beitrag sollen deshalb anhand von Regeln und Beispielen die Möglichkeiten und Grenzen des konstruktiven Holzschutzes umrissen werden.

2 Warum konstruktiv schützen?

Der konstruktive Schutz hat in den letzten Jahren wieder an Stellenwert gewonnen. Mit der neusten Ausgabe von DIN 68800-1 und -2 werden grundsätzliche bauliche Maßnahmen eingeführt, die unabhängig vom Erreichen einer niedrigeren Gebrauchsklasse (GK) immer anzuwenden sind. Die Vorgängernorm DIN 68800-2:1996-05 kannte diese grundsätzlichen baulichen Maßnahmen als eigene Gruppe nicht. Bei genauem Lesen der alten Normausgabe fällt jedoch auf, dass entsprechende Maßnahmen auch damals schon, ohne eigene Sammelüberschrift, genauso gefordert waren wie heute. „Bauliche Maßnahmen sind eine wesentliche Voraussetzung für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit einer Konstruktion ...“ „Baulicher Holzschutz ist bei der Planung und Ausführung stets zu berücksichtigen, auch dann wenn sich dadurch

die Zuordnung zu einer Gefährdungsklasse nach DIN 68800-3 nicht ändert ...“ (DIN 68800-2:1996).

Aktuell wird fast identisch formuliert: „Grundsätzliche bauliche Holzschutzmaßnahmen nach DIN 68800-2 sind bei Planung und Ausführung stets zu berücksichtigen, auch dann, wenn sich durch diese Maßnahmen die Zuordnung zu einer Gebrauchsklasse nicht ändert ...“ (DIN 68800-1:2011).

„Bauliche Maßnahmen sind bereits bei der Planung und der Ausschreibung zu berücksichtigen. Sie müssen rechtzeitig und sorgfältig geplant werden, um den Schutzerfolg zu sichern. Grundsätzliche bauliche Maßnahmen sind in jedem Fall anzuwenden, auch dann, wenn sich dadurch die Zuordnung zu einer Gebrauchsklasse nach DIN 68800-1 nicht ändert ...“ (DIN 68800-2:2012).

Ein Unterschied im Stellenwert ist daran zu erkennen, dass in der neuen Normausgabe deutlich mehr einzelne Möglichkeiten für bauliche Holzschutzmaßnahmen und bedeutend mehr nachweisfreie Konstruktionsweisen für die GK 0 dargestellt sind. M. E. liegt das auch daran, dass der politische Wille zur Vermeidung von Bioziden über die öffentlichen Vertreter und Verbraucherverbände in die Vorbereitung zur aktuellen Norm eingeflossen ist.

Insbesondere im vorbeugenden Schutz gegen Insekten sind so neue bauliche Möglichkeiten eröffnet worden. Auch die Anpassung der Größenordnung einer Umgebungsluftfeuchte von 70 % rel. LF auf 85 % rel. LF als Schwelle für die GK 2, also Schutz gegen Pilze, hat mehr bauliche Maßnahmen zum Erreichen geringerer Gebrauchsklassen ermöglicht.

Es ist sehr wichtig und elementar, die baulich konstruktiven Maßnahmen auszuschnüpfen, bevor chemisch vorbeugende Holzschutzmethoden angewendet werden. Die Biozidwirkstoffe, die heute verwendet werden, sind bezüglich ihrer Gefährdungen für die Umwelt und Gesundheit von „nicht Zielorganismen“ sorgfältig untersucht und ihr Einsatz wird nicht leichtfertig freigegeben. Dennoch ist es selbstverständlich, dass Biozide zu einer Beeinträchtigung führen können. Man hat aus den Problemen, die durch den Einsatz heute nicht mehr verkehrsfähiger Wirkstoffe entstanden sind, gelernt. Dennoch ist es möglich, dass die heute für sicher erachteten Wirkstoffe in Zukunft aufgrund neuer Erkenntnisse kritischer beurteilt werden. Deshalb sind alle Wege, ausreichenden Holzschutz mit konstruktiven Maßnahmen zu erreichen, sinnvoll. Die Entsorgung oder das Recycling des Holzes wird so ebenfalls vereinfacht.

Letztendlich wünschen die Verbraucher in der Regel Konstruktionen, die ohne chemisch vorbeugende Holzschutzmittel hergestellt wurden. Gerade bei Verbrauchern ist jedoch eine gewisse paradoxe Haltung zu beobachten. Sie sprechen sich pauschal dafür aus, Bauteile „ohne Gift“ zu bevorzugen, im konkreten Einzelfall wünschen sie jedoch häufig chemische Mittel „damit es lange hält“ oder „damit es lange schön aussieht“. Dieser Wunsch wird sogar häufig geäußert, wenn man den Verbrauchern zuvor dargelegt hat, dass die Beeinträchtigung einer schadhafte Konstruktion durch mangelnden konstruktiven Holzschutz entstanden ist. Es wird nicht nach Möglichkeiten die Konstruktion zu verbessern, sondern nach Mitteln, die man aufstreichen kann, gefragt. Die Vorteile, die eine Vermeidung von Bioziden mit sich bringt, müssen also noch weiter als bisher verinnerlicht werden.

3 Möglichkeiten und Stärken des konstruktiven Holzschutzes gegen Insekten und Pilze

Grundsätzlich scheiden Fehlanwendungen von Bioziden aus, wenn die Holzschutzziele allein durch bauliche Maßnahmen gesichert werden können. In der Vergangenheit gab es immer wieder bedenklich geringe Schuttmittel-Konzentrationen bzw. bedenklich kurze Anwendungsdauern bei Holzschutzbehandlungen im Trogverfahren und eine Vernachlässigung des Nachschutzes von Bearbeitungskanten. Diese Mängel im chemischen Holzschutz sind zwar nicht den chemischen Verfahren und den Holzschutzmitteln an sich anzulasten, sondern bewusste oder unbewusste Fehlanwendungen der Verarbeiter. Dennoch lassen sie sich ausschließen, wenn Holzschutzmittel gar nicht zur Anwendung kommen. Außerdem entstehen keine Kosten für Holzschutzmittelbehandlungen.

Bekanntlich bietet die Norm Möglichkeiten zum Insektenschutz, indem Farbkeimholz verwendet werden, Konstruktionen kontrollierbar sind (und kontrolliert werden) oder den Insekten durch eine Bekleidung der Bauteile die Eiablage im Holz verwehrt wird. Zusätzlich besteht die Möglichkeit nach den Vorgaben aus DIN 68800-1 und 68800-2 technisch getrocknetes Holz als insektenvorbeugende Maßnahme zu verwenden. Jede dieser Maßnahmen allein bietet normgerecht ausreichenden Schutz. Für die Praxis ist es sehr zu empfehlen mehrere der Maßnahmen miteinander zu kombinieren.

Wenn gemäß DIN 68800 technisch getrocknetes Holz eingesetzt wird, hat man mehrere vorteilhafte Effekte verbunden: Außer in Nutzungsklasse 3, muss Holz mit maximal 20 % Holzfeuchte eingebaut werden. Das lässt sich praktisch nur mit technisch getrockneter Ware garantieren. Gleichzeitig verhindert die technische Trocknung, dass ggf. vorhandene Larven von Frischholzinsekten ihren Entwicklungszyklus beenden und in verbautem Holz Schlupflöcher hervorrufen, die optische Beeinträchtigungen aber auch Perforationen in Abdichtungsbahnen bedeuten können. Weiterhin ist im eingebautem Zustand von einer gewissen Minderung der Attraktivität als Brutsubstrat für Hausbockkäfer und andere Insekten auszugehen.

Praktisch ist es hier erforderlich die Schutzziele beim Insektenschutz genauer zu definieren. Insektenbefall muss nicht immer ein Standsicherheitsproblem darstellen. Auch die Holzschutznorm betrachtet die „Gefahr eines Bauschadens“ durch Insekten aus dieser Perspektive. Damit ist nämlich gemeint, dass durchaus in Einzelfällen auch bei Anwendung o. g. Maßnahmen Insektenbefall auftreten kann. Für die Maßnahme des kontrollierbaren Einbaus ist diese Betrachtungsweise offensichtlich. Auch bei Anwendung der anderen Maßnahmen kann es sehr selten zu Insektenbefall kommen. Dieser Befall führt dann jedoch nicht zu einem Bauteilversagen. Vielmehr kann auf den Befall reagiert werden, bevor die Standsicherheit gefährdet ist. Grundlage für die Reaktion ist u. a. eine sachverständige Risikobewertung. So gibt es Fälle in denen sehr aufwändige Maßnahmen empfehlenswert sind als auch Fälle in denen der Befall toleriert werden kann.

Es ist also empfehlenswert bei Bauteilen mehrere der genormten Insektenschutzmaßnahmen zu kombinieren, um damit das Risiko unter das von der Norm tolerierte Restrisiko zu bringen. Außerdem bedeuten die gegen Pilzbefall einzuhaltenden Maßnahmen eine weitere Risikominderung bezüglich Insektenbefall und Insekten-

schadensausmaßen. Baulicher Insekten- und Pilzschutz erzeugen einen Synergieeffekt. Beispielsweise ist eine Konstruktion, die vor der Witterung geschützt wird gleichzeitig so trocken, dass die Larvenentwicklung unterhalb des „Optimalbereichs“ (aus Perspektive der Insekten) [BECKER 1950] liegt.

Auch wenn Farbkernholz eingesetzt wird, entsteht ein Synergieeffekt, weil es sowohl gegen Insekten als auch gegen Pilze, artabhängig, eine natürliche Dauerhaftigkeit aufweist.

Der Pilzschutz lässt sich prinzipiell gut mit Witterungsschutzmaßnahmen erreichen. Tragende Außenbauteile sollten immer mit einer Witterungsschutzbekleidung ausgestattet werden. An Hüllflächenbauteilen sollten sinnvolle, bewährte Kombinationen der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke gewählt werden. Grundsätzlich ist die Regel innen dampfdichter als außen für normal klimatisierte Gebäude einzuhalten. In DIN 68800-2 Tabelle 1 findet sich beispielsweise das Wertepaar s_d außen $\leq 0,3$ m zu s_d innen $\geq 2,0$ m. In dieser mit vielen Baustoffen herstellbaren Kombination sind keine Porenluffteuchten zu erwarten, die problematische Feuchtegehalte bedingen. Der Tauwassernachweis ist für solche Bauteile zu führen, wird aber ohne Schwierigkeiten gelingen, wenn nicht, bauphysikalisch falsch, im Inneren solcher Konstruktionen eine dampfbremsende Schicht eingebaut wird. Aufgrund verschärfter Anforderungen an die Energieeinsparung sind Konstruktionen heute bauphysikalisch empfindlicher als früher. Neben der beschriebenen Dampfdiffusion ist auch die Luftkonvektion zu berücksichtigen. Da die Randbedingungen aus den gesetzlichen Anforderungen und Wärmeschutznormen als gegeben anzunehmen sind, muss die Luftdichtheit als konstruktive Maßnahme geplant werden.

Mit modernen Holzbauweisen ist es möglich ausreichend luftdicht zu bauen. Beispielsweise bewusst angelegte Installationsebenen sind für die Luftdichtheit vorteilhafter als Steckdosenöffnungen, die in Hochlochziegelmauerwerk die Luftdichtebene Innenputz durchdringen. Gut geplanter und gut ausgeführter Holzbau ist hier dem Massivbau ebenbürtig und manchmal sogar überlegen. Innere Gebäudezonen mit wohnraumtrockenem Klima sind grundsätzlich zu trocken für holzerstörenden Pilze.

4 Grenzen des konstruktiven Holzschutzes

Konstruktiver Holzschutz kann nur dann erfolgreich sein, wenn er sorgfältig geplant und umgesetzt wird. Diese eigentlich banale Aussage auf Boden der Norm muss leider hervorgehoben werden, weil viele Planer und Ausführende zu wenig Sorgfalt walten lassen. Das bedeutet natürlich auch, dass konstruktiver Holzschutz nicht kostenfrei umgesetzt werden kann. Für die Planung und die Herstellung entsteht ein gewisser Aufwand. Wenn ein Planer den Holzschutz für ein ganzes Gebäude pauschal als GK 0 deklariert, ohne zu belegen, wie die Gebrauchsklasse an allen Bauteilen erreicht wird, ist den Anforderungen nicht genügend Rechnung getragen.

Wenn für jede Baumaßnahme Farbkernhölzer verwendet würden, wären die Kapazitäten des Marktes überschritten. In den meisten Gegenden ist Fichte als Bauholz in Masse verfügbar und Farbkernhölzer in geringerem Maße. Das bedingt, den Einsatz von Farbkernholz auf risikoreichere Einbaubedingungen zu begrenzen und z. B. für Konstruktionen in Wohnraumklima eher Fichte zu verwenden.

DIN 68800-1 toleriert einen Splintholzanteil von 5 % wenn über Farbkernholzanwendung einer erhöhten Gebrauchsklasse begegnet werden soll. An bewitterten Bauteilen ist es empfehlenswert gar keinen Splintanteil zu belassen. Von diesem kann ein Pilzbefall leichter auf das Kernholz übergreifen. Wenn scharfkantige Querschnitte oder Brettschichtholz verwendet werden sollen, ist in der Regel keine absolut splintfreie Ware zu beziehen.

Alle bewitterten Bauteile unterliegen einer Feuchtebelastung, die kritisch werden kann. Deshalb sollte die Gebrauchsklasse 3 und 4 für tragende Bauteile vermieden werden. Manche gewohnte Konstruktion von Außenbauteilen, wie Balkone mit bewitterten Zangenanschlüssen, lassen sich also nicht mehr herstellen. Diese Konstruktionen waren jedoch auch vor der Rückbesinnung auf konstruktiven Holzschutz von begrenzter Lebensdauer. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Dauerhaftigkeitsklassen nach DIN EN 350-2 im Wesentlichen einen relativen Vergleichsmaßstab zu anfälligem KiefernSplintholz darstellen. Ein außen verbautes Holz der Dauerhaftigkeitsklasse 2 mit Feuchteanreicherungspunkten widersteht einem Pilzrisiko also länger als KiefernSplint, jedoch nicht unbegrenzt lange. Auch chemische Holzschutzmaßnahmen erzielen unter solchen Bedingungen nur eine Verlängerung der Gebrauchdauer, keine unbegrenzte Schadensfreiheit.

In Anhang A zu DIN 68800-2 werden Konstruktionsweisen, die formal nachweisfrei die GK 0 erreichen, dargestellt. Einige der dort genannten Konstruktionen sind jedoch wenig fehlertolerant oder bedingen verstärkte Belastungen der Witterungsschutz-Bauteile.

Das voll gedämmte Flachdach nach Bild A.20 der Norm ist ein Beispiel für sehr geringe Fehlertoleranz. Es wird eine feuchtevariable Dampfbremse, die bestimmte Kennwerte erfüllen muss, gefordert. Hier liegt eine potenzielle Fehlerquelle darin, dass Baufeuchte beim Bau des Gebäudes die Bahn durchdringen kann. Auch ist nicht garantiert, dass bei Renovierungsarbeiten gleichwertige Dampfbremsbahnen verwendet werden, wenn die Dampfbremsschicht verändert wird. Eine zu dichte Bahn behindert dann die Umkehrdiffusion, die zur sommerlichen Austrocknung erforderlich ist. Gleiches kann passieren, wenn bei Renovierungsarbeiten die raumseitige Bekleidung so verändert wird, dass die geforderte äquivalente Luftsdicke von sd maximal 0,5 m überschritten wird. Die Dachsparren müssen mit einer Holzfeuchte von maximal 15 % eingebaut werden, das ist geringer als die üblichen 18 % bzw. 20 %, die in den Grundregeln (DIN 68800-2, DIN 18334) gefordert werden. Eine Überschreitung um 5 % Holzfeuchte kann bei realistischen Konstruktionen rund 300–500 g zusätzlich eingebautes Wasser pro m² bedeuten. Für die Dachabdichtung wird eine dunkle Bahn mit Strahlungsabsorption von mindestens 80 % gefordert. Wenn eine hellere Bahn verwendet wird oder bei Wartungsarbeiten später aufgebracht wird, ist die notwendige Umkehrdiffusion beeinträchtigt. Außerdem fordert die Holzschutznorm, dass die Verschattungsfreiheit „baurechtlich auf Dauer sichergestellt“ sein muss. Hier stellt sich die Frage, wie das in der Praxis gewährleistet werden kann. Dementsprechend kann die gemäß Norm nachweisfreie Konstruktion A.20 den konstruktiven Holzschutz nur unter so vielen kaum dauerhaft beherrschbaren Randbedingungen gewährleisten, dass davon abgeraten werden muss, solche Bauweisen anzuwenden.

Eine ganz ähnliche Bauweise wird in DIN 68800-2 Abs. 7.5 als Konstruktionsprinzip für GK 0 dargestellt. Neben den oben dargestellten Schwierigkeiten ist der Tauwasserschutz hier nicht eindeutig definiert. Es ist ein Tauwasserschutznachweis nach DIN EN 15026 zu führen. Dieser Nachweis mittels Bauteilsimulation ist sicherlich besser geeignet den Feuchtehaushalt der Konstruktion abzuschätzen als ein „Glaserachweis“ nach DIN 4108-3. Formal bietet die Holzschutznorm jedoch keinen Bewertungsmaßstab für die Simulationsergebnisse. In DIN 68800-1 und sinngemäß in DIN 68800-2 ist festgelegt, dass in nicht pilzgefährdeten Konstruktionen maximal 20% Holzfeuchte erreicht werden dürfen. Dieser starre Wert beruht auf seit Jahrzehnten bewährten Erfahrungen und enthält einen gewissen Sicherheitsspielraum. Die instationären Ergebnisse der Bauteilsimulation sollten auch instationär bewertet werden. Auf Grundlage der Untersuchungen von Arbeitsgruppen um VIITANEN [VIITANEN et al. 2010] hat KEHL [z. B. KEHL et al. 2012] einen Bewertungsvorschlag erarbeitet. Dieser wird in einer zutreffenden Größenordnung liegen, ist jedoch nicht in der Holzschutznorm angegeben. Das kann zu Diskussionen um den „richtigen“ Bewertungsmaßstab führen.

Die nachweisfreien Sockelkonstruktionen gemäß DIN 68800-2 Bild A.10 bis A.13 weichen die Grundregel Holzbauteile erst in Abstand von mindestens 30 cm zur Geländeoberkante einzubauen auf. Selbst wenn in diesen Details beispielsweise Kiesstreifen die Spritzwasserbelastung senken und die tragenden Holzbauteile von den Witterungsschutzbekleidungen bedeckt sind, sollten solche Konstruktionen m. E. vermieden werden. Zumindest das Erscheinungsbild der Wetterschutzbekleidung am Sockel wird nach kurzer Zeit leiden. Es ist mit Verschmutzungen, Algen- und Schimmelpilzbewuchs sowie an Holzbekleidungen mit Bläue zu rechnen. Der Besteller des Werks erwartet jedoch eine Oberfläche an der sich der Sockelbereich auch nach einer gewissen Nutzungsdauer optisch nicht vom Rest der Fassade unterscheidet. In unserer Gesellschaft ist die Fähigkeit Witterungseinflüsse auf das Aussehen von Konstruktionen einzuschätzen leider zurück gegangen. Das bedeutet den unbedarften Bauherren sollte bereits in der Planungsphase klar gemacht werden, dass eine Verringerung der bewährten Sockelhöhe zu optischen Beeinträchtigungen führt. Wenn hölzerne Fassadenbekleidungen ausgeführt werden, bietet es sich an mit dem Besteller zu vereinbaren, dass die Sockelzone als leicht austauschbares Verschleißteil gefertigt wird.

In GK 4 Anwendungen und auch in Grenzbereichen zwischen GK 3 und 4 wie Terrassenbelägen ist es häufig ökologischer sorgfältig kesseldruckimprägnierte Kiefer einzusetzen als unter mehr oder weniger fragwürdigen Bedingungen geerntetes Urwaldholz zu verwenden.

5 Risikoabwägungen

Anhand von Beispielen wird im Folgenden die Einstufung in niedrige Gebrauchsklassen durch konstruktive Maßnahmen und die damit verbundene Risikoabwägung [ARNOLD 2016] betrachtet. Risiko ist das Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität eines möglichen, unerwünschten Ereignisses. Für den konstruktiven Holzschutz fehlen meist Basisdaten, für Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität, um mathematisch korrekt ein Risiko zu beziffern. Die Grundvoraussetzung eine Eintrittswahrscheinlichkeit von Schädlingsbefall mit einer Intensität der Auswirkung zu multiplizieren lässt sich aber zumindest anhand von Erfahrungswerten qualitativ einordnen. Solche Annäherungen an Risikobewertungen lassen sich durchführen, indem man eine willkürliche, aber aus Hintergrundwissen begründete, Skalierung für beide Faktoren verwendet. Eine einfache dreistufige Risikoabwägung ist in Tab. 1 dargestellt.

Eintrittswahrscheinlichkeit ↑	3	6	9
	2	4	6
	1	2	3
	Schadensintensität →		

Tab. 1: Risikoabwägung als Produkt aus jeweils dreifach skalierten Faktoren

In der Praxis sollte man eher mit Hilfe einer etwa zehnstufigen Skalierung schätzen. Dennoch empfiehlt es sich nicht, das so ermittelte Risikoprodukt als Zahl wie 12 von 100 anzugeben, weil das eine Genauigkeit vortäuscht, die nicht gegeben ist. Man kann beispielsweise, wie in Abb. 1, einen groben Bereich auf einem Farbverlaufsbalken markieren, um die Größenordnung der Abschätzung darzustellen.

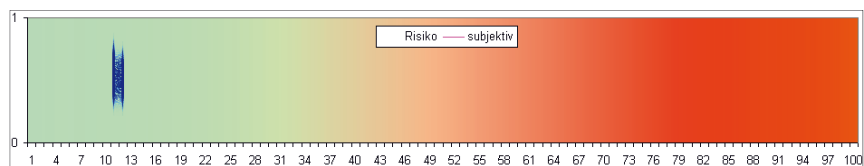


Abb. 1: Darstellung der Risikoabschätzung 12 von 100 als Bereichsmarkierung.

In Tab. 2 und 3 werden Beispiele für die subjektive Risikoabschätzung verschiedener Konstruktionsvarianten von nicht ausgebauten Spitzböden bzw. bewitterten Skelett-Wänden angegeben. Die dort angegebenen Risikoabschätzungen sind subjektiv-willkürlich. Jeder Leser würde aufgrund seiner persönlichen Einschätzung etwas anders bewerten. Auch ist erkennbar, dass eine völlig risikolose Konstruktion kaum zu erreichen ist. Mit vertretbarem Aufwand lassen sich auch nicht alle Lebensrisiken, wie ein geringfügiger Insektenbefall an Bauteilen, vollständig beseitigen. Hier ist die gesellschaftliche Wahrnehmung gefragt, wieder einige statisch nicht relevante Larvenfraßgänge und Ausschlupflöcher zu tolerieren. Früher, als noch fast jeder Mensch unmittelbar mit Holz als Werkstoff oder Gebrauchsgegenstand in seiner Umgebung zu tun hatte, wurden diese auch als normal hingenommen.

Man erkennt sehr gut, dass die Anwendung und Kombination mehrerer konstruktiver Maßnahmen Risiken auf akzeptable Größen mindern kann. Letztlich ist der Grundgedanke der Holzschutznorm entsprechend zu verstehen. Deshalb wurde in die Tabellen auch die sich formal ergebende, übliche Gebrauchsklasse aufgenommen. Man erkennt, dass auch innerhalb der GK 0 Risiken durch Kombination mehrerer Maßnahmen weiter vermindert werden können.

Die Stärke der Risikoabschätzung liegt darin, sich intensiv mit der Konstruktion und Verbesserungsmöglichkeiten auseinander zu setzen und dem Besteller der Leistung die Risikoeinschätzung darzulegen. So kann der Besteller sich für eine bestimmte Variante entscheiden, die bewusst weniger oder mehr konstruktiven Aufwand und dementsprechend weniger oder mehr Fehlertoleranz aufweist.

Wenn die konstruktiven Möglichkeiten dem Besteller nach der Risikoabschätzung nicht ausreichen, ist es legitim und keineswegs verboten zu prüfen, ob chemisch vorbeugende Zusatzmaßnahmen sinnvoll sind. Hier ist jedoch immer zu gewährleisten, dass der Biozideinsatz einen deutlichen Erfolg verspricht. Ein Oberflächenschutz an einem bewitterten Konstruktionsknoten mit Pressfugen würde kein sinnvolles Verhältnis von Biozideinsatz und Nutzen ergeben.

Konstruktion	Ge- brauchs- klasse (DIN 68800-1, -2)	Größen- ordnung Eintritts- wahr- schein- lichkeit	Größen- ordnung Scha- dens- intensität	Größen- ordnung Risiko- produkt	Bemerkung
1) Nicht ausgebauter Spitzboden, begehbar, Fichtenholz, ohne jährliche Kontrollbegehung	GK 1	7	7	49	
2) Nicht ausgebauter Spitzboden, begehbar, Fichtenholz, mit jährlicher Kontrollbegehung	GK 0	7	5	35	
3) Nicht ausgebauter Spitzboden, begehbar, Fichtenholz, technisch getrocknet, mit jährlicher Kontrollbegehung	GK 0	4	4	16	
4) Nicht ausgebauter Spitzboden, begehbar, Farbkernholz 10% Splint, technisch getrocknet, mit jährlicher Kontrollbegehung	GK 0	3	3	9	
5) Nicht ausgebauter Spitzboden, begehbar, Farbkernholz splintfrei, technisch getrocknet, mit jährlicher Kontrollbegehung	GK 0	1	2	2	Für Hausbock Eintrittswahrscheinlichkeit 0, demzufolge Risikoprodukt 0
6) Nicht ausgebauter Spitzboden, begehbar, Fichtenholz, chemisch vorbeugende Holzschutzbehandlung, ohne jährliche Kontrollbegehung	GK 1	0	0	0	Unter der Voraussetzung, dass der Erst- und Nachschutzuordnungsgemäß ausgeführt wurde. Wenn nicht: Eintrittswahrscheinlichkeit 2, Schadensintensität 2, demzufolge Risikoprodukt 4
7) Nicht ausgebauter Spitzboden, begehbar, Fichtenholz, chemisch vorbeugende Holzschutzbehandlung, mit jährlicher Kontrollbegehung	GK 1	0	0	0	Unter der Voraussetzung, dass der Erst- und Nachschutzuordnungsgemäß ausgeführt wurde. Wenn nicht: Eintrittswahrscheinlichkeit 2, Schadensintensität 1, demzufolge Risikoprodukt 2

Tab. 2: Beispiele zur Risikoabschätzung für Varianten einer Spitzbodenkonstruktion (Skalierung 10 x 10; angenetzte Nutzungsdauer ca. 50 Jahre)

Konstruktion	Gebrauchs- klassen- (DIN 68800-1, -2)	Größen- ordnung Eintritts- wahr- schein- lichkeit	Größen- ordnung Schadens- intensität	Größen- ordnung Risiko- produkt	Bemerkung Grundsätzlich Ab- hängig von der tat- sächlichen Schlag- regenexposition (Wetterseite?) und In- tensität der Feuchte- anreicherungs-fugen.
1) Bewittertes Skelett- Tragwerk, Fichten- holz, nicht technisch getrocknet	GK 3.2	9	7	63	Nach DIN 68800-1 formal nicht zulässig
2) Bewittertes Skelett- Tragwerk, Fichten- holz, technisch ge- trocknet	GK 3.2 (ohne 1)	8	7	56	Nach DIN 68800-1 formal nicht zulässig. Pilzrisiko bleibt fak- tisch gleich, Insekten- risiko etwas gemin- dert
3) Bewittertes Skelett- Tragwerk, Farbkern- holz Dauerhaftig- keitskl. 2, 5% Splint, technisch getrocknet	GK 3.2 (ohne 1)	5	6	30	
4) Bewittertes Skelett- Tragwerk, Farbkern- holz Dauerhaftig- keitskl. 2, splintfrei, technisch getrocknet	GK 3.2 (ohne 1)	4	5	20	
5) Konstruktion 1) mit Witterungsschutzbe- kleidung nach DIN 68800-2 Abs. 5.2.1.2	GK 1	3	4	12	GK 0 nur möglich, wenn insektenunzu- gänglich abgedeckte tragende Hölzer, sonst GK 1
6) Konstruktion 2) mit Witterungsschutzbe- kleidung nach DIN 68800-2 Abs. 5.2.1.2	GK 0	1	4	4	Für Pilze Eintritts- wahrscheinlichkeit 0, demzufolge Risiko- produkt 0

Tab. 3: Beispiele zur Risikoabschätzung für Varianten einer Skelett-Wand-Konstruktion
(Skalierung 10 x 10; angesetzte Nutzungsdauer ca. 50 Jahre)

Fehlertolerante Bauweisen

Risikominimierung lässt sich erreichen, indem Bauweisen ausgewählt werden, die Fehler weniger wahrscheinlich machen oder die, die Folgen eines eingetretenen Fehlers gering halten. Auch wenn man die zuvor dargestellte Risikoabschätzung nicht betreibt, sollte man also fehlertolerant konstruieren. Hier sind wiederum die Grundregeln zum Holzschutz entscheidend:

- Holz trocken halten;
- wenn Holz befeuchtet werden kann, schnelle Trocknung ermöglichen;
- insektensicher geschlossene Konstruktionen verwenden;

- Attraktivität zur Eiablage durch Insekten mittels technischer Trocknung mindern;
- Holz kontrollierbar anordnen;
- natürlich dauerhafte Holzarten verwenden.

Statt eines bewitterten Skelettbaus sollte also eine Holzbauwand hinter einer Witterungsschutzschicht gewählt werden (Abb. 2 und 3). So ist eine Verbesserung von GK 4 bis GK 3.1 auf GK 2 bis GK 0 möglich.



Abb. 2: Durch Schindelbehang geschützte Wetterseite eines Fachwerkgebäudes. Die Schindeln bestehen aus nicht dauerhaftem Rotbuchenholz und erreichen trotzdem eine lange Nutzungsdauer, weil sie so kleinformig sind, dass sie schnell trocknen. Weiterhin ist die Holzkonstruktion eine Steinlage über die Sockelkante angehoben, um Spritzwasser- und Schneeeinwirkung zu mindern.



Abb. 3: Moderne Skelettkonstruktionen können auch mit modernen Witterungsschutzbekleidungen, wie Fassadensystemen aus HPL-Platten, versehen werden.

Statt eines Balkons mit Pressfugen an Zangen und Dielenrost unmittelbar auf den Tragbalken (Abb. 4 a) sollte also eine Konstruktion mit aufgelösten Knotenpunkten und einer abgedichteten Schalung als Träger eines Belagsrosts, der als Verschleißteil fungiert, gewählt werden (Abb. 4 b). So ist eine Verbesserung von GK 4 bis GK 3.1 auf GK 3.1 in Teilbereichen bis GK 0 möglich.

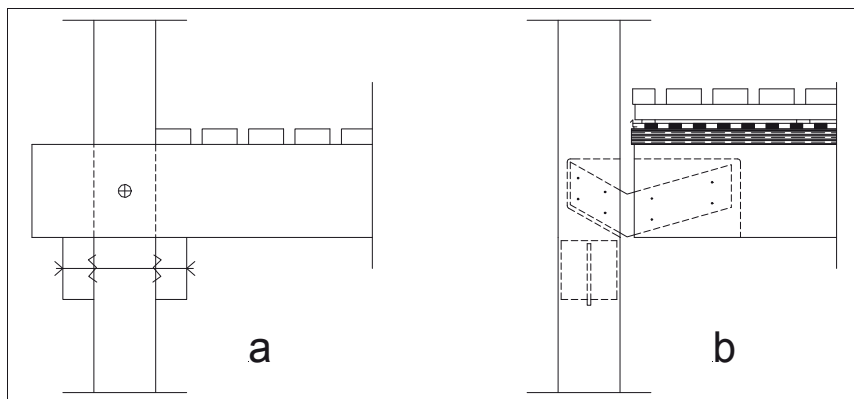


Abb. 4: Schematisches Balkondetail; a) mit Feuchteanreicherungspunkten an Zangen und Belagbrettern; b) mit entschärften Feuchteanreicherungspunkten durch eingelassene Schlitzbleche mit Abtropfkanten sowie aufgelösten Pressfugen, abgedichtetem Belag und Holzrost als Verschleißteil.

Insbesondere beim Bauen im Bestand wird es schwierig, konstruktive Verbesserungen vorzunehmen. Die vorgefundene Konstruktion bedingt Zwangspunkte, die bei einer freien Planung nicht gegeben wären. Auch besteht die Gefahr, dass bei zu großzügigen Veränderungen der Bestandsschutz von Konstruktionen erlischt. In der Denkmalpflege muss außerdem eine Beseitigung vorhandener Substanz und Ergänzung neuer Bauteile mit der Denkmalbehörde abgestimmt werden. Ein gelungenes Beispiel ist die Reparatur eines Hausschwammschadens an einer historischen Kirche. Hier war die Denkmalpflege bereit, eine Aufdachrinne durch eine vorgehängte Rinne zu ersetzen und außerdem wurden einzelne, das äußere Erscheinungsbild nicht verändernde Maßnahmen umgesetzt.

Neben der wichtigsten Maßnahme, die Dachdeckung und Dachentwässerung in stand zu setzen, wurde eine neue Fußpfette aus Eichenholz anstatt Fichte gewählt und anhaftende Splintholzzonen vor dem Einbau abgeschält. Außerdem wurde die Pfette mit Abstandhaltern aus mit vorbeugendem Holzschutzmittel getränkten Eichenholz weitgehend vom Mauerwerk entkoppelt (Abb. 5). Die wieder in Fichte hergestellten Sparrenfüße wurden so bemessen, dass sie die Mauerkrone entgegen der Bestandssituation nicht mehr berühren. In der Mauerkrone wurde ein Sperrgürtel aus Schwammsperrmittel eingebracht. Das Mauerwerk wurde aber nicht großflächig über den Befall hinaus mit Schwammsperrmittel behandelt und dabei durchnässt.



Abb. 5: Neue Fußpfette aus Eichenholz auf Abstandhaltern bei der Reparatur eines Hausschwamm-schadens an einem Kirchendach. Selbstverständlich wurden vor dem Verschließen der Konstruktion die Späne beseitigt.

6 Zusammenfassung

Konstruktiver Holzschutz ist immer anzuwenden und er bietet Vorteile gegenüber chemischen Holzschutzmittelbehandlungen. Man sollte mehrere der baulichen Maßnahmen, mit denen GK 0 zu erreichen ist, kombinieren. Auf diese Weise kann risikoärmer und fehlertoleranter konstruiert werden.

Quellen/Literatur

ARNOLD, ULRICH (2016): Baulicher Holzschutz Grundlagen, Planung, Ausführung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln 2016.

BECKER, GÜNTHER (1950): IV Zerstörung des Holzes durch Tiere. In: MAHLKE, FRIEDRICH; TROSCHER, ERNST; LIESE, JOHANNES (Hrsg.): Handbuch der Holzkonservierung Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 3. Aufl. 1950, S. 111–165.

KEHL, DANIEL; PLAGGE, RUDI; GRUNEWALD, JOHN (2012): Wann geht Holz kaputt? – Nachweistechische Beurteilung von Holz zerstörenden Pilzen. In: Script 23. Hanseatische Sanierungstage 1.–3. November 2012.

VIITANEN, HANNU, TORATTI, T.; MAKKONEN, LASSE; PEUHKURI R.; OJANEN, T. (2010): Towards modellinmg of decay risk of wooden materials. In: European Journal of Wood and Wood Products, 68, 2010, 3, S. 303-313.

DIN 4108-3:2014-11 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.

DIN 18334:2012-09 Zimmer- und Holzbauarbeiten.

DIN 68800-1:2011-10 Holzschutz – Teil 1: Allgemeines.

DIN 68800-2:2012-02 Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau.

DIN 68800-2:1996-05 Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau (Zurückgezogen).

DIN EN 350-2:1994-09 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa.



Arnold, Ulrich

Dipl.-Ing. (FH), M.Sc.

Ausbildung zum Zimmerer

1. Studium: Architektur (Dipl.-Ing. FH)
2. Studium: Materialwissenschaften (M.Sc.)

Berufliche Stationen:

- Arbeit als Zimmerer
- Arbeit für Architekturbüro
- Selbstständig mit Bauplanungs- und Gutachterbüro
- Kontinuierliche Weiterbildung im Holzschutz, z. B. Sachkunde bekämpfender Holzschutz sowie Sachverständigenausbildung Holzschutz bei EIPOS
- Öffentliche Bestellung und Vereidigung für das Gebiet Holzschutz, IHK Münster

Tätigkeitsfeld/Schwerpunkte:

- Gutachten zum Holzschutz
- Untersuchungen und Entwicklung von Empfehlungen zum Holzschutz in der Denkmalpflege und Restaurierung
- Vorträge, Veröffentlichungen und Schulungen zum Holzschutz
- Mitarbeit in den WTA-Referaten 1: Holz und 8: Fachwerk und Holzkonstruktionen

Mitgliedschaften:

- Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege WTA, München
- Informationsverein-Holz
- Architektenkammer Nordrhein-Westfalen

Zahlreiche Veröffentlichungen

Das neue WTA-Merkblatt „Der echte Hausschwamm ...“

Ekkehard Flohr

Kurzfassung

Das WTA-Merkblatt zum Echten Hausschwamm wird in der nächsten Zeit seine 3. Auflage erfahren. Hierbei handelt es sich um ein stark erweitertes Regelwerk. Die Arbeitsgruppe besteht aus 18 Personen, die als Gutachter, Ausführende sowie in der Industrie und der Behörde tätig sind.

Das fast fertige Arbeitspapier entstand in bisher 9 Arbeitsgruppensitzungen und beinhaltet Ergänzungen und Aktualisierungen. Insbesondere wurde das Kapitel zu den Bekämpfungsmaßnahmen stark erweitert und andere Kapitel (z. B. Chemische Schutzmittel) an aktuelle Veränderungen angepasst.

1 Historie der WTA-Merkblätter zum Echten Hausschwamm

Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre wurde an einem WTA-Merkblatt gearbeitet, welches sich als erstes Merkblatt mit dem Echten Hausschwamm beschäftigt. Es erschien 1991 mit der WTA-Registrierungsnummer 1-2-91.

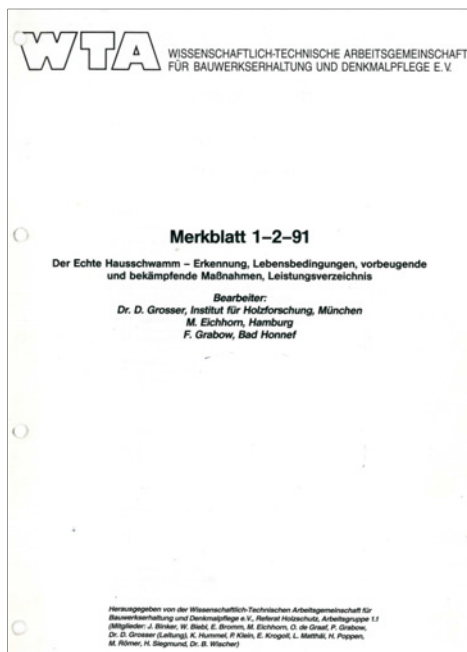


Abb. 1: Deckblatt vom WTA-Merkblatt 1-2-91

Etwa 5 Jahre später trafen sich 6 von ehemals 15 Autoren, die am damaligen Merkblatt mitgearbeitet hatten, wieder, um dies zu aktualisieren und auf den neuesten Stand der Technik zu bringen. Zu diesen 6 Personen kamen 9 Autoren aus interessierten Kreisen hinzu. Die Autorengruppe setzte sich hauptsächlich aus ö.b.u.v. SV aber auch aus Vertretern der Industrie und des Handwerks zusammen.

Es dauerte dann ungefähr 8 Jahre, bis 2003 der Entwurf erschien. Es gab zahlreiche und zum Teil sehr umfangreiche Einsprüche und Ergänzungsvorschläge von Einzelpersonen und Holzschutzverbänden, die diskutiert wurden.

Das heutige Merkblatt erschien dann 2006 als Blaudruck.

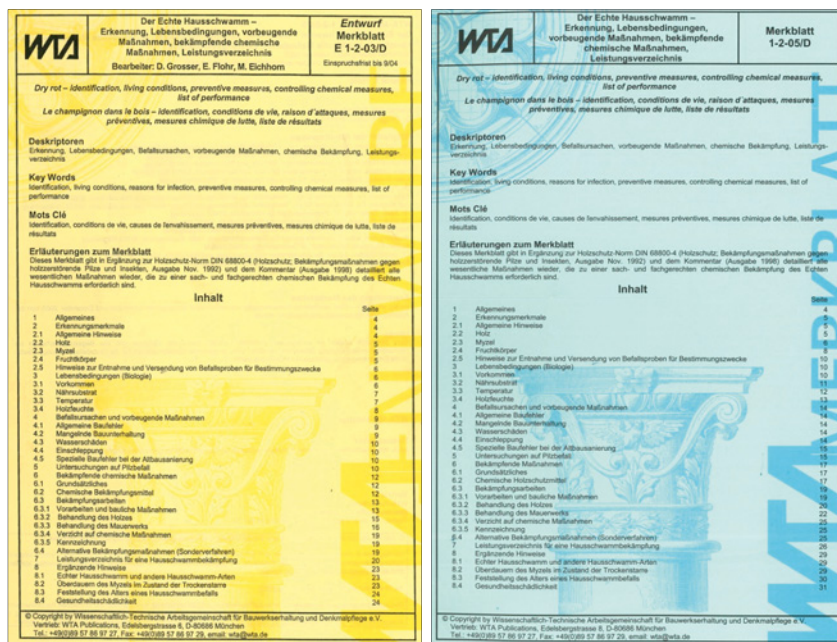


Abb. 2 und 3: Deckblatt vom WTA-Merkblatt E 1-2-03/D und 1-2-05/D

2 Wichtigste Neuerungen im zukünftigen WTA-Merkblatt

Im **Kapitel 1** „Allgemeine Hinweise“ wird die Besonderheit des Pilzes zur Recht wieder hervorgehoben. Es handelt sich hierbei um einen Pilz, der im Vergleich zu anderen holzerstörenden Pilzen, das größte Zerstörungspotential an baulichen Anlagen besitzt und am schwierigsten erfolgreich zu bekämpfen ist. Dazu bedarf es einer sachverständigen Beurteilung und einer sachkundigen Firma.

Trotzdem ist es möglich, dass dieser Pilz durch geringfügige Veränderungen an der Bausubstanz (meist Beseitigung der Feuchtequelle) sein Wachstum einstellt und absterben kann. Diese Erkenntnis wird erstmalig, ohne dies weiter zu kommentieren, im Kapitel 1 mit einem Satz erwähnt.

Die **Kapitel 2** „Erkennungsmerkmale“ und **Kapitel 3** „Lebensbedingungen“ werden nahezu unverändert übernommen. Es gibt kaum neuere Erkenntnisse zur Biologie des Echten Hausschwamms, die eine Änderung der beiden o. g. Kapitel rechtfertigen.

Allerdings ist geplant, die 21 Bilder der beiden Kapitel komplett durch andere, jedoch der Situation entsprechend, neue Bilder, zu ersetzen. Hier soll dem Nutzer eine größere Vielfalt (altes und neues WTA-Merkblatt zusammen) der Illustrationen geboten werden.

Das **Kapitel 4** „Befallsursachen und vorbeugende Maßnahmen“ wird gesplittet. Das neue Kapitel 4 wird nur die Befallsursachen in der bekannten Art und Weise benennen. Die vorbeugenden Maßnahmen am verbleibenden und neuen Holz werden in einem separaten Kapitel benannt. Dabei wird zwischen handwerklichen und industriellen Verfahren unterschieden.

Das zentrale **Kapitel 5** „Untersuchungen auf Pilzbefall“ hat sich hinsichtlich der Aussage bewährt und bedarf kaum einer Änderung. Nach wie vor wird deutlich gemacht, dass eine allumfassende Untersuchung eines Gebäudes nicht möglich ist und wird auch begründet. Gerade gegenüber Laien (z. B. Bauherren, Anwälten) kann dieses Kapitel als Argumentationshilfe genutzt werden.

Ein in der Bearbeitung befindliches Organigramm soll den Nutzer des WTA-Merkblatts chronologisch durch die einzelnen Kapitel der Diagnose, Sanierungsplanung und Bekämpfung führen. Dies soll als eine Art „Checkliste“ verstanden werden, um bei der Umsetzung der einzelnen Maßnahmen auch alle zu berücksichtigen.

Das **Kapitel 6** „Bekämpfende Maßnahmen“ wird im neuen Merkblatt voraussichtlich als **Kapitel 7** erscheinen. Die grobe Dreiteilung, Grundsätzliches, chemische Holzschutzmittel und Bekämpfungsarbeiten, wird beibehalten.

Zu den chemischen Holzschutzmitteln werden die noch andauernden aktuellen Veränderungen bei den zulassungsgebenden Behörden berücksichtigt. Mit sehr großer Wahrscheinlichkeit wird auf beide Behörden, das DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) und die BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin), Bezug genommen.

Anmerkung: Zurzeit sind 9 Schwammsperrmittel zugelassen, 5 vom DIBt und 4 von der BAuA, wobei nur 2 der BAuA-Zulassungen für die Schwammbekämpfung von praktischer Bedeutung sind.

Die Hinweise zu den Bekämpfungsarbeiten werden im neuen Werkblatt um ein Mehrfaches erweitert. Im jetzigen Merkblatt wird lediglich das Bohrlochdrucktränk- und Bohrlochtränkverfahren an ein- und mehrschaligen Ziegelmauerwerk erläutert.

Neu aufgenommen werden weitere Mauerwerksarten und -formen, wie z. B. Bruchsteinmauerwerk, Gewölbekonstruktionen, Stahlsteindecken, Hohlkammermauerwerk, Stürze, Pfeiler und Drempekonstruktionen. Zu allen Mauerwerksarten gibt es im WTA-Merkblatt Erläuterungen zu deren Machbarkeit mit ihren Grenzen und Möglichkeiten. Ergänzt werden die Textabschnitte mit Skizzen und Fotos.

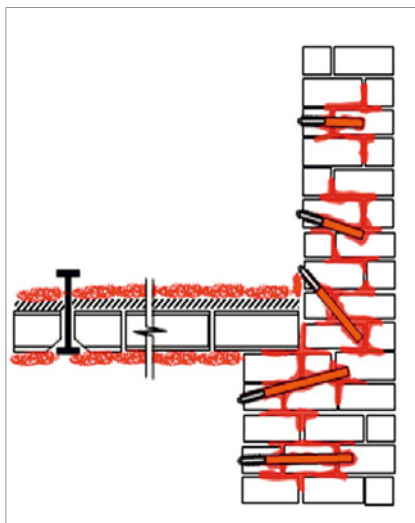


Abb. 4: Bohrlochdrucktränkung im Anschluss zu einer Stahlsteindecke

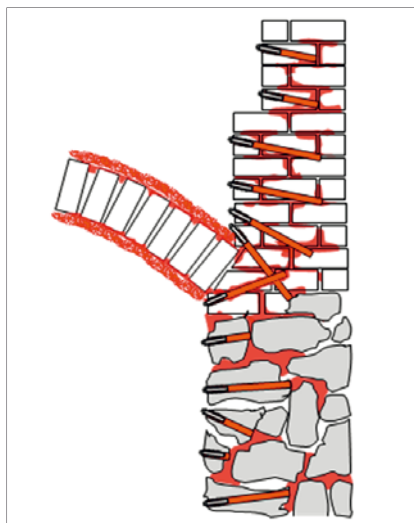


Abb. 5: Bohrlochdrucktränkung im Anschluss zu einer Kappe

Trotz der im Merkblatt beschriebenen Einzelfälle, kann niemals jede im Bauwerk anzutreffende Variante berücksichtigt werden. Hier ist der Sachverstand des Ausführenden gefragt, der die gegebenen Hinweise für die jeweilige Bausituation modifizieren muss.

Erweitert wird das Kapitel Bekämpfungsmaßnahmen durch ausführliche Beschreibung der Behandlung von Fußböden in Keller- und Souterraingeschoss, Betonwänden, Schächten, Gruben und Mauerwerksbereichen an denen sich ein WDVS (Wärmedämmverbundsystem) befindet.

Abschließend behandelt das Kapitel 7 Fragen zum Verzicht von Schwammsperrmitteln, Kennzeichnung, Dokumentation und alternative Verfahren.

Beim Verzicht zum Einsatz von Schwammsperrmitteln wird erstmalig das Problem von Wirkstoffsperrern angesprochen. Hierbei handelt es sich um einen partiellen Einsatz von Wirkstoffen, bei denen örtliche Verhältnisse mit berücksichtigt werden müssen.

Die alternativen Bekämpfungsverfahren werden benannt und dabei auf ausführlichere Publikationen (DIN 68800, T.4, Anhang E und WTA-Merkblatt 1-10 „Sonderverfahren“) verwiesen. Die Arbeitsgruppe zum neuen WTA-Merkblatt ist sich darüber einig, dass jedwedes Sonderverfahren integraler und zusätzlich flankierender Bestandteil einer Schwammbekämpfung darstellt, welches den jeweiligen Sonderfall angepasst werden muss.

Momentan wird die ATV DIN 18334 „Zimmerer- und Holzbauarbeiten“ überarbeitet. In ihr sollen Holzschutzmaßnahmen am Holz mit einfließen. Diese Hinweise sind jedoch bei weitem nicht so konkret, wie die Aufmaßhinweise im derzeitigen WTA-Merkblatt. Deshalb werden diese voraussichtlich aktualisiert und erhalten bleiben.

Das Musterleistungsverzeichnis wird dem heutigen Bedürfnissen angepasst und überarbeitet. In seinem Umfang soll es in etwa bestehen bleiben.

Ergänzende Hinweise zur Altersbestimmung des Echten Hausschwamms, Überdauern des Myzels bei Trockenstarre, Gesundheitsgefahr werden beibehalten bzw. aktualisiert.



Flohr, Ekkehard
Dipl.-Ing. (FH)

1990: Sachverständiger für Holzschutz an TU-Dresden
1991: Berufung zum ö.b.u.v. SV für Holz- und Bautenschutz
seit 1998: Geschäftsführer eines Ingenieur- und Sachverständigenbüros

Mitarbeit und folgenden Aktivitäten:

- Stellv. Leiter des WTA-Referats Holz Holzschutz
 - Fachbereichsleiter Holzschutz im DHBV e.V.
 - Mitarbeit im DIN Normenausschuss „Bekämpfender Holzschutz“
 - Mitglied im Ausbildungsbeirat Sachkunde für Holzschutz am Bau und im Prüfungsausschuss
 - Dozententätigkeit HBZ Münster, HK Düsseldorf, Eipos Dresden, Deula
-



Leistungen für Mitglieder:

- regelmäßige Information und Weiterbildung (Tagungen, Seminare, Exkursionen, schriftliches Informationsmaterial)
- Beratung und Unterstützung zu allen Problemen des Holzschutzes und zu rechtlichen Problemen

Mitglied kann nur werden, wer eine fundierte Ausbildung nachweist!

Leistungen außerhalb des Verbandes

- Beratung zu allen Problemen des Holzschutzes
- Vermittlung von Sachverständigen und Fachbetrieben
- Angebote zur Aus- und Weiterbildung (u. a. zertifizierte Ausbildungsstätte für die Ausbildung von „Sachkundigen für Holzschutz am Bau“)
- Unterstützung öffentlicher und privater Bildungsträger

Nächste Sachkundelehrgänge/-prüfungen:

Vollzeitkurs:

16.–28.01.2017 (Prüfung am 02.02.2017)

Wochenendkurs, auch für Studenten (Fr/Sa):

08.09.–21.10.2017 (Prüfung am 27.10.2017)

Weitere Informationen: www.sachkunde-holzschutz.de

Nächste Sächsische Holzschutztagung am 11. März 2017 in Chemnitz

Sächsischer Holzschutzverband e.V.
Zellescher Weg 24 · D-01217 Dresden
Telefon/Fax: +49 351 4662-492
E-Mail: info@holzschutz-sachsen.de
Internet: www.holzschutz-sachsen.de

Schäden durch Fäulepilze am Beispiel von Fachwerkschäden

Tobias Huckfeldt

Kurzfassung

Nach Arten gegliedert werden charakteristische Pilz-Schäden an Fachwerk gezeigt und die Unterschiede ihrer Lebensräume und Fähigkeiten kurz beschrieben. Bei allen Beispielen wird die Bedeutung eines zweckdienlichen Feuchtigkeitsschutzes deutlich. Gezeigt werden Probleme an Fachwerk-Schwellen, Innendämmung und Ausfachungen. Es ergeben sich substanzschonende Hinweise für die Sanierung. Grundlage für die Auswahl der beschriebenen Pilze ist die Auswertung von 477 Pilzdiagnosen aus dem Fachwerkbau. Die am häufigsten auftretenden Hausfäulepilze sind der Braune Kellerschwamm (*Coniophora puteana*), die Weißen Porenschwämme (*Antrodia* und *Oligoporus* spp.), der Echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans*) und der Marmorierte Kellerschwamm (*C. marmorata*) sowie Moderfäulepilze und der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioporia expansa*). Daneben werden Besonderheiten von interessanten pilzlichen Schadensverursachern dargestellt, die den Schluss zulassen, dass die DIN 68800-4 mit ihrer Gliederung in nur zwei Pilz-Erreger-Klassen im Fachwerkbau zu kurz greift.

1 Einleitung

Der Wunsch, unser Kulturerbe zu bewahren, macht es nötig sich mit Fäule- und Moderfäulepilzen im Fachwerk zu beschäftigen. Es lohnt sich das Zeugnis handwerklichen Könnens der Zimmerleute zu achten, denn es beweist durchdachte, durchkonstruierte Gefüge und ein Gespür für einen sparsamen Umgang mit dem Werkstoff Holz (Abb. 1).

Durch die Kenntnis der pilzlichen Schädlinge und Ihre Biologie ist es leichter einen effektiven Schutz des Holzes umzusetzen und die Ursache von Schäden zu verstehen. Wo dieses fehlt, kommt es zu interessanten Lösungen (Abb. 2 und Abb. 3).



Abb. 1: Norddeutsches Fachwerkhaus von 1618 im Alten Land an der Elbe; Ausfachungen aus Ziegelsteinen; auskragende Geschosse schützen die unterliegenden.



Abb. 2: Verlust der Schwelle aufgrund von Fäuleschäden und Ersatz aus Stein und Bohlen.



Abb. 3: Verlust der Schwelle aufgrund von Fäuleschäden und Ersatz aus Beton.

2 Gliederung der Fäulepilze nach Konstruktion und Bewitterung

An Konstruktionshölzern aus Fachwerkgebäuden wurden bisher 23 Braun-, 26 Weißfäule-Pilzarten und Moderfäulepilze nachgewiesen. Diese drei Gruppen gliedern die Fäulepilze nach ihrem Fäuletyp (Abb. 4 bis Abb. 7 und Tab. 1).

Pilz-Gruppe	Häufigkeit [%]	Fäuletyp
Kellerschwämme	16,8	B
Porenschwämme	16,4	B
Moderfäulepilze	14,7	M
Ausgebreiteter Hausporling	13,6	W
Echter Hausschwamm	13,4 ¹	B
Wilder Hausschwamm	2,3 ¹	B
Fältlingshäute	1,5 ¹	B
Rinden- und Schichtpilze	6,5	W
Tintlinge und Becherlinge	6,1	unklar
andere Weißfäule-Portlinge	2,3	W
Sternsetenpilze	1,9	W
Blättlinge	1,9	B
Gallertränen	0,8	B
Lamellenpilze Weißfäule	0,6	W
Muschelkrempling	0,6	B
andere Braunfäulepilze	0,6	B

B = Braun-, M = Moder-, W = Weißfäule

Tab. 1: Häufigkeit von Fäulepilzen / Gruppen an Fachwerk in Deutschland² (Stand: 04.10.2016³).

- 1 Die Gruppe „Hausschwamm“ umfasste früher Echten und Wilden Hausschwamm sowie die Fältlingshäute. Ursache waren die Unkenntnis der unterschiedlichen Biologie und fehlende diagnostische Möglichkeiten.
- 2 Aufgrund der regional unterschiedlichen verwendeten Bauhölzer weicht die Häufigkeit der Fäulepilze in einzelnen Bundesländern oft voneinander ab.
- 3 Statistiken sind naturgemäß 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.

Der wichtigste und bekannteste Basidiomycet der Weißfäule-Gruppe ist der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioportia expansa* – Abb. 30 bis Abb. 35). Bei der Gruppe der Braunfäule-Erreger sind es der Echte und Wilde Hausschwamm (*Serpula lacrymans* – Abb. 19 bis Abb. 28 und *S. himantoides*), die Kellerschwämme (*Coniophora* spp. – Abb. 11 bis Abb. 15), die Blättlinge (*Gloeophyllum* spp.), die Artengruppe der Weißen Porenschwämme (*Antrodia* und *Oligoporus* spp. – Abb. 16 bis Abb. 18) sowie der Muschel-Kremppling (*Paxillus panuoides*) – vergleiche auch Tab. 1. In England ist auch der Eichenwirrling (*Daedalea quercina*) ein wichtiger Schadpilz an Eichenfachwerk (CARTWRIGHT / FINDLAY, 1958); in Deutschland tritt er an Fachwerk kaum in Erscheinung.

ARNOLD (2015) betont zusätzlich das Vorkommen von Gallertränen (*Dacrymyces* spp.) und Tintlingen (*Coprinus* spp., als Indikatorpilze – siehe Punkt 5) sowie Moderfäulepilzen an Sicht-Fachwerk. Moderfäulepilze und Gallertränen finden sich oft an der Holzoberfläche; da die Gallertränen keine Mycelien bilden und ihre Fruchtkörper nur klein und kurzlebig sind, werden sie oft übersehen. Zur Unterscheidung von Moder- und Braunfäulepilzen bedarf es der mikroskopischen Analyse (Abb. 39 und Abb. 41), da beide Fäuletypen einen Würfelbruch verursachen, der dem Augenschein nach oft nicht zu unterscheiden ist (Abb. 4 und Abb. 6).

Eine weitere Gliederungsmöglichkeit ergibt sich aus der Häufigkeit und der Gefährlichkeit für ein Gebäude. Hier werden fünf Gruppen unterschieden:

1. Echter Hausschwamm als einziger Pilz in dieser Gruppe: Vereinfacht machen sechs Fähigkeiten diesen Pilzen zu etwas besonderem:
 - a) anorganische Materialien zu durchwachsen (übertrifft nur von Tintlingen und Kellerschwamm);
 - b) Holz deutlich unter Fasersättigung von einer Feuchte-Quelle aus zu bewachsen (übertrifft nur vom Kellerschwamm);
 - c) dichtes Oberflächenmycel zu bilden, um die Austrocknung des befallenen Holzes zu verlangsamen (übertrifft nur vom Ausgebreiteten Hausporling);
 - d) in trockenem Holz zu überdauern („Trockenstarre“ (übertrifft von z. B. Blättlingen und Porenschwämmen);
 - e) Auswuchs aus dem Mauerwerk (unübertrifft) und
 - f) Echte Strangbildung mit der Fähigkeit zum Stofftransport (hierzu sind viele Fäule- aber auch Mykorrhizapilze fähig).

Die Sanierung ist z. B. im WTA-Merkblatt „Echter Hausschwamm“ beschrieben. **Hinweis:** Andere Fäulepilze sind bei einzelnen Fähigkeiten besser, aber der Echte Hausschwamm beherrscht alle Fähigkeit zumindest gut, die anderen haben immer eine Schwäche.

2. Hausfäulepilze, die Mauerwerk durchwachsen und Braunfäule verursachen, wie Keller- und Weißer Porenschwamm, ergeben eine zweite Gruppe.
3. Hausfäulepilze, die Mauerwerk nicht durchwachsen, wie Ausgebreiteter Hausporling, Blättlinge und Muschel-Kremppling.
4. Moderfäulepilze und andere Holz nur langsam zerstörende Fäulepilze, wie Rinden- und Schichtpilze (Sanierung: Nur die geschädigten Holzbereiche sollten entfernt werden, die Fäule bleibt auf nasse Bereiche beschränkt).
5. Schleim-, Bläue- und Schimmelpilze ohne die Fähigkeit Holz substantiell anzugreifen (Sanierung nach Ausschluss von Fäulepilzen nach hygienischen und ästhetischen Belangen).



Abb. 4: Riegelschaden: Braunfäule mit Würfelbruch, verursacht durch den Braunen Kellerschwamm (*Coniophora puteana*).



Abb. 5: Pfosten-Reste: Weißfäule mit faserigem Bruchbild, verursacht durch den Ausgebreiteten Hausporling (*Donkioporia expansa*); Maßstab mit Millimetern.



Abb. 6: Moderfäule mit Würfelbruch, der sich kaum von einer Braunfäule unterscheidet; Maßstab mit Millimetern.

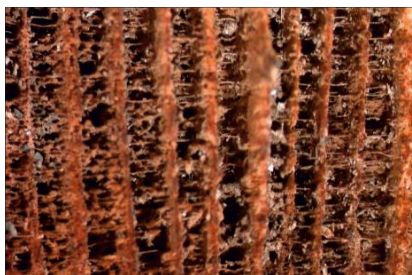


Abb. 7: Massive Moderfäule im Querschnitt: Frühholzanteile sind als Lamellen stehen geblieben, der Spätholzanteil ist zerstört.

Auch diese Gliederung ist oft zu vereinfachend, da sich in älteren Fachwerkgebäuden oft Doppel- und Mehrfachbefälle zeigen, deren zeitliche Abfolge i.d.R. unklar ist (Abb. 36 und Abb. 47). Weitere Schwierigkeiten ergeben sich bei Uralttschäden, die nicht eindeutig oder nur teilweise bestimmt werden können: Da die DIN 86800-4 vorschreibt, einen unbekannten Befall wie Echten Hausschwamm zu behandeln, ergibt sich ein Erhaltungsproblem. Dabei zeichnen sich Mehrfachbefälle an Fachwerkgebäuden oft dadurch aus, dass ein aktueller Schaden z. B. durch den Ausgebreiteten Hausporling vorliegt, der einen älteren z. B. Braunfäuleschaden überwächst. Der Ausgebreitete Hausporling überwächst häufig Bereiche mit alten Braunfäuleschäden. Der aktuelle Schaden ist dann z. T. schon vor Ort anzusprechen, oder aber erst im Labor, wenn nur wenig Mycel vorliegt (Abb. 36 und Abb. 37). Der Braunfäuleschaden entzieht sich aber oft gänzlich einer Bestimmung und keinerlei Mycelien/Stränge von diesem Pilz sind mehr nachweisbar. Ausgebreiteter Hausporling und zuvor auch Bakterien, Milben und Schimmelpilze haben den Braunfäulepilz restlos getilgt; im Holz sind dann nur Hyphen des Weißfäulepilzes nachweisbar (Abb. 9). Nur die Braunfäule bleibt zwischen den weißen Mycelien des Ausgebreiteten Hausporlings nachweisbar. Hier sollte der Sachverständige vor Ort eine zielgerichtete Lösung finden, die auch die Belange des Denkmalschutzes umfasst.



Abb. 8: Negativbeispiel: Zu knappe Reparatur am Ständer; der Ausgebreitete Hausporling war noch hinter der gesund erscheinenden Schnittkante vorhanden und breitet sich nach der Sanierung sowohl im neuen als auch im alten Holz weiter aus. Durch die neue Fuge an der Reparaturstelle dringt mehr Wasser in die Konstruktion ein als früher und der Pilzbefall kann höher steigen.



Abb. 9: Fehlfarben-Darstellung der Substrathyphen des Ausgebreiteten Hausporlings im Holz in ca. 1000-facher Vergrößerung; **braun**: Holz; **blau**: oft eng am Holz anliegende Hyphen; in der Anfangsphase sind fein verästelte Hyphen mit Schnallen (!) sichtbar, aber kaum Veränderungen des Holzes erkennbar.

3 Definition: Hausfäulepilze und andere in Gebäuden vorkommenden Fäulepilze

Der Begriff Hausfäulepilze ist eine präzisere Bezeichnung für den „Schwamm im Haus“. Unter Hausfäulepilzen ist folgendes zu verstehen: Sammelbezeichnung für den Befall von verbautem Holz durch häufige, holzerstörende Basidiomyceten in Gebäuden. Dies sind die Hausschwämme (*Serpula* spp.; Braunfäule), der Artengruppe der Weißen Porenschwämme (*Antrodia* / *Oligoporus* spp. mit ihren Nebenfruchtformen; Braunfäule), die Kellerschwämme (*Coniophora* spp.; Braunfäule) und der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioporia expansa*; Weißfäule), unter explizitem Ausschluss von Moderfäule-, Bläue-, Schimmel-, Schlauch- sowie Schleimpilzen und anderen Weißfäule-Erregern.

Alle anderen Fäulepilze in Gebäuden gehören zu den Moderfäule-, Bauholz- oder Waldpilzen. Diese Definition trägt der besonderen Bedeutung von Haus-, Weißen Poren- und Kellerschwämmen sowie dem Ausgebreiteten Hausporling Rechnung, die im Fachwerk für rund zwei Drittel der Fäuleschäden verantwortlich sind (Tab. 1).

4 Typische Fäulepilze⁴ an Fachwerk

4.1 Kellerschwamm (*Coniophora* spp.) – Braunfäulepilz

Die Kellerschwämme werden von Mykologen auch Braunsporrindenpilze genannt; sie sind an Fachwerkgebäuden die häufigsten Fäulepilze (Tab. 1). Im Fachwerk treten die Kellerschwämme in allen Teilen auf – von der Schwelle bis zum Dach – mit einer Vorliebe für beschattete und innenliegende Bauteile. Aber auch Gewölbe, Fenster und Lehm werden gern be- bzw. durchwachsen. Im Wald erfüllt der häufige Braune Kellerschwamm zusammen mit anderen Fäulepilzen eine wichtige Rolle bei der Remineralisierung von Holz. An Fachwerk treten neben dem Braunen Kellerschwamm (*Coniophora puteana*) auch der Marmorierte Kellerschwamm (*C. marmorata*) auf und sehr selten auch der Trockene Kellerschwamm (*C. arida*). Alle Kellerschwamm-Arten verursachen eine intensive Braunfäule mit feinem bis großem Würfelbruch (Abb. 4 und Abb. 14). Die Abbauleistungen der bisher getesteten Stämme sind hoch bis sehr hoch (SCHMIDT, 2006).

Holz mit niedrigen Holzfeuchten zu bewachsen, ist eine besondere Fähigkeit des Braunen Kellerschwamms. Fichten- und Kiefernspiltholz wird mit einer Holzfeuchte von 18–20 u_m% überwachsen, wenn eine nahe Feuchtequelle vorhanden ist. Der Holzabbau setzt ab 21,5 u_m% Holzfeuchte ein. Hinzukommt eine hohe Wachstumsgeschwindigkeit von bis zu 12,9 mm je Tag bei 26–27 °C. In diesen Fähigkeiten ist er besser als der Echte Hausschwamm. Er wäre wohl der wichtigste Fäulepilz, wenn er auch dichte, die Verdunstung verringemde Oberflächenmycelien an den Zuwachszonen bilden könnte.



Abb. 10: Schaden an einem Sparrenkopf einer Schuppendecke auf der Westseite; der Schaden greift auf die Fachwerk-Konstruktion über.



Abb. 11: Detail des kleine Fruchtkörpers des Braunen Kellerschwamms; an der Oberfläche steht das Wasser, da die Dachableitung nicht funktioniert.

4 Die Fäulepilze werden in der Reihenfolge Ihrer Häufigkeit/Wichtigkeit an Fachwerk beschrieben.

Fruchtkörper

Die Fruchtkörper des Braunen Kellerschwammes werden meist erkannt, da sie unauffällig sowie kurzlebig sind und oft an verdeckten Orten wachsen (Abb. 10). Sie sind jung weiß. In der Mitte dieser jungen Fruchtkörper beginnt die Fruchtschicht zu reifen, der Fruchtkörper bzw. die Fruchtschicht werden von innen nach außen braun, wobei ein weißer Zuwachsrand lange erhalten bleibt (Abb. 11). Die braunen Fruchtkörper bilden große Sporen Mengen, so dass ein Finger beim Darüberstreifen braun wird. Alte Fruchtkörper haben ihre Sporen abgeworfen und sind trocken grau bis schwarz. Aufgrund von Umwelteinflüssen ist die braune Farbe des Braunen Kellerschwammes variabel: gelbe, grüne, rote, ocker, graue und satt braune Farbtöne sind möglich. Die Fruchtkörper sind bis zu 2 mm dick und sehr unterschiedlich groß, von Münzgröße bis zu einem Quadratmeter. Ein charakteristisches Merkmal der sporenproduzierenden Fruchtkörper sind kleine, braune Warzen auf der Oberfläche. Sie sind dicker als 0,5 mm. Fehlen die Warzen, muss mikroskopiert werden. Im Gegensatz zum Echten Hausschwamm finden sich in unmittelbarer Nähe der Fruchtkörper nur selten Stränge. Dies mag ein Grund sein, warum die Kellerschwämme nur an feuchtem Holz Fruchtkörper bilden: Mauerwerk wird zur Fruchtkörperbildung nur wenige Zentimeter weit von Holz ausgehend bewachsen.

Fruchtkörper des Marmorierten Kellerschwammes (*C. marmorata*) werden seltener in Gebäuden gefunden, obwohl sie recht charakteristische Merkmale haben. Die reich verzweigten Stränge sind netz- bis wurzelartig und flach anliegend. Anders als beim Braunen Kellerschwamm sind die Mycelien nicht fest mit Mauerwerk, Putz oder Holz verbunden.

Mycel und Stränge

Charakteristisch sind die Stränge der Kellerschwämme (Abb. 15). Sie verändern sich in ihrer Entwicklung deutlich: Zunächst sind sie hell, dann ocker bis braun, schließlich schwarz (Abb. 12 und Abb. 13). Die reich verzweigten Stränge sind wurzelartig, flach anliegend und fest mit der Oberfläche verbunden. Vergleichsweise dicke Stränge, die sich abnehmen lassen, können im trockenen Zustand beim Brechen leise knacken wie die des Echten Hausschwammes. Allerdings sind die dicken, dunklen Stränge der beiden Pilze nicht zu verwechseln, da die des Echten Hausschwammes meist von dickem Zwischenmycel umwachsen sind (HUCKFELDT/SCHMIDT 2015).

Das Mycel des Marmorierten Kellerschwammes (*C. marmorata*) lässt sich im Gegensatz zu Braunen Kellerschwamm vergleichsweise leicht von Wänden und Decken abheben.



Abb. 12: Mycelien des Braunen Kellerschwammes an einer Wand; die braunen bis schwarzen Stränge liegen in einem dünnen Mycel.



Abb. 13: Derber Strang des Braunen Kellerschwammes durchwächst das Mauerwerk hinter einem Küchenschrank; feinere Mycelien wachsen in alle Richtungen aus.



Abb. 14: Brauner Kellerschwamm: Fäuleschaden an einem Zapfen; die Fäule ist nicht in den Ständer eingewachsen und beschränkt sich auf den Zapfen; Würfelbruch fein; Holz nicht herz-getrennt und mit klaffender Spalte (↑).

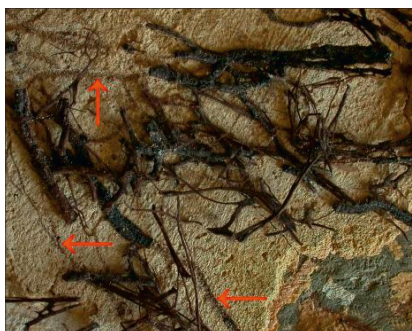


Abb. 15: Brauner Kellerschwamm: Stränge am Putz; auf dem sandigen Grund lösen sich die braun-schwarzen Stränge leicht ab; an den Stellen, an denen sie gewachsen sind, verbleiben braune Ausscheidungs-Spuren (↑).

4.2 Gruppe der Weißen Porenschwämme – *Antrodia* spp. (Braunfäuletrame-ten) und *Oligoporus* spp. (Saftporlinge) inkl. Nebenfruchtformen

Die *Antrodia*-Arten werden von Mykologen im Allgemeinen als Braunfäuletrame-ten bezeichnet, weil sie den Weißfäule verursachenden Trame-ten (*Trametes* sp.) im Ha-bitus ähnlich sind. Hingegen werden die *Oligoporus*-Arten Saftporlinge genannt, weil ihre Fruchtkörper sehr wasserhaltig sind und beim Trocknen schrumpfen. Im Fach-werk treten die Weißen Porenschwämme in allen Teilen aus Nadelholz⁵ auf – von der Schwelle bis zum Dach, mit einer Vorliebe für besonnte Fassaden, da sie gut mit höheren Temperaturen umgehen können. Hingegen werden Gewölbe, Innenmauern und Lehm kaum durchwachsen, aber bewachsen. Die Bedeutung der Weißen Po-renschwämme im Fachwerk wird oft unterschätzt, da nur selten typische Fruchtkör-

5 An Eichenfachwerk treten nur die Gelbe Braunfäuletramete und einzelne Saftporlings-Arten auf.

per oder Mycelien auftreten; meist kommen nur kleine Mycelien in Ritzen und Spalten des Holzes vor (Abb. 16). Wie bei fast allen Hausfäulepilzen entsteht beim Holzabbau durch Porenschwämme eine Braunfäule (SCHMIDT, 2006). Der entstehende Würfelbruch ist meist fein bis mittelgroß, nicht selten entsteht auch ein muschelähnliches Bruchbild des faulen Holzes (Abb. 16). Die Weißen Porenschwämme wachsen im Mittel etwas langsamer als Keller- und Hausschwämme. Der Breitsporige Weiße Porenschwamm (*A. vaillantii*) erreicht im Labor Zuwachsraten von 4,3–6,1 mm je Tag (SCHMIDT, 2006). Auf Fichtenholz mit Holzfeuchten von 30–40 u_m% erreicht der Schmalsporige Weiße Porenschwamm (*A. sinuosa*) bei 20–21°C Wachstumsraten von 3,2–4,8 mm je Tag, wenn eine Feuchtequelle in der Nähe ist. Dies ist für einen Hausfäulepilz eine mittlere Wuchsgeschwindigkeit. Zum Vergleich: Der Braune Kellerschwamm (*C. puteana*) erreicht Wuchsgeschwindigkeiten von über 9 mm am Tag (SCHMIDT et al., 2002).

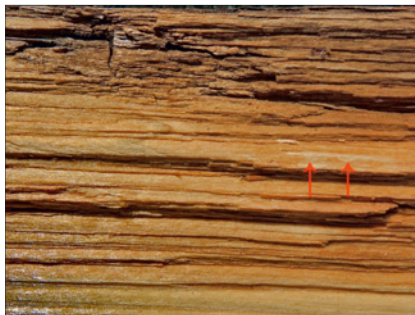


Abb. 16: Weißer Porenschwamm (*Antrodia* sp.) – Braunfäule mit muschelähnlichem Bruchbild und kleinen Mycelresten (↑); Entstehungsursache für das markante Bruchbild: Das Frühholz wird stärker abgebaut als das Spätholz; Maßstab: Bild ca. 5 cm hoch.

Die Abbauraten der Weißen Porenschwämme sind mittel bis groß: Bei Holzfeuchten von 60–75 u_m% erreicht z. B. der Schmalsporige Weiße Porenschwamm im Stapelversuch an Fichtenholz einen Masseverlust von rund 35 % in 15 Wochen, bei Holzfeuchten von 45–50 u_m% rund 15 % und bei Holzfeuchten von 28–34 u_m% immerhin noch rund 5–8 %. An Kiefernholz ist mit ähnlichen Werten zu rechnen.

Fruchtkörper

Die Porenschwämme bilden meist keine Fruchtkörper am Fachwerk. Wenn, dann sind sie meist unscheinbar, obwohl sie weiß sind, da sie wohl aufgrund der vielen Übergänge von Holz zu Gefach nicht auffallen und oft in Spalten oder bodennah wachsen. Sie beginnen als rein weißes Mycel, das dann Farbstiche von creme, hellgrau oder selten auch gelb bekommen kann. Alt kann die Oberfläche auch braun werden. Die Fruchtkörper erscheinen als flache Schichten, verschieden geformte Konsolen, als knotige oder teilweise unförmige Gebilde (Abb. 16).

Oberflächenmycel und Stränge

Porenschwämme werden oft an ihren Strängen erkannt (Abb. 17). Deren Farbe ist erst reinweiß, dann weiß mit hellgrauen oder sehr hellen, schmutzigen Farben. Sie sind bis bleistift dick, z. T. eisblumenartig verzweigt und bleiben biegsam. Die Stränge lassen sich oft gut vom Untergrund ablösen. Stränge wachsen im Verborgenen hinter Verschalungen, Dachpappen, Sperrschichten, Folien und in unzugänglichen Hohl-

räumen oder Spalten. Mauerwerk/Beton wird von den Braunfäuletrameten kaum durchwachsen; die Saftporlinge sind hierzu selten fähig.



Abb. 16: Heller bis cremefarbener Fruchtkörper der Reihigen Braunfäuletramete (*Antrodia serialis*).



Abb. 17: Weiße, eisblumenähnliche Stränge eines Porenschwammes von einem Balkenkopf.

4.3 Echter Hausschwamm (*Serpula lacrymans*): Braunfäulepilz

Unter den Hausfäulepilzen nimmt der Echte Hausschwamm eine hervorgehobene Rolle ein (siehe DIN 68800-4: 2012; JENNINGS/BRAVERY, 1991; SCHMIDT, 2006). Er ist seit über 100 Jahren der wichtigste und häufigste holzerstörende Gebäudepilz in Mitteleuropa (u. a. MEZ, 1908); an Fachwerkgebäuden ist er nicht ganz so häufig, hier steht er an fünfter Stelle der Häufigkeit (Tab. 1). Im Fachwerk tritt der Echte Hausschwamm eher an kühleren, außen- und innenliegende Bauteilen auf und meidet besonnte Fassaden, da er bei höheren Temperaturen von mehr als 26°C nicht mehr wachsen kann (SCHMIDT, 2006). Gewölbe, Innenmauern und Lehm werden hingegen gern be- und durchwachsen. In der Natur sind Nachweise äußerst rar, ein Befund, den der Pilz mit den Sternsetenpilzen und dem Ausgebreiteten Hausporling teilt. Der Echte Hausschwamm bevorzugt Nadelhölzer, kommt zuweilen aber auch an Eiche vor; hingegen wird der Wilde Hausschwamm öfter an Laubhölzern beobachtet.

Der Echte Hausschwamm verursacht eine intensive Braunfäule mit feinem bis großem Würfelbruch (Abb. 21). Der Hausschwamm und seine Verwandten, wie Kellerschwämme (*Coniophora* spp.) und die Fältlingshäute (*Leucogyrophana* spp.), durchwachsen alle poröses/rissiges Mauerwerk und Decken und bilden feine bis grobe Stränge (SUTTER 1997). Bekannt sind die häufiger auftretenden Fruchtkörper am Mauerwerk, die auch während einer Sanierung auftreten können (Abb. 27) und die Stränge und Mycelien im Mauerwerk (Abb. 23).

Im Hinblick auf einen Wassertransport zeigte der Echte Hausschwamm keine besonderen Fähigkeiten (HUCKFELDT, 2003). Eine „geringe“ Befeuchtung, die bei allen untersuchten Fäulepilzen beobachtet werden kann, dürfte mit den insbesondere an den Wachstums-Rändern auftretenden Guttationstropfen zusammenhängen, so können Hausfäulepilze in kleinen Räumen mit stehender Luft auch die Luftfeuchte⁶ ansteigen lassen (Abb. 19). Dieser bei vielen Hausfäulepilzen stattfindende Wassertransport

6 Und mit der Luftfeuchte auch die Holzfeuchte von umliegenden Hölzern, sofern sie nicht abtrocknen können.

kann in dicht „verpackten“ Konstruktionen, wie unbelüfteten Dächern, Holz unter Bädern und unter dichten Fußbodenbelägen wie Laminat und PVC, aus denen Wasser praktisch nicht mehr entweichen kann, gleichwohl zu beträchtlichen Schäden führen, zumal die Menge des transportierten Wasser mit der Größe des Befalls zunimmt. Hieraus ergibt sich auch die Abneigung von Hausfäulepilzen gegen Zugluft, diese lässt die Guttationstropfen eintrocknen.



Abb. 18: Stränge und lappiges, braungraues Mycel des Echten Hausschwammes im Inneren eines Mauerbalkens (Innenfäule). Der Balken war dreiseitig ohne erkennbaren Schaden, luftumspült und klang nicht hohl. Das Innere zeigt eine massive Innenfäule (Braunfäule); Begleitschaden durch den Balkenkopf-Pochkäfer / Schwammholzkäfer (*Trypoxys carpinii*); trotz des massiven Myceleinwuchses wurde der luftumspülte Holzmantel nicht abgebaut.

Fruchtkörper

Die Fruchtkörper des Echten Hausschwammes zeigen charakteristische Merkmale: Sie sind zimtbraun, weißrandig und merulioid (faltig oder hirnnähnlich gewunden), ihr Rand ist oft scharf begrenzt (Abb. 28). Die Fruchtkörper sind frisch fleischig, fest, aber nicht holzig, und riechen herb-frisch nach Pilz (LOHWAG, 1952). Ein weiteres Merkmal ist die leichte Abhebbarkeit der Fruchtkörper von ihrem Untergrund. Die weiteren Merkmale variieren je nach Alter, Wuchsbedingungen und Substrat. Ihre Dicke liegt meist über 2 mm, konsolenartig wachsende Fruchtkörper können auch über 20 mm dick werden und ihre einseitig angewachsenen Hüte erreichen einen Radius von über 10 cm. Die maximale Größe der Fruchtkörper dürfte bei 2–3 Metern im Durchmesser liegen. Junge Fruchtkörper sind fast immer leicht bestimmbar, schwerer

ist es alte Fruchtkörper anzusprechen, wenn sie schwarz geworden sind. Sie sind dann nur noch wenige Millimeter dick, zerbrechen leicht und sind unscheinbar, weisen aber oft noch Reste der merulioiden Struktur auf. Sind sie feucht, verschimmeln ältere Fruchtkörper leicht und riechen unangenehm. Unterhalb der Fruchtkörper setzen die Stränge an, die sie mit Nährstoffen versorgen.



Abb. 19: Ein von außen intakt aussehendes Fachwerkhaus; es hatte eine Innendämmung, die zum Bauschaden führte; das Gebäude wurde abgerissen.



Abb. 20: Detail von Abb. 19 (Innenansicht): Innendämmung entfernt; Mycel mit Zuwachzone und Braunfäuleschaden sind sichtbar.

Mycel und Stränge

Die Stränge sind außen silbrig-grau (Abb. 24), innen oft weiß bis cremefarben, alt auch graubraun bis schwarz und von dickem, lappigem Mycel umgeben (eingebettete Stränge; Abb. 24). Sie wachsen oft verborgen im Mauerwerk, in dem sie sich ausbreiten. Die Mycelien und Stränge sind jung reinweiß bis cremefarben, später hellgrau, braun bis braunschwarz. Ihre Oberflächen werden oft von Mikroorganismen wie Schimmelpilzen und Bakterien besiedelt, die dann die typische silbrige Farbe verursachen (Abb. 23). Zudem sind die Stränge des Echten Hausschwammes im Querschnitt kaum strukturiert (Abb. 22). Bei ungünstigen Wachstumsbedingungen treten an den Mycelien oft Verfärbungen auf. Besonders dichte und farbige Mycelien werden oft an den Ausbreitungsgrenzen des Befalls gefunden (Abb. 23). An Rändern treten gelbe, braune, schwarze, violette und graue Verfärbungen und Tönungen auf. Dünnere Mycelien finden sich eher in satt durchfeuchteten Bereichen. Es existieren jedoch vielfache Variationen.

Alte, abgestorbene und trockene Stränge des Echten Hausschwammes brechen mit einem gut wahrnehmbaren „Knack“ (wichtigstes Merkmal!). Allerdings können auch dicke, trockene Stränge des Kellerschwammes, des Muschel-Krempfings und einiger Tintlinge deutlich knackend brechen.



Abb. 21: Fachwerk-Ständer nach dem Ausbau; eine Seite fast intakt; andere Seite mit massiver Braunfäule durch den Echten Hausschwamm/Schwammholzkäfer (*Priobium* sp.).

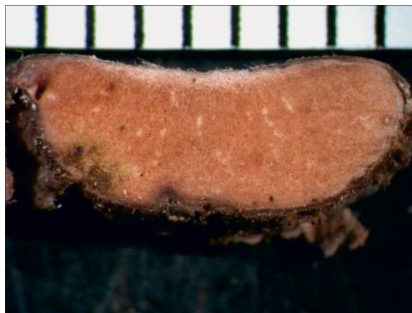


Abb. 22: Strang des Echten Hausschwamms im Querschnitt, das Innere ist kaum erkennbar strukturiert; Maßstab mit Millimetern.



Abb. 23: grau-violettes Mycel des Echten Hausschwamms mit gelben Hemmflecken (†) auf einer verdeckten, verschimmelten Putzfläche im Bad; Maßstab: Bild 10 cm hoch



Abb. 24: Echter Hausschwamm: Riegel mit einer massiven Braunfäule, durchzogen von Mycelien und feinen weiß-grauen Strängen, nach dem Ausbau.



Abb. 25: Eine Fachwerk-Innenwand; einige Fehlstellen durch Fäule sichtbar (†); Eckbild zeigt Rückseite.



Abb. 26: Mycel des Echten Hausschwamms auf einer Dielenunterseite; typisches graues, lappiges Mycel mit Zuwachszone; Maßstab mit Zenti- und Millimetern.



Abb. 27: Echter Hausschwamm: Fruchtkörperbildung an einem Packer; Mycel wächst durch das Rohr des Packers.



Abb. 28: Echter Hausschwamm: Detail des faltig gewundenen Fruchtkörpers

4.4 Ausgebreiteter Hausporling (*Donkioporia expansa*): Weißfäulepilz

Neben Keller- und Hausschwamm ist der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioporia expansa*) ein weiterer wichtiger Hausfäulepilz, der jedoch eine Weißfäule (Abb. 31, Abb. 34 und Abb. 36) verursacht und das Mauerwerk nicht durchwächst (CARTWRIGHT/FINDLAY, 1958; KLEIST/SEEHANN, 1999). Wieder in den Fokus des Holzschutzes ist der Ausgebreitete Hausporling vor etwa zwanzig Jahren getreten (RITTER, 1983/85), als erkannt wurde, dass er ein wichtiger Fäulepilz in Gebäuden ist. Zuvor haben ihn Mez (1908) und JAHN (1966) umfangreich als Gebäudepilz beschrieben und schon LOHWAG (1955) betont die Notwendigkeit zur schnellen Sanierung. Aber aufgrund von vielen Umbenennungen wurde er danach oft verkannt (HUCKFELDT, 2006a). An Fachwerk ist er vor dem Echten Hausschwamm sogar der viert häufigste Fäulepilz (Tab. 1). Der Ausgebreitete Hausporling tritt gern an Eichenfachwerk auf und übertrifft im Süden Deutschlands die Häufigkeit aller anderen Hausfäulepilze, jedoch nicht so an Nadelhölzern. Die Verbreitung ist durch Sporen und durch Insekten gesichert. Die markanteste Verbindung von Pilzen und Insekten in Gebäuden ist die zwischen Ausgebreitetem Hausporling und Buntem Nagekäfer (*Xestobium rufovillosum*). Dabei verbreiten die Weibchen des Bunten Nagekäfers Mycelteile und Konidien des Pilzes (Abb. 30; FISHER, 1940; RIDOUT 2000; BRAVERY et al. 2003). Da der Bunte Nagekäfer fast nur Eichenholz besiedelt, kann in eichenreichen Bauregionen der Eindruck entstehen, der Ausgebreitete Hausporling befallt fast nur Eiche. Blickt man auf nadelholzreiche Bauregionen, verschwimmt dieser Eindruck.



Abb. 29: fein behaarter Bunter Nagekäfer (*Xestobium rufovillosum*); Eckbild zeigt die mikroskopisch kleinen Konidien des Ausgebreiteten Hausporlings (ca. 8–12 µm lang).

Eine besondere Fähigkeit des Ausgebreiteten Hausporlings ist es Holz mit einer dichten dicken Mycelschicht zu überziehen (Abb. 33). Dadurch wird die Abtrocknung reduziert und der Pilz kann die Holzfeuchte unter den Mycelien gut steuern (HÖPKEN, 2015). In dieser Fähigkeit ist er besser als der Echte Hausschwamm. Er wäre wohl der wichtigste Fäulepilz, wenn er Stränge bilden könnte, die Mauerwerk, Schüttungen und Decken durchwachsen. Dies kann er aber nicht (CARTWRIGHT/FINDLAY, 1958; KLEIST/SEEHANN, 1999).

Fruchtkörper

Die Fruchtkörper sind verschiedenartig: Es werden kleine Konsolen oder große, ja quadrometergroße, flächige Beläge gebildet. Auch die Dicke der Fruchtkörper ist entsprechend variabel von 0,4 bis über 10 cm. Sie sind fest bis korkig-hart, fast holzig-hart und leicht an ihren Poren zu erkennen. Jung sind die Fruchtkörper weißlich, hellgrau bis braun, im Alter werden sie braun bis ockerbraun (Abb. 30). Die Porenschicht hat 4–5 Poren je mm und zeigt jung z. T. einen silbernen Glanz (MOORE/FULLER, 2001).

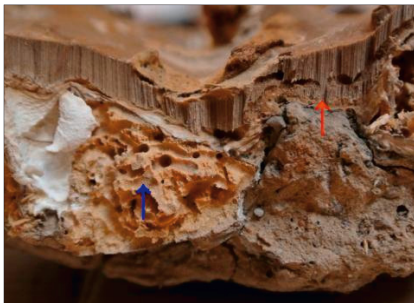


Abb. 30: Ausgebreiteter Hausporling: Fruchtkörper im Anschnitt [mit Lehmresten und Holz auf der Unterseite]; die Poren sind als feine Röhren sichtbar (↑); Holz mit Larvengängen des Bunten Nagekäfers (↑).



Abb. 31: Ausgebreiteter Hausporling: Weißfäuleschaden an einem Sparren mit massiver Innenfäule; der noch tragende Teil ist schmal geworden. Der erhebliche Fäuleschaden war von außen nicht sichtbar; Material von K. RENHAK (Benshausen).

Mycel

Das Mycel ist feinsamtig, dick-lappig und veränderlich, und immer wieder kommt es in der Praxis zu Verwechslungen mit dem Echten Hausschwamm.

Das Oberflächenmycel ist jung weiß und wird dann bräunlich, einige Partien bleiben hell, gelbe Verfärbungen wurden bisher nicht beobachtet. Mycel in der Konstruktion ist meist weiß, Verfärbungen treten am Rand auf. Mycelmatten können einige Quadratmeter bedecken. Ein gutes Merkmal bilden die fast immer vorhandenen braunen eingetrockneten Guttationstropfen am Oberflächenmycel (BUCHWALD, 1986).



Abb. 32: Ausgebreiteter Hausporling: Braunes, styroporartiges Oberflächenmycel mit weißen Untermycel (oben im Bild); die feinen braunen bis schwarzen Punkte sind die Reste von Guttations-tropfen; Maßstab mit Zenti- und Millimetern.



Abb. 33: Detail des Insekten- und Fäule-schadens mit einer auffällig intakten Oberfläche (rechts im Bild).

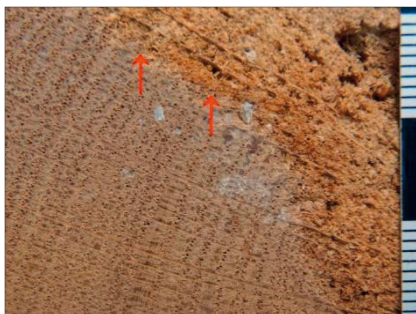


Abb. 34: Ausgebreiteter Hausporling: Scharf be-grenzter Weißfäuleschaden an einem Bauteil (↑); Maßstab mit Zenti- und Millimetern.



Abb. 35: Ausgebreiteter Hausporling: Detail des Weißfäuleschadens zeigt finalen Abbau des Eichenholz; das Bild zeigt Frühholzgefäße.

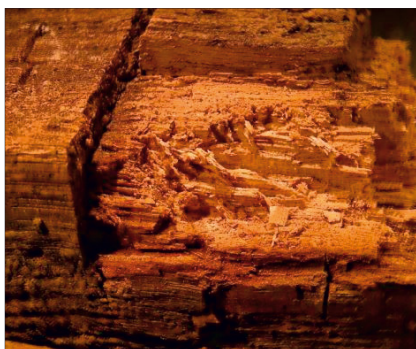


Abb. 36: Ausgebreiteter Hausporling und Keller-schwamm: Doppelbefall – innen Weiß- und außen Braunfäule.

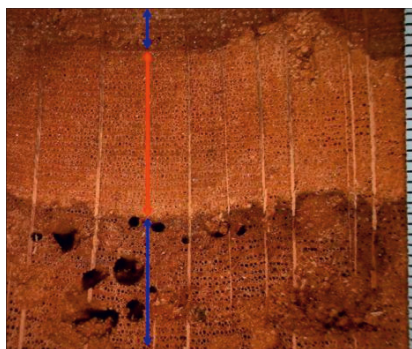


Abb. 37: Ausgebreiteter Hausporling (↑) und Kellerschwamm (↓), Detail: eng verwobene Befälle in einem Bauteilausschnitt; Maßstab mit Millimetern.

4.5 Moderfäulepilze – eine große Artengruppe

Typische Schadenserreger im erdähnlichen Bereich sind Moderfäulepilze wie *Chaetomium globosum*, *Eutypella parasitica*, *Phialophora richardsiae* und *Allescheria terrestris* (Abb. 38). Sie können nur mikroskopisch sicher nachgewiesen werden, dies ist allerdings einfach, da typische Kavernen in der Holzzellwand gebildet werden (Abb. 39 und Abb. 44). Ihr augenscheinliches Schadbild ähnelt einer Braunfäule (Abb. 6). Nur selten treten winzige Fruchtkörper oder Mycelien auf.

Beispiel für eine Problemlösung: Kann der angestiegene Erdhorizont nicht entfernt werden, sind Drainage-Kanäle ggf. möglich; mit entsprechenden Rosten abgedeckt, sind diese auch begehrbar. Als Begleiter von Moderfäulepilzen, z. B. in Schwellenhölzern, treten oft die Kellerschwämme, aber auch Fachwerk-Seltenheiten wie z. B. der Rosablättrige Helmling (*Mycena galericulata*) und der Umlerbraune Borstscheibling (*Hymenochaete rubiginosa*) auf. Allen gemeinsam ist, dass sie auf nasse Hölzer wie Schwellen angewiesen sind. In dieser Befalls-Situation hat Eichenholz oft nicht die erwartete Dauerhaftigkeit der Dauerhaftigkeitsklasse 2.

Auch periodisch feuchte Bereiche werden von Moderfäulepilzen besiedelt; hier ist die Entwicklung sehr unterschiedlich, je nachdem wie lange die Durchfeuchtung anhält. Die Entwicklung kann sehr langsam sein, so dass an 100–400 Jahre alten Bauteilen nur schwache Schäden zu finden sind, abgesehen von den Randbereichen. Es finden sich nur vereinzelt Kavernen von Moderfäulepilzen und auch von Bakterien. An solchen Bauteilen können aber besondere Mehrfachbefälle auftreten, z. B. Moderfäulepilze zusammen mit Bakterien und Feuchtholzinsekten wie dem Bunten Nagekäfer (*Xestobium rufovillosum*). Der Bunte Nagekäfer beginnt den Befall an kleinen Fäulestellen und breitet sich dann weiter im nur schwach geschädigten Holz aus (Abb. 40 bis Abb. 43).



Abb. 38: Negativbeispiel: Schwellenbereich mit Moderfäulepilz-Befall; erkennbar ist, dass die Schwelle schon einmal ersetzt wurde; die Schnittstellen sind sichtbar (!); Spritzwasserzone am Schmutz gut erkennbar.

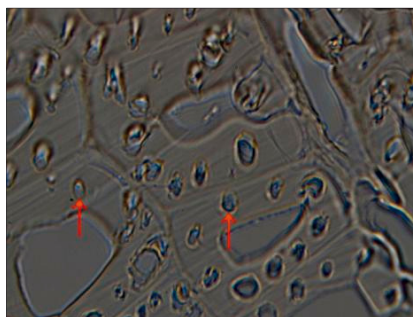


Abb. 39: Moderfäulepilz-Befall bei 400-facher Vergrößerung im Querschnitt, die Kavernen in den Holzfasern sind deutlich (!).



Abb. 40: Bauteil aus einem Turm; der alte Eichen-Stiel wirkt intakt und ist nagelfest, abgesehen von den Fraßgängen des Bunten Nagekäfers (*Xestobium rufovillosum*); Material von R. OTT (Gammertingen).



Abb. 41: Detail von Abb. 40 (siehe Kasten): kleinräumiger Kombinationsbefall in den eingeschlossenen Holzrisen/-spalten: jüngere Larven des Bunten Nagekäfers fressen in den stärker mit Moderfäulepilzen und Bakterien befallenen Bereichen (↑).



Abb. 42: Detail von Abb. 41 (siehe Kasten): Befall mit Moderfäulepilzen und kleinen Larven des Bunten Nagekäfers, erkennbar an den diskusförmigen Kotpartikeln (↑).

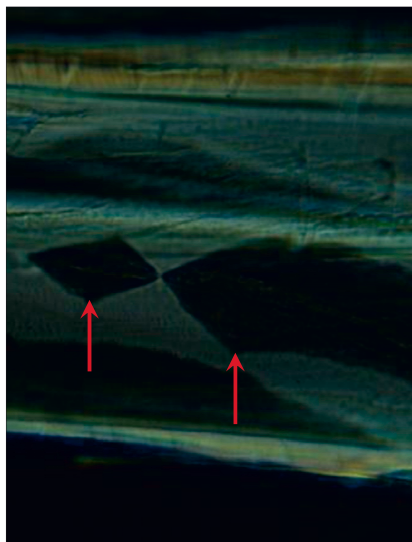


Abb. 43: Polarisationsmikroskopische Aufnahme im Längsschnitt; Moderfäulepilz-Befall bei 1500-facher Vergrößerung: spitz zulaufende, hintereinander angeordnete Kavernen innerhalb der Holzfasern (↑).

5 Weitere interessante pilzliche Schadensverursacher und ihre Merkmale – vom Tintling bis zum Stachelsporling und anderen überschätzten Fäulepilzen – was ist noch ein „Nassfäule-Erreger“ und was ein „Satt-Nassfäule-Erreger“ aus Biologen-Sicht?

5.1 Tintlinge (*Coprinus* spp.): schwache Weißfäulepilz oder ohne Fäule

Von den Tintlingen wurden in Gebäuden z. B. der Gesäte Tintling (*Coprinus disseminatus*), der Strahlfüßige Tintling (*C. radians*) und der Haus-Tintling (*C. domesticus*) nachgewiesen. Ihr Vorkommen in Gebäuden ist lange bekannt (HENNING, 1903;). Die Tintlinge gehören zu den schnellwüchsigen Pilzen, Wachstumsgeschwindigkeiten von 13,6 mm je Tag sind möglich (ESLYN/NAKASONE, 1984). Sie gehören zu den Indikatorarten, die feuchte Böden, Decken oder Wände anzeigen. Tintlinge werden im Wald und in Gebäuden oft im Zusammenhang mit morschen Hölzern und gemeinsam mit anderen holzerstörenden Pilzen gefunden. Deshalb sollten ggf. andere holzerstörende Pilze im Gebäude gesucht werden. Die Tintlinge durchwachen sehr effektiv Mauerwerk, Decken und Schüttungen. Bei lang anhaltenden feucht-nassen Bedingungen können von einigen Tintlings-Arten deutliche, aber sehr langsam fortschreitende Holzschäden hervorgerufen werden. Die Tintlinge wären wohl wichtige Fäulepilze geworden, wenn sie nur die Enzymsausstattung für einen massiven Holzabbau und die Fähigkeit zu Bildung abschottender Mycelien hätten. Diese Fähigkeiten fehlen ihnen jedoch.



Abb. 44: junge, noch nicht aufgeschirmte Fruchtkörper des Schopftintlings an einem Gebäudefuß.

Fruchtkörper

Die Gattung kann gut anhand der zerlaufenden Fruchtkörper erkannt werden. Diese gliedern sich dabei in Hut und Stiel und sind meist fein, filigran und schlank (Abb. 45). Am Gebäudefuß treten zuweilen auch kompaktere Tintlings-Arten auf, z. B. die des Schopftintlings (Abb. 45).



Abb. 45: Gesäte Tintling (*Coprinus disseminatus*) Fruchtkörper an einem Gebäudefuß; Hüte kaum 2 cm im Durchmesser.

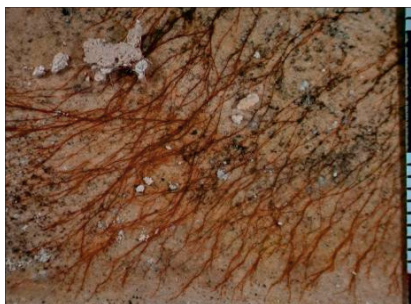


Abb. 46: Feine, braun-schwarze Mycelien und Stränge eines Tintlings auf einer Gipskarton-Platte; Maßstab mit Millimetern.

Mycel

Oberflächenmycelien, z. B. die des Strahlfüßigen Tintlings, werden auch „Ozonium“ genannt. Die Mycelien differenzieren sich z. T. zu dünnen Strängen, die sich zu dickeren Bündeln zusammenlagern können, es entsteht eine Art Gewebe. In Kellern können so geflechtähnliche Gebilde entstehen, die als „Kellertuch“ bezeichnet werden und z. T. auch kräftige Beläge bilden. Oft sind auch noch Reste der Fruchtkörper vorhanden. Das Mycel der Tintlingsarten in Gebäuden ist erst weißlich, dann schnell gelblich, hellbraun, rötlich bis braun und filzig (Abb. 46).

An Eichenfachwerk werden häufiger Tintlinge gefunden, ohne dass andere Hausfäulepilze direkt nachgewiesen werden können. Wird derartige Material in einer feuchten Kammer gelagert, können Mycelauswüchse entstehen und Hinweise auf den eigentlichen Fäulepilz geben.

Einige Arten durchwachsen auch massiv Mauerwerk, Schüttungen, Strohputze und Decken und die dickeren trockenen Strangbündel brechen beim Biegen mit deutlich knackendem Geräusch, so dass eine Verwechslung mit dem Echten Hausschwamm möglich ist (BULLER, 1924).

5.2 Stachelsporlinge (*Trechispora* spp.): ein Schicht- und Weißfäulepilz

Die Stachelsporlinge sind seltenere Pilze und kommen nur an durchnässtem Holz und Holzwerkstoffen an Fachwerk und ähnlichen Standorten vor, wie Dachstühlen und Kellern (BECH-ANDERSEN, 2004; HUCKFELDT, 2006b). Auffälliges Merkmal ist die Weißfäule, die von den hier vorgestellten Arten verursacht wird. Verwechslungen sind leicht mit der relativ hellen Braunfäule der Weißen Porenschwämme (*An-trodia/Oligoporus* spp.) möglich. Die Stachelsporlinge sind meist Erstbesiedler von Holz, aber auch an stark zerstörtem Holz zu finden (späte finale Abbauphase). Aufgrund ihres hohen Feuchtigkeitsbedürfnisses treten sie selten als alleinige Schädlinge auf, oft werden sie von Moderfäule-, Bläue- und Schimmelpilzen sowie Insekten begleitet (z. B. Rüsselkäfer und Bunter Nagekäfer – *Xestobium rufovillosum*). Auch Weiß- oder Braunfäulepilze sind oft in der Nähe (Abb. 47 und Abb. 48). Ihr Auftreten sollte ein Grund sein, die Fachwerkkonstruktion gründlich zu prüfen.

An Fachwerkgebäuden sind zwei Arten bekannt, die häufiger auftreten: der Mehlig Stachelsporling (*Trechispora farinacea*) und der Rundsporige Stachelsporling (*T. microspora*), beide mit etwas warzigen bis stacheligen, flach anliegenden, weißen bis cremefarbenen Fruchtkörpern (BREITENBACH/KRÄNZLIN, 1986; ERIKSSON et al., 1973-1988).

Hinweis: Die Zerstörungskraft der Stachelsporlinge ist bisher nicht hinreichend untersucht, scheint aber eher schwach zu sein. Nach einigen Jahren des ungestörten Wachstums können aber deutliche Weißfäule-Schäden beobachtet werden. Es gibt auch mutmaßliche Langzeitschäden an Eichenholz.

Myzel und Fruchtkörper

Die Stränge wachsen einzeln oder fein eisblumenartig (Abb. 47). Dieses Strangmycel ist vergleichbar mit dem des Rosafarbenen Saftporlings (*Oligoporus placenta*), allerdings feiner und ohne oder mit nur wenig Zwischenmycel. Häufig setzt es an den Fruchtkörpern an. Da die Fruchtkörper in die Stränge übergehen, können Fruchtkörper für dichtes Oberflächenmycel gehalten werden. Eine Ausbreitung der Stränge im Mauerwerk ist bisher nicht beschrieben worden.



Abb. 47: Doppelbefall: Feine, eisblumenähnlich verzweigte, weiße Stränge des Mehlig Stachelsporlings (*T. farinacea*) auf dem ockerfarbenen Mycel des Ausbreiteten Hausporlings (*Donkioporia expansa*).



Abb. 48: Doppelbefall: Weißfäuleschaden mit weißem Mycel an einem Zapfenloch durch einen Stachelsporling (*Trechispora* spp.) sowie feiner Würfelbruch, verursacht durch den Braunen Kellerschwamm (*Coniophora puteana*).

6 Diagnose-Schlussfolgerungen für die substanzschonende Fachwerk-Sanierung

6.1 Allgemeines

Der Sinn der Sanierung eines Fachwerkgebäudes kann es nicht sein, dieses durch eine dann einsetzende nutzungsbedingte Überforderung zu zerstören, an deren Ende die alternativlos erscheinende Entkernung eines gewachsenen Gefüges steht und nur eine Alibi-Fassade übrig bleibt. Es ist vielmehr der Wille ein Fachwerkgebäude als Gesamtheit zu erhalten. Dem werden durch den Befall mit Fäulepilzen oft Grenzen auferlegt. Dem Fachmann obliegt es, diese zu erkennen und auszuloten und den Bauherren sinnvolle Optionen aufzuzeigen. Eine Entkernung ist ein Zeichen von Gewinnoptimierung oder Gedankenlosigkeit, aber nicht von Fachkenntnis.

Vielmehr sollte die Fassade vor Niederschlägen geschützt werden. Durch viele kleine Details kann die Wasserableitfähigkeit einer Fassade verbessert werden (Abb. 49 und Abb. 50); nicht jede Fassade braucht eine Verschalung oder kann unter Glas stehen (Abb. 51 und Abb. 52).



Abb. 49: Schönes Detail eines Fachwerkhouses, das der Wasserableitung dient.

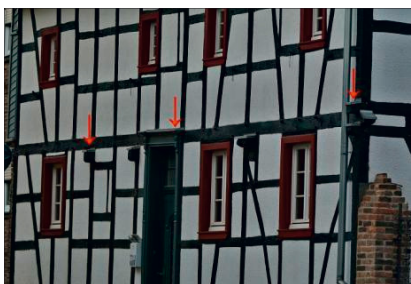


Abb. 50: Kleine Details am Fachwerk, die der Wasserableitung dienen (Pfeile).

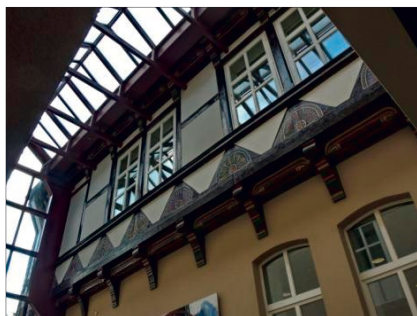


Abb. 51: Ein Fachwerkhaus unter Glas.



Abb. 52: Verstecktes Fachwerk; Eckbild zeigt historischen Zustand.

Bevor eine Sanierung/Reparatur durchgeführt wird, sind folgende Schritte / Fragen bedenkenswert (ergänzt nach WETZEL, 1996):

- a) Prüfen, ob die Standsicherheit gegeben ist oder ob Sicherungsmaßnahmen nötig sind. Bei Gefahr im Verzug ist unverzüglich zu handeln. Ob dieser Fall vorliegt, ist zeitnah vor Ort zu entscheiden.
- b) Welche Geldmittel sind vorhanden und können Fördergelder zugezogen werden? Welche Bedeutung hat das Gebäude im Kontext der Umgebung?
- c) Beurteilung des Bestandes durch die Denkmalpflege unter Beteiligung von Architekten, Tragwerksplanern und Holzschutz-Gutachtern.
- d) Bestimmung des Schadenserregers und des Befallsausmaßes (Diagnose) als Grundlage für das Sanierungskonzept.
- e) Ermittlung der Befallsursache(n) als Grundlage für das Sanierungskonzept, ggf. mit der Planung von Verbesserungen für den baulichen Holzschutz.
- f) Was ist für den vorbeugenden Brandschutz zu tun?
- g) Welche denkmalpflegerischen Auflagen gibt es?
- h) Festlegung, was erhalten werden soll, was erhalten werden kann und welche Maßnahmen nötig sind.

Aus diesen Schritten ergibt sich ein Sanierungskonzept, in dem die Sanierung der Fäule Schäden *ein* Teil ist, der im Folgenden beschrieben wird.

6.2 Diagnose-Schlussfolgerungen

Eine weitere Gliederungsmöglichkeit für Fäulepilze richtet sich nach einer Schädlichkeits-Gewichtung in der Sanierung. Hier können grob drei Gruppen unterschieden werden, die unterschiedlich saniert werden sollten.

Ein Praxis-Beispiel: Wird ein alter Braunfäuleschaden von einem Weißfäule aktuell überwachsen. Ist es Sinnvoll, die Sanierung in den meisten Fällen nach dem Weißfäule-Erreger zu richten. Probleme sind aber zu erwarten, wenn die Holzfeuchte nicht gesenkt werden kann. Dann kann es bei einem zu knappen Rückschnitt zu einem weiter wachsenden Pilz-Schaden kommen (Abb. 8). Dieser geht von Pilzfäden (Substrathyphen) im Holz aus, die unsichtbar tief in den Hohlräumen des Holzes wachsen (Abb. 9). Hierbei stellt sich die Frage, was sich am Fachwerk geändert hat, dass es nach langer Nutzung zu einem Schaden kam; oder liegen Verschleißteile vor? Einfache Defekte an Leitungen sind zu beheben und das alte Feuchtegleichgewicht wird sich, ggf. nach technischer Trocknung wieder einstellen. Ist aber der umliegende Boden hochgewachsen, der Grundwasserstand hat sich geändert oder es wurde eine Innendämmung eingebaut, liegt der Schadfall komplizierter. Die neuen Feuchtequellen müssen gefunden und abgestellt werden, soll der Befall eingedämmt werden. Notfalls wird auf Holz in Teilbereichen verzichtet (Abb. 2 und Abb. 3) oder eine Verschalung hilft eine ggf. geänderte Schlagregen-Situation aufzufangen (Abb. 52). Bei einer verunglückten Innendämmung ist diese zu entfernen (Abb. 20), der Fäulepilz zu beseitigen und, falls eine Innendämmung unumgänglich ist, ein Spezialist hinzuzuziehen, um einen realistischen Wasseranfall zu berechnen (LAMERS et al, 2000; KRUS/FITZ, 2008).

Folgende drei Fälle sollten unterschieden werden:

- 1) Der Befallsbereich ist nachweislich ganzjährig trocken. (Es lag ein behobener Gebäudeschaden vor wie ein defektes Dach, Leitungswasserschaden etc.) Die Fäuleschäden sind auf durch den Defekt begrenzte Bereiche begrenzt. Die Sanierung kann sich auf die geschädigten Hölzer beschränken, wenn keine Feuchtenester gefunden werden können.
 - 1a) Es liegt ein Befall mit Echtem Hausschwamm vor. Nach DIN 68800-4 wird nicht zwischen lebendem und totem Befall unterschieden; dies sollte bei kulturhistorisch wertvollen Gebäuden jedoch getan werden. Hier ist der Gutachter gefordert um den Eingriff auf ein Minimum zu beschränken
 - 1b) Es liegt ein Befall mit anderen Fäulepilzen vor. Nach DIN 68800-4 kann die Sanierung auf den Fäuleschaden begrenzt werden.
- 2) Der Befallsbereich ist nass. (Es liegt ein Schaden am Sichtfachwerk vor, dessen Ursache auf Niederschlägen beruht; die Schlagregenbeanspruchung kann jedoch deutlich gesenkt werden.)
 - 2a) Es liegt ein Befall mit Echtem Hausschwamm vor. Die Überschätzung der Fähigkeiten des Echten Hausschwammes (siehe oben) führen zuweilen zu sehr weitreichenden Sanierungen. Daher ist das WTA-Merkblatt 1-2-05-D zur Hausschwamm-Sanierung die richtige Sanierungsgrundlage.
 - 2b) Es liegt ein Befall mit Ausgebreitetem Hausporling, Kellerschwamm, Weißem Porenschwamm oder Wildem Hausschwamm vor. Eine möglichst schnelle Trocknung bringt die Fäule-Ausbreitung zum Erliegen. Kann eine Holzfeuchte unter 20 % über Jahre hinweg gewährleistet werden, reicht ein Rückschnitt des befallenen Holzes. Die Gewährleistung des niedrigen Holzfeuchte-Wertes sollte durch Messungen an der Sichtfassade untermauert werden. Es sollte die Möglichkeit geschaffen werden die Holzfeuchte auch im Inneren der Fassade zu messen, um rechtzeitig auf neue Schädigen reagieren zu können.
 - 2c) Es liegt ein Befall mit Blättlingen, Gallertränen, Schichtpilzen, Stachelsporlingen und/oder Moderfäulepilzen vor, aber kein Pilz aus 2a-b. Eine Trocknung und die Ausbesserungen von Fäuleschäden sind bei kleineren Fäuleschäden ausreichend. Oft werden Verschleißteile von diesen Pilzen befallen.
 - 2d) Es liegt ein Befall mit Tintlingen oder Becherlingen vor, aber kein Pilz aus 2a–c. Eine Trocknung ist ausreichend, wenn keine Fäuleschäden vorliegen. Vorsicht ist angeraten, da Tintlinge oder Becherlinge oft verdeckte Fäulepilze anzeigen (Indikatorpilze).
- 3) Der Befallsbereich ist nass. (Es liegt ein Schaden am Sichtfachwerk vor, dessen Ursache auf Niederschlägen beruht, und es ist nicht möglich die Feuchtelast oder die Rücktrocknungskapazität zu verbessern.)

Unabhängig von der Art des Schadens sollte ein erfahrener Sachverständiger für Holzschutz bemüht werden, der ggf. einen Sanierungsplan erstellen kann.

Die Sanierung aufgrund von Fäuleschäden umfasst im Allgemeinen folgende Schritte (Aufzählung ist nicht erschöpfend!) und ist von einem qualifizierten Fachbetrieb auszuführen. Der ausführende Betrieb hat über Fachkenntnis, entsprechende Ausrüstung und Erfahrungen mit Holzschutzmaßnahmen und dem Fachwerkbau zu verfügen.

Da erhöhte Holzfeuchte immer die Ursache für das Wachstum von Hausfäulepilzen und die Zerstörung des Bauholzes ist, zielt eine Sanierung i. d. R. auf die dauerhafte Beseitigung / nötige Verringerung der Holzfeuchte ab (ANONYMUS, 1789). Die Trennung ggf. vorhandener Stränge (Hausfäulepilz) von Wasserquellen ist daher ein Ziel der Sanierung. Kann die Holzfeuchte z. B. auf aufgrund einer besonderen Lage nicht verringert werden, sollte über einen Fassadenschutz nachgedacht werde. Vielleicht gab es in der Geschichte des Hauses schon einmal einen Fassaden-Schutz, z. B. durch Schindeln, oder eben nicht (Abb. 52). Hier kann in der Bauhistorie geforscht werden.

1. Dauerhafte Beseitigung der Feuchtigkeitsquellen ist – soweit möglich – nötig. Sichtfassaden müssen ggf. mit Schlagregen fertig werden, aber einige Verbesserungen sind möglich.
2. Reinigen und Vorbereiten der Baustelle.
3. Ausbau der wieder verwendbaren Holz-Bauteile.
4. Entfernen von dampfdichten Holzersatzmassen an bewittertem Fachwerk und Prüfung des unterliegenden Holzes auf Schäden/Fäulen.
5. Ggf. Reinigung des Mauerwerkes/der Gefache, wenn Mycelien/Stränge nur oberflächlich wachsen.
6. Entfernung der Mycelien, Stränge und des befallenen Holzes; die Schnittflächen sind sorgfältig auf Befall zu prüfen – chemisch geschütztes Altholz muss nach dem geltenden Abfallschlüssel fachgerecht entsorgt werden. Ein unzureichender Gesundheitschnitt bei Befall mit Hausfäulepilzen an Fassaden mit starker Schlagregen-Bearspruchung muss vermieden werden, da sonst Wiederbefall droht.
7. Ausbau der stark von Mycelien und Strängen durchwachsender Gefache, Schüttungen und Felder (eine Reduzierung des Sicherheitsabstandes bei Wanddurchwachungen sind nur nach Maßgabe eines erfahrenen Sachverständigen für Holzschutz möglich).
8. Ggf. Abflämmen des Mauerwerkes der Gefache (wenn im Fachwerk möglich).
9. Ggf. chemische Behandlung des Mauerwerkes – Schwammbekämpfung nach Maßgabe und Festlegung des Sicherheitsbereichs durch einen erfahrenen Sachverständigen für Holzschutz (Sicherheitsbereiche vgl. DIN 68800-4; Hinweis: Schwammsperrmittel sind bisher nur für Echten Hausschwamm zugelassen).
10. Behandlung der nicht befallenen Balkenteile im Gefährdungsbereich mit Holzschutzmittel (nur das Abbeilen bei Befall mit Hausfäulepilzen wird bei Fachwerk-Fassaden ohne eine Verbesserung des baulichen Holzschutzes nicht empfohlen! Alternativ können dauerhaftere Holzarten gewählt werden – immer splintholzfrei!) – Holzschutzmittel müssen für den Einsatzzweck ein(e) Zulassung/Prüfzertifikat aufweisen (DIBt/BAuA). **Hinweis:** Maßnahmen des baulichen Holzschutzes haben Vorrang vor dem chemischen Holzschutzes (vgl. DIN 68800-1:2011).
11. Trocknung des Mauerwerkes (und anderer Bauteile), bevor der weitere Aus-/Aufbau erfolgt – soweit im Fachwerkbau möglich/nötig.
12. Einbau neuen, trockenen Holzes (Holzfeuchte entsprechend der zu erwartenden Feuchte, jedoch immer unter 20%); das Holz muss frei von Splintholz sein, wenn es der Witterung ausgesetzt wird oder als Schwelle dient (Abb. 53). Dabei sind stumpfe Holzverbindungen zu vermeiden. Regelwerke, die in diesem Bereich Splintholz zu lassen, sollten – in diesem Punkt – nicht berücksichtigt werden!
13. Planung und kontrollierte Ausführung der Balkenaufleger; Verbindungen, Fensteranschlüsse und des Wandaufbaus.

14. Verbindungsmittel im Fachwerk sollten aus traditionellen Holznägeln hergestellt werden; Metallverbindungen sollten vermieden werden – in wechselfeuchter Umgebung kann es zur Mazeration an der Kontaktfläche zwischen Metall und Holz kommen.
15. Übergabe der Protokolle an den/die Eigentümer.
16. Ggf. Abnahme durch einen Sachverständigen.
17. Pflicht des Eigentümers: Sorge tragen, dass das Gebäude dauerhaft trocken bleibt bzw. stets schnell abtrocknen kann – Vermeidung von Feuchte-Nestern.

Die Sicherheitsabstände bei Befall mit Echtem Hausschwamm oder anderen Hausfäulepilzen sollten von einem Sachverständigen für Holzschutz festgelegt werden, da aufgrund der Fachwerkbesonderheiten andere als die in der Norm DIN 688000-4 geforderten Abstände (mehr oder weniger) sinnvoll sein können. Hier spiegeln die schon oben erwähnten elf WTA-Merkblätter (1996-2004) die anerkannten Regeln der Technik (aRdT) besser wider.



Abb. 53: Kiefernholz-Querschnitt. Fachwerkstiel mit intaktem Kernholz; Splintholz braunfäul und bereichsweise final zerstört; Balken herzogefügt und rissfrei.



Abb. 54: Eiche: Balken aus nicht herzogefügtem Holz mit tiefem, breitem Riss bis ins Mark (Trocknung zu stark).

7 Vermeidung von Fäuleschäden durch baulichen Holzschutz im Fachwerkbau

In Tab. 2 sind Ursachen für Fachwerkschäden erfasst (GERNER, 1998). Viele Schäden lassen eine Missachtung von Pflege und bauphysikalischen Regeln erkennen. Folgendes muss stets bedacht werden: Das Quellen und Schwinden des Holzes verursacht oft Risse und Setzungserscheinungen im Gefüge (Abb. 56). Hieraus ergibt sich oft eine erhöhte Holzfeuchte, insbesondere an Fassaden mit starker Niederschlagsbelastung. Nach Schadensorten gegliedert gibt die Tab. 3 einen Überblick über die Gefährdung von Fachwerks-Bauteilen. In Abb. 58 sind die Ursachen von Fachwerkschäden zudem in Bildern zusammengefasst.

Ursache	Anzahl
flächige Spachtelmassen	16
zu dichter Anstrich	19
falsche Dämmung/Kondensat-Ausfall	9
Eindringen von Schlagregen, Anschluss zwischen Holz und Gefach	9
Putzabplatzungen	9
chemischer Holzersatz	4
Verschiedenes	3

Tab. 2: Ursache von Fachwerkschäden, aus GERNER (1998); Basis: 40 Schadensfälle.



Abb. 55: Abtrocknung mit Tropfnasen (↑).

Verkürzt ist die Ursache einer Holzerstörung durch Hausfäulepilze in Fachwerk immer eine zu hohe Holzfeuchte. Und die Lösung ist fast immer in der Reduzierung der Holzfeuchte zu suchen, denn trockenes Holz (unter 20 %) kann durch Fäulepilze nicht abgebaut werden. Legt man einen fünf Prozentpunkte großen Sicherheitszuschlag zu, ergeben sich 15 % Holzfeuchte. Problematisch kann es sein, die Feuchtequelle zu finden. Folgende Maßnahmen sind als Paket oft hilfreich um die Holzfeuchte zu senken bzw. die Langlebigkeit eines Fachwerkgebäudes zu erhöhen (zusammengestellt aus WILLEITNER, 1981; GÖCKEL, 1996; ERLER, 2002; LEIß, 2002; SCHMITT, 2005; GANßMANTEL, 2007; ARNOLD, 2015).

1. Eine dem Einsatzzweck genügende natürlich dauerhafte Holzart, siehe hierzu DIN EN 350-2 (1994).
2. Vermeidung von Splintholz; dessen Anteil an bewitterten Bauteilen sollte bei 0 % liegen; Splintholz bedarf der Überdachung (GK 1; siehe Abb. 53).
3. Horizontale Flächen müssen eine ausreichende Neigung haben ($> 3^\circ$), die Wasser vom Gebäude fortführt.
4. Holz ist vor Spritzwasser sicher, wenn es 30 cm über dem Gelände liegt (Abb. 38); bzw. 15 cm, wenn z. B. ein Kiesstreifen oder ein Drainage-Streifen/-Schacht vorliegt.
5. Durch „Dachüberstände“ (Leisten, Abdeckungen) kann die Situation verbessert werden (Abb. 1, Abb. 49 und Abb. 50).

6. Belüftung von Bauteilen verbessert die Abtrocknung von eingedrungenem Wasser.
7. Bauteile, an denen Wasser herabrinnt, sind mit Tropfnasen zu versehen, ggf. auch umlaufend (Abb. 56).
8. Bewitterte Oberseiten von Holzkonstruktionen sind abzudecken oder zweckmäßig zu konstruieren (Abb. 49).
9. Abdeckungen benötigen ausreichende Mindest-Überstände, damit Regen abtropfen kann und nicht kapillar vom Holz aufgesogen wird (Abb. 50).
10. Wassersäcke/-nester sind vermeidbar, wenn Konstruktionen oben geschlossen sind und unten offen; geschlossene Details müssen vermieden werden (Abb. 56 und Abb. 57). Holzersatzmassen-, Bauschaum- und Silikoneinsätze führen oft zu Wassersäcken/-nestern.
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. 8).
13. Vermeidung von erdberührenden Bauteilen/erdähnlichen Bedingungen, wenn eine lange Lebensdauer der Konstruktion gewünscht wird (Abb. 38).
14. Nach Möglichkeit sollte herzetrenntes Holz verwendet werden, um das Reißen des Holzes zu vermindern (vgl. Abb. 53 mit Abb. 54).
15. Abdeckung des Holzes vor dem Einbau und Trockenheit während der Lagerung.
16. Die Einbau-Holzfeuchte muss der Gebrauchsfeuchte entsprechen, um das Quellen bzw. Schinden in Grenzen zu halten.

Bauteil-Art und -Lage	Pilze ¹	Insekten	GK
Schwellen, Ständer im Erdkontakt	sehr stark	schwach	4
Hölzer in der Spritzwasserzone	sehr stark	mittel	3.2-4
Schwellen, ungeschützt auf dem Mauerwerk aufliegend	stark	mittel	3.2-4
Böden im Erdgeschoss (bei aufsteigender Feuchte oder Bodenfeuchte)	mittel/ stark	mittel	2-3.2
bewitterte Hölzer außen (Fenster, Verschalungen, Riegel etc.); überdacht	schwach/ mittel	mittel	3.1
Böden im Erdgeschoss (ohne aufsteigende Feuchte, aber mit Tauwasserausfall)	schwach	mittel	2
Holz im Bereich von Bädern etc. (mit durchdachtem baulichem Holzschutz)	ggf. stark ²	schwach	1-2 ²
Dachkonstruktionen (innen, trocken)	nicht	stark	0-1
Holz im Innenbereich (ungeheizt)	nicht	stark	0-1
Holz im Innenbereich (zentralgeheizt)	nicht	schwach	0

1) Die Gefährdungs-Einschätzung ist abhängig von der Güte des baulichen Holzschutzes und vom Grad der Bewitterung.
GK = Gebrauchsklasse nach DIN 688000-1 (2011).

2) Eigentlich gilt diese Bewertung nur für Schwallwasser-Belastungsbereiche, denn häusliche Bäder/Küchen etc. sind wie andere Innenräume in Wohnungen zu werten. Die Erfahrung zeigt aber, dass es hier oft zu Wassereintritt und dann zu Fäuleschäden kommt.

Tab. 3: Schadensorte und Gefährdungsgrad durch Fäulepilze und holzerstörende Insekten im Fachwerkbau.



Abb. 56: Stiel mit Übergang zu einer Beton-Schwelle. Dem Quellen und Schwinden des Holzes kann die Dichtmasse nicht folgen und ist gerissen, dadurch dringt vermehrt Wasser ein, das kaum mehr entweichen kann.



Abb. 57: Ritzen und Spalten wurden mit Bauschaum gefüllt, eingedrungenes Wasser kann nur schwer entweichen.

8 Zusammenfassung

Zum Verständnis von Fachwerkschäden und Ihrer Sanierung wurde eine Differenzierung zwischen Hausfäule- und anderen Fäulepilzen gegeben, die Einfluss auf die Sanierung haben kann. Wichtige Eigenschaften der Hausfäulepilze wurden aufgezeigt. Zudem wurde die schonende Sanierung von Fachwerkgebäuden bei Befall mit Hausfäulepilzen und deren Grenzen beschrieben. Am Ende wurden ausgesuchte Möglichkeiten des baulichen Holzschutzes gezeigt.

9 Danksagung

Für spannendes Material danke ich Wolfgang Böttcher (Sachverständiger, Cölpin), Ulrich Ellenberg (Sachverständiger, Wernigerode), Dr. Klaus Geith (Sachverständiger, Gaimersheim), Björn Kleinlogel (Sachverständiger, Darmstadt), Nico Layher (Sachverständiger, Backnang), Hans-Joachim Rüpke (Sachverständiger, Hannover), Klaus Renhak (Sachverständiger, Benshausen), Martin Ruß (Sachverständiger, Raddevornwald), Ewald Sahn (Zimmermeister, Burbach), Dr. Bernd Wischer (Sachverständiger, Warmsroth) und vielen anderen. Für viele Anregungen danke ich besonders Dr. Uwe Noldt (Sachverständiger, Insektenkenner, Lauenburg), Ulrich Arnold (Sachverständiger, Castrop-Rauxel) und Herrn Dr. Mathias Rehbein (Sachverständiger, Hamburg) und meiner Frau Sylvia Huckfeldt für die Hilfe bei der Textarbeit.



Abb. 58: Typische Schadensschwerpunkte im Sichtfachwerkbau:

1. bewachsene Anschlüsse;
2. schadhafte Gauben und Kehlanschlüsse;
3. Defekte an Organg und Windborde/Windbrett;
4. schadhafte Kamineinfassung;
5. defekte Regenrinnen/-rohr (insbesondere bei innenliegenden Rinnen);
6. ungeeignete Materialien und Beschichtungen;
7. fehlende Putzunterhaltung und -auswahl;
8. mangelhafte Fensteranschlüsse und gestörte Aussteifung wegen nachträglichen Festereinbaus;
9. flächige Anwendung von Bauschaum;
10. feuchteteknisch nicht funktionsfähige Innendämmung;
11. faulende Schwelle/Eckständer;
12. ausgefaulte Zapfenlöcher (meist auf der Wetterseite);
13. falscher Anschluss zwischen Sockel und Schwelle;
14. unzureichende Reparatur mit Pilz-/Fäule-Resten, die zu neuem Befall führen;

verändert/ergänzt nach WETZEL et al. (1996).

Quellen/Literatur

- ANONYMUS (N.) (1789) Von Verhütung und Vertilgung des laufenden Schwammes in dem Holzwerke der Gebäude. In: G. Huth (Hrsg.): Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst, Weimar Bd. 1, S. 29–40.
- ARNOLD, U. (2015) Baulicher Holzschutz. Rudolf Müller Verlag, Köln, S. 238.
- BECH-ANDERSEN, J. (2004) Hussvampe og Husbukke. Hussvamp Laboratoriet ApS, Holte, Dänemark, 231 S.
- BRAVERY, A. F.; BERRY, R. W.; CAREY, J. K.; COOPER, D. E. (2003) Recognising wood rot and insect damage in buildings. BRE Bookshop, Garston Watford, 126 S.
- BUCHWALD, G. (1986) On *Donkioporia expansa* (Desm.) Kotl. & Pouzar. Stockholm: Intern. Res. Group Wood Pre., Doc. No. IRG/WP 1285, 9 S.
- BULLER, A. H. R. (1924) *Psathyrella disseminata* [*Coprinus disseminatus*]. Researches on fungi. Vol. III. Longmans Green & Co. New-York, 611 S.
- CARTWRIGHT, K. S. G.; FINDLAY, W. P. K. (1958) Decay of timber and its prevention. 2. Auf., His Majesty's Stationery Office, London, 332 S.
- DIN 68800-1 (2011) Holzschutz im Hochbau – Teil 1: Allgemeines. Beuth, Berlin.
- DIN 68800-4 (2012) Holzschutz, Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen holzerstörende Pilze und Insekten, Beuth, Berlin.
- DIN EN 350-2 (1994; wird überarbeitet) Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz. Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa. Deutsche Fassung EN 350-2, 1994, Beuth, Berlin, 26 S.
- ERLER, K. (2002) Holz im Außenbereich, Anwendungen – Holzschutz – Schadensvermeidungen. Birkhäuser, Basel, Berlin, 194 S.
- ESLYN, W. E.; Nakasone, K. K. (1984) Fifteen little-known wood-products-inhabiting hymenomycetes. Mat. Org. 19, S. 201–240.
- FISHER, R. C. (1940) Studies of the biology of the death-watch beetle, *Xestobium rufovillosum* de G. Ill. Ann. appl. Biol. 27, S. S. 545–557.
- GÄNSMANTEL, J. (2007) Holzschutz gleich Feuchteschutz – Aktuelles Know-how zur Fachwerk-sanierung nach WTA. In: Europäischer Sanierungskalender 2007, Venzmer, H. (Hrsg.), Beuth Verlag GmbH, Berlin, S. 269–280.
- GERNER, M. (1998) Schäden an Fachwerkfassaden. Fraunhofer IRB, Stuttgart, 183 S.
- GOCKEL, H. (1996) Konstruktiver Holzschutz (Bauen mit Holz ohne Chemie). Beuth & Werner, Düsseldorf, 87 S.
- HARZ, C. O. (1888) Bergwerkspilze. Botanisches Centralblatt 36 (13), S. 375–380.
- HUCKFELDT, T. (2003) Ökologie und Cytologie des Echten Hausschwammes (*Serpula lacrymans*) und anderer Hausfäulepilze. Dissertation Fachbereich Biol. Uni. Hamburg; Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt Forst- und Holzwirtschaft Hamburg 213, 152 S.
- HUCKFELDT, T. (2006a) Der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioporia expansa*) – ein Pilz mit besonderen Fähigkeiten. Bautenschutz + Bausanierung 29 (1), S. 40–43.

HUCKFELDT, T. (2006b) Typische Schäden an Fachwerk. WTA-Journal, Internationales Journal für Technologie und Praxis der Bauwerkserhaltung und Denkmalspflege 3/06, S. 347–367.

HUCKFELDT, T.; SCHMIDT, O. (2015) Hausfäule- und Bauholzpilze. 2. Auflage, Rudolf Müller Verlag, Köln, 610 S.

JAHN, H. (1966/67) Die resupinaten *Phellinus*-Arten in Mitteleuropa mit Hinweisen auf die resupinaten *Inonotus*-Arten und *Poria expansa* (Desm.) [= *Polyporus megaloporus* Pers.]. Westfälische Pilzbriefe 6 (3-6), S. 37–109.

JENNINGS, D. H.; BRAVERY, A. F. (Hrsg.) (1991) *Serpula lacrymans*: Fundamental biology and control strategies. John Wiley & Sons Editorial Offices, Chichester, 231 S.

KLEIST, G.; SEEHANN, G. (1999) Der Eichenporling, *Donkioporia expansa*. Z. Mykologie 65, S. 23–32.

KRUS, M.; FITZ, C. (2008) Sichtfachwerk mit innenliegender Dämmung. Neuartiges Messverfahren zur Ermittlung der Fugendichtheit und rechnerische Beurteilung des Konvektionseinflusses. In: Ansorge, D.; Geburtig, G. (Hrsg.) Historische Holzbauwerke und Fachwerk. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, S. 129–148.

LAMERS, R.; ROSENZWEIG, D., ABEL, R. (2000) Bewährung innen wärmegedämmter Fachwerkbauten – Problemstellung und daraus abgeleitete Konstruktionsempfehlungen. Bauforschung für die Praxis 54, IRB-Verlag, Stuttgart, ca. 101 S.

LEIß, B. (2002) Holzbauteile richtig geschützt. Langlebige Holzbauteile durch konstruktiven Holzschutz. DRW, Leinfelden-Echterdingen, 221 S.

LOHWAG, K. (1952) Der Hausschwamm *Gyrophana lacrymans* (Wulf.) Pat. und seine Begleiter. Sydowia Ser. II, 6 (1/4), S. 268–283.

MEZ, C. (1908) Der Hausschwamm und die übrigen holzerstörenden Pilze der menschlichen Wohnungen. R. Lincke, Dresden, 260 S.

MOORE, C. P.; FULLER, H. T. (2001) Recent studies on the oak polypore *Donkioporia expansa* (Desm.) Kotl. & Pouz. In: Ridout, B. Timber. English Heritage Research Transactions 4; S. 57–78.

ITTER, G. (1983) Neufund von *Donkioporia expansa*. Boletus 7 (1), S. 3–4.

ITTER, G. (1985) *Donkioporia expansa* – übersehen oder in Ausbreitung begriffen? Mykologisches Mitteilungsblatt 28 (1), S. 65–66.

SCHMITT, H. (2005) Konstruktionsdetails für Bauteile ohne Erdkontakt. In: Müller, J. (Hrsg.) Holzschutz im Hochbau. IRB, Stuttgart, S. 169–187.

SCHMIDT, O. (2006) Wood and tree fungi. Biology, damage, protection, and use. Springer, Berlin, Heidelberg, 334 S.

SCHMIDT, O.; GRIMM, K.; MORETH, U. (2002) Molecular identity of species and isolates of the Coniophora cellar fungi. Holzforschung 57, S. 563–571.

WETZEL, J. (1996) Historische Holzfachwerkbauten. Erhalt und Sanierung, Band 1. Expert-Verlag, Renningen-Malmsheim, 151 S.

WILLEITNER, H. (1981) Grundprinzipien des baulichen Holzschutzes. In: WILLEITNER, H.; Schwab, E. (Hrsg.) Holz. Verlagsanstalt A. Koch GmbH, Stuttgart, S. 101–109.

WTA-Merkblatt 2005-D [wird überarbeitet] „Echter Hausschwamm“. Bearbeiter: Grosser, D.; Flohr, E.; Eichhorn, M. Wissenschaftlich-Technischer Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V., Referat Holzschutz, 32 S.

WTA-Merkblätter (1996–2004) Fachwerkinstandsetzung nach WTA I-X, XII. Wissenschaftlich-Technischer Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V., Referat Fachwerk.



Huckfeldt, Tobias

Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Mykologe

1998–1999: Diplomarbeit am Institut für Allgemeine Botanik, Abteilung Zellbiologie in Zusammenarbeit mit dem Ordinariat für Holzbiologie der Universität Hamburg: „Vitalitätsansprache holzerstörender Gebäudepilze unter besonderer Berücksichtigung des Echten Hausschwammes (*Serpula lacrymans* (Wulf.: Fr.) Schroeter)“; Betreuer: PD Dr. H. Quader, Dr. G. Kleist

2000: Doktorarbeitsbeginn: Institut für Allgemeine Botanik, Abteilung Zellbiologie in Zusammenarbeit mit dem Ordinariat (jetzt TI) für Holzbiologie der Universität Hamburg; Förderung: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

„Ökologie und Cytologie des Echten Hausschwammes (*Serpula lacrymans*) und anderer Hausfäulepilze“, Betreuer: PD Dr. H. Quader und Prof. Dr. O. Schmidt

2003 Disputation am 06.06.2003 und Abschluss der Promotion

seit 2003: Sachverständiger mit Gebiet der Fäulepilz und Hausfäulepilze – auch als Sonder-Gutachter ohne Bestellung bei Gericht

seit 2012: Sachverständiger und Gesellschafter am Institut für Holzqualität und Holzschäden - Dr. Rehbein und Dr. Huckfeldt (IF-Holz)

Publikationsschlaglichter von rund 70 Arbeiten zu Fäulepilzen

2005: Erstes Fachbuch: Hausfäule- und Bauholzpilze. Huckfeldt / Schmidt

2009: Erstes Fachbuch als Hrsg.: Holzfenster. Huckfeldt/Wenk.

2012: Fachbuch als Hrsg.: Holzfenster und -türen Band II. Arnold/Huckfeldt/Wenk

2012: Fachbuch als Hrsg.: Holzspielplätze. Huckfeldt/Rehbein

2013: Mitarbeit im WTA unter Lutz PARISEK (AGL) an Sonderverfahren im Holzschutz

2015: Fachbuch: Hausfäule- und Bauholzpilze. 2. Auflage Huckfeldt / Schmidt

2016: Zweite Mitarbeit am Handbuch zur Sachkundeausbildung Holzschutz am Bau des Ausbildungsbeirat bekämpfender Holzschutz am Bau, Köln, 6. Auflage

DIN

Schäden an Sichtflächen

Bauschäden sind vermeidbar

Das Buch unterstützt beim Erkennen von Schäden und hilft bei der Analyse, Diagnose und Auswahl von geeigneten Maßnahmen zu ihrer Beseitigung. Viele exakte Beschreibungen von Bauschäden und Baumängeln sowie zahlreiche Abbildungen und Illustrationen veranschaulichen die Fakten.

von Kurt Schönburg
4., überarbeitete und erweiterte Auflage 2016.
376 Seiten. Gebunden.
68,00 EUR | ISBN 978-3-410-25974-9
(Auch als E-Book und E-Kombi erhältlich).

Neuaufgabe



Bestellen Sie unter:

www.beuth.de

kundenservice@beuth.de

Beuth Verlag GmbH | Am DIN-Platz | Burggrafenstraße 6 | 10787 Berlin

Beuth

Schadensbegutachtung an Holzkonstruktionen

Florian Tscherne

1 Einleitung

Jeder Gutachter und Sachverständige eignet sich im Laufe seiner Tätigkeit verschiedene Methoden der Schadensbegutachtung an, entsprechend der Vorliebe bzw. der Schwerpunkte bzgl. der Untersuchungsgegenstände. So gibt es Sachverständige, die eher Insektenschäden an Holzgegenständen, z. B. in Museen und Kirchen, begutachten, andere sind auf Pilzschäden spezialisiert. Dementsprechend sind die Sachverständigen mit einem auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittenem Instrumentarium ausgerüstet. In diesem Beitrag sollen die Erfahrungen des Autors mit unterschiedlichen Methoden der Schadensanalyse an Holzkonstruktionen wiedergegeben werden. Besonders soll dabei auf die nicht so weit verbreitete Analysemethode der Bohrwiderstandsmessung mittels Resi eingegangen werden, sowie in einem weiteren Schwerpunkt auf Erfahrungen mit Monitoringmaßnahmen bei Befall durch holzerstörende Organismen. In diesem Vortrag geht es, wie der Titel schon sagt, um die Schadensanalyse an Holzkonstruktionen, nicht um Befall durch holzerstörende Organismen in Möbeln, Kircheninventar etc. Entgegen der ursprünglichen Vortragsankündigung wurde auf Ausführungen zu Bekämpfungsmaßnahmen verzichtet, da dies den Rahmen dieses Vortrages sprengen würde.

2 Methoden

Aufnehmen mit allen Sinnen

Der erste Eindruck ist oft ausschlaggebend. Dies gilt (leider) oft bei der ersten Beurteilung unseres Gegenübers, nach meiner Erfahrung aber auch beim ersten Kontakt mit dem Untersuchungsgegenstand (Dachstuhl, Holzdecke, ...). Der erfahrene Gutachter hat ein Repertoire an bereits Gesehenem, Gespürtem, Gerochenem, sodass er oft schon aus dem „Gefühl“ heraus ein erstes Urteil (für sich!) abgeben kann. So geht es mir oft, wenn ich das erste Mal auf einen Dachboden (Speicher) komme, ich habe da ein erstes Gefühl, ob mich hier viele Schäden, Pilzschäden/Insektenschäden, erwarten. Bestimmend dafür sind die Erfahrung und die Sinne.

Bei Pilzschäden ist der *Geruchssinn* wesentlich. Frischer Pilzbefall kann gut nach Waldluft/Waldboden riechen, wie z. B. bei einem frischen Befall durch den Echten Hausschwamm oder den Porenschwamm. Es kann auch im Innenraum muffig riechen, wenn z. B. die Holzkonstruktion hinter einer Gipskartonverkleidung verborgene Fäulnissschäden aufweist. Ein muffiger/modriger Geruch kann aber auch von einem reinen Schimmelfall stammen, der allerdings wieder auf eine zu hohe Holzfeuchtigkeit und damit eine Gefahr eines potentiellen Befalls durch holzerstörende Pilze hinweisen kann. Ist dagegen ein Pilzbefall schon längere Zeit aufgrund zu geringer

Feuchtigkeit abgestorben, bekommt das (meist) braunfaule Holz wieder einen eigenen Geruch, der erst bei der Bearbeitung des schadhaften Holzes bemerkbar wird. Insekten Schäden sind nach meiner Erfahrung nicht wirklich geruchsmäßig detektierbar.

Ein Lebendbefall durch Larven des Hausbockkäfers kann oft akustisch wahrgenommen werden. Bei offenen Konstruktionen kann der befallene Konstruktionsteil meist mit Hilfe des *Gehörs* identifiziert werden. Bei verkleideten Konstruktionen ist es ebenso oft möglich, zumindest den Befallsbereich einzugrenzen. Bei Pilzschäden kommt das Gehör zum Tragen, wenn Konstruktionsteile Innenfäule aufweisen und beim Anbeilen ein deutlich dumpferer Ton erzeugt wird.

Der wichtigste Sinn des Gutachters ist natürlich der *Sehsinn*. Die Begutachtung vor Ort wird (zumindest in Österreich) auch als *Lokalaugenschein* bezeichnet. Mit den Augen kann der Gutachter vom Gesamteindruck bis hin zum Detail eines Schädlingsbefalles vieles erfassen. Allerdings ist die Beurteilung per Augenschein natürlich auch nur auf das beschränkt, was dem Blick zugänglich ist. Visuell kann vom erfahrenen Gutachter vor Ort oft die Schädlingsart bestimmt und gegebenenfalls die Feuchteursache eruiert werden, das Schadensausmaß ist damit meist nicht eindeutig bestimmbar. Eine rein visuelle Beurteilung ist daher in vielen Fällen unzureichend und muss durch andere Methoden ergänzt werden.

Anbeilen

Unter Anbeilen verstehe ich das Untersuchen eines Holzbauteils mit einem Schlag-, Stich- oder Bohr-Handwerkzeug. In der Gutachtenspraxis kommt es auf den zu untersuchenden Holzgegenstand an, welches Werkzeug angewendet wird. Dachstühle und Träme von Holzdecken können sehr gut mit Hilfe eines Spitzhammers auf Schäden durch holzerstörende Organismen untersucht werden. Insbesondere Fäulnis-schäden (incl. nicht zu tief liegender Innenfäule) können damit gut aufgefunden und deren Ausmaß bewertet werden. Aber auch bei Schäden durch Hausbockkäfer-Larven ist der Spitzhammer ein gutes Hilfsmittel. Neben dem Eindringwiderstand bzw. den leicht zu entfernenden geschädigten Bereichen ist es auch der Klang des Holzes beim Anbeilen, der Rückschlüsse auf dessen Gesundheitszustand und das Ausmaß der Schäden zulässt. Bei sensibleren Konstruktionsteilen, insbesondere bei denkmalgeschützten Objekten, wird man dagegen möglichst weniger invasiv vorgehen und sich weiterer Methoden (z. B. der Bohrwiderstandsmessung) bedienen.

Bei der Untersuchung relativ junger Dachstuhlteile auf Befall bzw. Schäden durch den Hausbockkäfer ist es vorteilhaft, mit einem spitzen Werkzeug, z. B. einem Stemmeisen, schräg über die zugänglichen Kanten der Konstruktionsteile zu kratzen. Da die Hausbocklarven in der Regel knapp unter der Holzoberfläche nagen, fährt man gegebenenfalls mit dem Werkzeug in die Gänge hinein und Bohrmehl rieselt heraus.

Bohrwiderstandsuntersuchung (einfache Methode)

Seit vielen Jahren werden von den Mitarbeitern der Holzforschung Austria Holzdeckenkonstruktionen mittels Bohrmaschine mit einem langen 10 mm-Schalungsbohrer untersucht. Mit einer einfachen aber sehr effektiven Konstruktion können die Bohrspäne (beim Bohren nach oben) aufgefangen werden. Anhand des subjektiv wahrgenommenen Bohrwiderstandes und des Geruchs und der Konsistenz der Bohrspäne wird dabei auf den Zustand des Holzbauteils geschlossen. Mittels Tiefenfühler kann das Ausmaß einer verdeckten Fäulnis abgeschätzt werden. Diese Methode wird vor allem angewandt, wenn die Zahl der zu untersuchenden Träme bzw. Doppelbäume sehr hoch ist, z. B. bei der Untersuchung der gesamten Deckenkonstruktionen eines Gebäudes, das renoviert werden soll. Kombiniert wird diese Methode bei uns, vor allem bei Tramdecken, mit der Bautechnischen Endoskopie (siehe unten). Aber natürlich können nicht nur Deckenbalken sondern auch andere Konstruktionsteile, wie Säulen oder Teile von Dachstühlen (v. a. Mauerbänke) durch Anbohren untersucht werden. Gegebenenfalls werden dafür auch Bohrer mit geringerem Durchmesser verwendet.



Abb. 1: Bohrwiderstandsuntersuchung einer Deckenkonstruktion

Vorteile:

- Es kann eine große Anzahl von Konstruktionsteilen in relativ überschaubarer Zeit untersucht werden.
- Es werden Bohrspäne gewonnen, die Rückschluss auf Schädlingsbefall zulassen (z. B. Kotpartikel von holzzerstörenden Insekten).
- Die untersuchte Stelle ist mit 10 mm Durchmesser deutlich größer als z. B. bei einer Untersuchung mittels Resi (siehe unten) und ist daher nicht so sensibel auf sehr kleine lokale Fehlstellen, wie z. B. Risse.
- Die Methode ist fast zerstörungsfrei, zumindest vertragen Deckenträme aus statischer Sicht problemlos diese Bohrungen. Damit können die Untersuchungen auch leicht in bewohnten Räumen durchgeführt werden. Die Lärm- und Schmutzbelas-

tung ist gering. Die Bohrungen können auch durch vorhandenen Deckenputz durchgeführt werden. Die Bohrlöcher werden im Anschluss in der Regel mit Spachtelmasse verschlossen.

Nachteile:

- Subjektive Beurteilung des Bohrwiderstandes, daher große Erfahrung notwendig
- Bei noch gering ausgeprägtem Masseverlust durch Fäulnis ist die Schädigung nicht leicht zu detektieren.
- Größeres Loch als bei einer Untersuchung mittels Resi, bei besonders erhaltenswerten Konstruktionsteilen evtl. nicht anwendbar.

Bohrwiderstandsmessung (mittels Resi)

Am Markt sind verschiedene Bohrwiderstandsmessgeräte erhältlich. Für die Untersuchung von Holzkonstruktionen haben sich vor allem die Geräte Resistograph® der Fa. Rinntech sowie die Resi-Geräte der Fa. IML bewährt. Die Holzforschung Austria verwendet seit längerer Zeit ein IML Resi PD300. Bei der IML-Resi-Messtechnik wird anhand des Bohrwiderstandes auf die Dichte des untersuchten Holzes geschlossen. Dafür wird eine dünne Bohrnadel mit einem Schaftdurchmesser von 1,5 mm und einer Bohrspitze mit einem Durchmesser von lediglich 3,0 mm mit gleichmäßigem Vorschub in das Holz gebohrt. Während des Bohrvorganges wird die Lastaufnahme der Antriebsmotoren in Abhängigkeit der Eindringtiefe gemessen. Der Energieaufwand wird als Maß für die Dichte des untersuchten Materials in einer Bohrkurve dargestellt. Je höher die Amplitude, desto größer war der Bohr- bzw. Vorschubwiderstand, umso dichter/härter war das Holz. Die Messung ist so genau, dass bei Nadelholz bei jedem Jahring deutlich der Dichteunterschied zwischen Früh- und Spätholz dargestellt wird. Im Zuge der Bauschadensanalyse sind jedoch vor allem Fehlstellen im Holzquerschnitt von Interesse, wie von außen nicht erkennbare Innenfäule oder größere Risse. So kann diese Methode, die ursprünglich für die Kontrolle von Bäumen hinsichtlich ihres Gesundheitszustandes entwickelt wurde, z. B. bei Holzsäulen, Holzmasten aber auch bei Bauholz mit eckigen Querschnitten angewendet werden.

Vorteile:

- minimal invasiver Eingriff in die Holzsubstanz,
- genaue Erstellung von Dichteprofilen,
- Aufzeichnung und Dokumentation der Untersuchungsergebnisse.

Nachteile:

- Aufgrund der Bohrergeometrie und -größe werden beim Anbohren keine Bohrspäne gewonnen.
- Die Resi-Messung stellt einer sehr kleine punktuelle Zustandserhebung dar, weshalb es oft sinnvoll ist, das Bauteil im Analysebereich mehrmals anzubohren.

Die Interpretation der Messergebnisse, resp. der Messkurve, braucht viel Erfahrung. Zum Beispiel könnten von außen nicht erkennbare Risse als Hohlstellen (Fäulnis) interpretiert werden. Weiters haben unter anderem folgende Faktoren großen Einfluss

auf die Messergebnisse: untersuchte Holzart, Jahrringlage, Abnutzungsgrad der Bohrspitze, Vorschubgeschwindigkeit und Bohrdrehzahl. Zu beachten ist, dass in der Bohrkurve keine tatsächlichen Dichtewerte dargestellt werden, eine direkte Umrechnung auf die Festigkeit des Holzes ist nicht möglich. Es gibt allerdings den Ansatz, vor dem Anbohren des zu untersuchenden Holzquerschnittes durch ein Material bekannter Dichte zu bohren, um dann „kalibrierte“ Dichtewerte aus der Bohrkurve auslesen zu können. Erste Versuche an der Holzforschung Austria mit homogenem Holz (z. B. Erle) scheinen vielversprechend, optimal wäre jedoch ein homogener Kunststoff definierter gleichbleibender Qualität mit holzähnlichem Bohrwiderstandsverhalten.



Abb. 2: Bohrwiderstandsmessung mittels Resi PD300 im Praxiseinsatz

Anhand eines Gutachtenfalls soll der Einsatz des Resi beschrieben werden: Bei einer 30 cm starken Vollholz-Außenwand, bestehend aus fünf 6 cm dicken Plattenelementen, wurde im Bereich einer Fensterbank vermehrt Ameisenflug beobachtet, am Fensterbrett sammelte sich Holzmaterial, das von den Ameisen offensichtlich aus der Konstruktion geworfen wurde. Eine Kontrolle der Holzfeuchtigkeit ergab Werte weit über der Fasersättigung (Anzeige bis zu 78 %). Rund um die betroffene Fensterecke wurde die Wand systematisch mit Hilfe des Resi untersucht. In Abb.3 ist die Bohrwiderstandskurve eines gesunden Bereichs zu sehen: Die Jahrringe (Unterschiede in der Dichte zw. Früh- und Spätholz) sind deutlich zu sehen, weiters sind anhand der unterschiedlichen Jahrringbreiten bzw. unterschiedlicher Dichten die einzelnen 6 cm dicken Wandelemente zu erkennen. In Abb. 4 ist die Bohrwiderstandskurve in einem von holzerstörenden Pilzen befallenen Bereich zu sehen: nach etwa 1,5 cm Bohrtiefe fällt der Bohrwiderstand rapide ab, bei 10 cm bzw. 12 cm Tiefe steigt der Bohrwiderstand kurz an, hier dürften Äste noch nicht geschädigt worden sein. Durch die Resi-Messungen konnte der Bereich, der geöffnet werden musste, gut eingegrenzt werden. Stichprobenweise wurden auch in einer Vielzahl von anderen Bereichen die Massivholzwände untersucht.

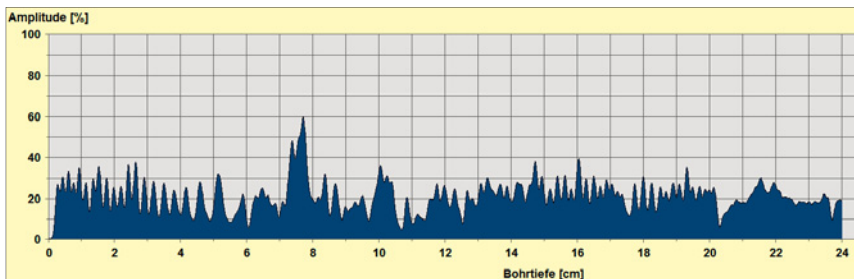


Abb. 3: Bohrwiderstandskurve durch eine Massivholzwand mit 6 cm dicken Elementen; keine Schäden

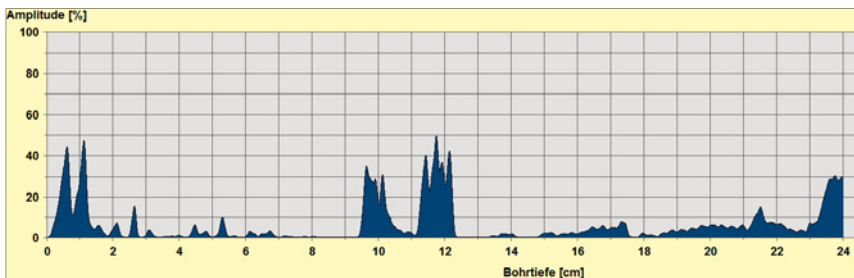


Abb. 4: Bohrwiderstandskurve durch eine Massivholzwand mit 6 cm dicken Elementen; massive Fäulnisschäden hinter einer intakten Außenschicht von etwa 1,5 cm

Bei beiden Bohrwiderstandsmessmethoden muss bei Vorhandensein einer verborgenen Fäulnis der Bauteil freigelegt werden, um die Pilzart bestimmen bzw. einen Befall durch einen Echten Hausschwamm ausschließen zu können.

Bautechnische Endoskopie

Für die Bautechnische Endoskopie stehen verschiedene Ausführungen von Bau-Endoskopen zur Verfügung. Starre oder flexible Endoskope, rein analog-optische oder auch mit Videokamera ausgestattete Endoskope. In den letzten Jahren kamen gerade letztere vermehrt auf den Markt, sie werden zum Teil sehr günstig auch in Baumärkten und von Handelsketten angeboten. Videoendoskope haben den Vorteil, dass die Untersuchungsergebnisse auch elektronisch abgespeichert und evtl. dem Auftraggeber präsentiert werden können. Nach unserer Erfahrung ist allerdings oft bei den günstigen Geräten die Bildqualität nicht sehr zufriedenstellend.

An der Holzforschung Austria werden seit Jahrzehnten starre Endoskope mit einem 90°-Blickwinkel verwendet, die für eine Vielzahl von Untersuchungen verwendet werden. Am häufigsten wird die Bautechnische Endoskopie bei der Untersuchung von Tramdecken in Kombination mit der Bohrwiderstandsmessung angewandt. Zum einen zum Auffinden der Träume, des weiteren jedoch auch um etwaige Schäden an den Seiten der Träume oder im Hohlraum zu erkennen und häufig auch um Informationen über den genauen Deckenaufbau zu gewinnen (Lage und Dimensionen der Träume, Achsabstände, Vorkommen und Lage von Stahlträgern, etc.).

Holzfeuchtemessung

Eines der wichtigsten Messgeräte des Sachverständigen bei Schäden durch holzerstörende Organismen ist das Holzfeuchtemessgerät, insbesondere bei Befall bzw. Schäden durch Pilze. Es dient der Feststellung, ob der betroffene Holzteil zum Zeitpunkt der Untersuchung noch von holzverfärbenden oder holzerstörenden Pilzen befallen werden kann bzw. ob ein bereits etablierter Pilz weiter wachsen kann.

Um einen Befall durch holzerstörende Pilze zu verhindern, sollte verbautes Holz auf Dauer eine Holzfeuchtigkeit von max. 20 % aufweisen. Nach ÖNORM B 3802 „Holzschutz im Bauwesen“ darf daher neu eingebautes Holz nur eine Holzfeuchtigkeit von max. 20 % aufweisen. Im Zuge einer Pilzschadenssanierung ist dafür zu sorgen, dass verbleibendes zu feuchtes Holz auf eine Holzfeuchtigkeit von max. 20 % herunter getrocknet wird.

Holzverfärbende Pilze, wie sie z. B. vor allem in der kalten Jahreszeit immer wieder im Zuge von Neubauten und bei Sanierungen an Dachschalungen auftreten, können sich nach meiner Erfahrung auf Holzbauteilen ab einer Oberflächenfeuchtigkeit von 23 % entwickeln. Um bei diesen Baustellen ungewünschte dunkle Verfärbungen an den Holzteilen durch diese Pilze zu vermeiden, sollte trockenes Holz eingebaut werden und eine Wiederbefeuchtung in der Bauphase verhindert werden.

In der Gutachtenspraxis haben sich über das übliche Maß hinausgehende lange isolierte Feuchteelektroden sehr bewährt. Damit ist es z. B. im Zuge von Deckendurchfeuchtungen möglich, auch weit im Inneren der durchfeuchteten Konstruktionsteile oder im schwer zugänglichen Auflagerbereich die Holzfeuchtigkeit zu kontrollieren. Gerade in der Begleitung von Trocknungsmaßnahmen sind diese langen Elektroden sehr hilfreich.

Schädlingsbestimmung

Die Bestimmung der Schädlingsart ist für die Auswahl der Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen unabdingbar. Die meisten Schadorganismen können von einem erfahrenen Gutachter meist direkt vor Ort anhand der arttypischen Erscheinungsmerkmale bestimmt werden. Im Zweifelsfall kann die genaue Art noch im Labor unter dem Mikroskop bestimmt werden. Die aufwändigste aber auch genaueste Artbestimmung bei Pilzen ist die molekularbiologische Bestimmung mittels PCR. Sie kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn Verdacht auf einen Befall durch einen Echten Hausschwamm vorliegt, jedoch zu wenig eindeutiges Myzel und keine Fruchtkörper vorhanden sind. In sehr vielen Fällen findet man bei augenscheinlich alten Pilzschäden nur noch braunfaules Holz, jedoch kein Pilzmyzel. Wenn es hier keine anderen Anzeichen eines Befalls durch einen Echten Hausschwamm gibt, kann in der Praxis meist davon ausgegangen werden, dass es sich um Schäden handelt, die durch einen Vertreter der Nassfäulepilze verursacht wurde.

Die Art eines Insektenbefalls kann anhand von aufgefundenen Exemplaren vom Gutachter vor Ort (z. B. Hausbockkäfer) oder im Zweifelsfall auch im Labor bestimmt werden. Sehr oft findet man jedoch nur die charakteristischen Ausfluglöcher, charakteristisches Bohrmehl (Kotpillen) oder auch ein charakteristisches Abbaubild (z. B.

Rüsselkäfer), von denen man auf die Schädlingsart schließen kann. In manchen Fällen ist eine eindeutige Artbestimmung jedoch nicht notwendig. So ist z. B. ein Befall durch Trotzkopfkäfer (*Hadrobregmus pertinax*) vor Ort nicht oder kaum von einem Befall durch Schwammholznagekäfer (*Priobium carpini*) zu unterscheiden, Käfer findet man bei beiden Arten an dem geschädigten Holzteil praktisch nie, auch wenn eine massive Schädigung vorliegt. Beide Käferarten haben jedoch gleiche Lebensansprüche (feuchtes, pilzgeschädigtes Holz) und sind auf die selbe Art zu „bekämpfen“, indem das pilzgeschädigte Holz und die Feuchtequelle entfernt werden.

3 Besonderheiten bei denkmalgeschützten Objekten

Bei der Schadensanalyse von denkmalgeschützten Objekten kommt es sehr auf die Erhaltungswürdigkeit der einzelnen zu untersuchenden Konstruktionsteile aber auch auf die Art der Schadorganismen an, welche Analysemethoden angewandt werden können. Je wertvoller der Konstruktionsteil, desto weniger invasiv darf die Analysemethode sein. Gerade bei pilzgeschädigten Bauteilen stellt die Bohrwiderstandsmethode mittels Resi eine zerstörungsarme Untersuchungsvariante dar. Das Ausmaß von Insektenschäden kann allerdings mit dieser Methode kaum eruiert werden. Oft bleibt gerade bei Schäden durch Hausbockkäfer nur das Anbeilen zum Eruiern des Schadensausmaßes und damit des tragenden Restquerschnittes übrig.

Weitere nicht invasive Methoden wären die Untersuchung mittels Röntgenstrahlen und mittels Ultraschall. Die Röntgenuntersuchung ist eine sehr aufwändige Methode, die nur in sehr wenigen Fällen und nicht in der alltäglichen Gutachtenspraxis angewendet werden kann, an dieser Stelle soll daher nicht weiter darauf eingegangen werden. Mit der Untersuchung mittels Ultraschall hat sich Dr. Andreas Hasenstab ausführlich beschäftigt. In Österreich wird diese Methode allerdings meines Wissens nach bei Holzkonstruktionen kaum angewandt.

4 Monitoring

In vielen Fällen liegen an Dachstühlen, vor allem bei alten Gebäuden, gewisse Schäden durch holzerstörende Insekten vor. Oft ist nicht leicht zu erkennen, ob ein aktiver Befall vorliegt. Für den Halbwissenden sind Bohrmehlhäufchen ein eindeutiges Zeichen für aktiv fressende holzerstörende Insekten. Viele Wissenschaftler und Sachverständige weisen allerdings schon seit Jahrzehnten darauf hin, dass es sich dabei nicht unbedingt um einen Lebendbefall durch den Primärschädling, wie Hausbockkäfer oder Gewöhnlichen Nagekäfer handelt. Unter anderen haben Francke [FRANCKE 2001] und Biebl [BIEBL 2015] die Ursachen für neu anfallendes Bohrmehl vom Gewöhnlichen Nagekäfer ausführlich beschrieben. Zusammengefasst kann man sagen, dass beim Gewöhnlichen Nagekäfer das Bohrmehl meist von deren Antagonisten, wie dem Blauen Fellkäfer, aus den Ausfluglöchern gestoßen wird, immerhin ein Zeichen dafür, dass auch die Beute in gewissem Ausmaß in dem betroffenen Bauteil vorhanden sein muss. Beim Hausbockkäfer sieht es etwas anders aus. Bei einem Befall durch deren Larven kommt es meist zu einem mehr oder weniger starken „Auswurf“ von Bohrmehl. Da die Larven meist knapp unter der Holzoberfläche fressen und das Bohrmehl hinter sich im Gang fest zusammenstopfen, rieselt es oft bei Rissen und Ritzen aus dem Bauteil zu Boden.

Bei einem Befall durch holzerstörende Insekten ist der Sachverständige gefragt, die entsprechend notwendigen Bekämpfungsmaßnahmen zu empfehlen. Dazu sei der im deutschsprachigen Raum renommierteste Experte für Monitoringmaßnahmen an Holzbauteilen mit Befall durch holzerstörende Insekten, Dr. Uwe Noldt, zitiert (NOLDT, 2006): „Werden frische Ausschlupflöcher oder Bohrmehl entdeckt, führt dies häufig aus Unkenntnis oder mangelndem Sachverstand zu Fehldeutungen und unangemessenen Gegenmaßnahmen, wie übermäßigem Einsatz von Holzschutzmitteln oder kostenintensiven Totalbehandlungen, obwohl lokale Maßnahmen ausreichend gewesen wären.“ In diesem Sinne gilt es genau abzuwägen, welche Maßnahmen im gegenständlichen Fall sinnvoll und ausreichend sind. Eine Begasung oder eine Heißluftbehandlung hat immer eine umfassende Wirkung, deren Anwendung ist jedoch nicht immer notwendig. Auch die Behandlung eines ganzen Dachstuhls mit bekämpfend wirkenden Holzschutzmitteln ist sehr oft nicht die richtige Methode. Leider werden nach meiner Erfahrung die zu setzenden Maßnahmen von Schädlingsbekämpfungsfirmen oft maßlos überzogen.

Bei alten Dachstühlen, vor allem von großen Gebäuden, wie Kirchen und Klöstern, liegt oft ein mehr oder weniger aktiver Befall durch Nagekäfer vor. Wenn bei der Begutachtung festgestellt wird, dass offensichtlich keine statische Beeinträchtigung der Konstruktionsteile vorliegt, kann statt einer umfassenden Bekämpfung ein Monitoring empfohlen werden. Für das Monitoring von etwaigem Befall durch Nagekäfer gibt es verschiedenste Methoden. Dr. Uwe Noldt hat über viele Jahre in Freilichtmuseen Erfahrung mit Monitoringmaßnahmen gesammelt, infrage kommen: „Aufsammlungen, Papierabklebungen, Lichtfallen, Klebefallen, Hängegestelle und Hängekästen, Pheromonfallen und Extraktstofffallen, Bohrmehlanalysen sowie Papierabdeckungen“ [NOLDT, 2006]. Auch Tilo Haustein hat sich im Rahmen seiner Dissertation [HAUSTEIN, 2010] ausführlich mit den angeführten Monitoring-Methoden beschäftigt.

Leider wird vom Bauherrn immer wieder die Sinnhaftigkeit von Monitoringmaßnahmen nicht erkannt, lieber wird eine Bekämpfung beauftragt, um unmittelbar ein Ergebnis zu haben. Dabei kann ein über mehrere Jahre durchgeführtes Monitoring die Kosten gegenüber (all)umfassenden Bekämpfungsmaßnahmen deutlich reduzieren.

Die einfachste Monitoringmaßnahme, die am wenigsten Personalaufwand erfordert und gut in nicht regelmäßig kontrollierten Dachräumen angewendet werden kann, stellt meiner Erfahrung nach die Abklebung von einzelnen Konstruktionsteilen mit Papier dar. Im Folgenden soll ein Praxisfall mit Papierabklebungen beschrieben werden:

Die gesamte Dacheindeckung eines Benediktinerstifts sollte erneuert werden. Das Stift hat eine Dachfläche von ca. 18.000 qm, die meisten Dachziegel stammten aus den Jahren 1720–1740, die Dächer wurden seitdem nie neu eingedeckt sondern immer nur ausgebessert. 630.000 neue Dachziegel sollte montiert werden. Davor sollte der Zustand der Dachstühle erhoben werden. Die Begutachtung erfolgte abschnittsweise über mehrere Jahre durch Mitarbeiter der Holzforschung Austria. Neben zum Teil massiven und umfangreichen Schäden durch holzerstörende Pilze vor allem im Mauerbankbereich (an drei Stellen auch durch den Echten Hausschwamm) sowie offensichtlich alten Schäden durch Hausbockkäfer, wiesen sehr viele Konstruktionsteile auch Ausschlupflöcher vom Gewöhnlichen Nagekäfer (*Anobium punctatum*) auf. An einigen Stellen waren Bohrmehlhäufchen und Bohrmehlfahnen zu sehen. Nun stellte

sich die Frage, ob und wie die Holzteile bekämpfend behandelt werden sollen. Nachdem an keiner Stelle ein statisch relevanter Schaden, verursacht allein durch den Gewöhnlichen Nagekäfer, vorlag (die Konstruktionsteile sind übrigens etwa 350 Jahre alt), wurde zunächst auf Bekämpfungsmaßnahmen verzichtet und ein Monitoring über mehrere Jahre beauftragt. In jedem Dachraum wurden stichprobenweise Konstruktionsteile ausgewählt, bei denen Verdacht auf Lebendbefall durch den Gewöhnlichen Nagekäfer bestand. An diesen Konstruktionsteilen wurden etwa 60 cm breite Papierabklebungen angebracht. In den darauffolgenden Jahren wurden jeweils im Herbst die Papierabklebungen auf neu hinzugekommene Ausflüglöcher kontrolliert. Neue Löcher wurden mit kleinen Papierklebepunkten verschlossen, jedes Jahr in einer anderen Farbe. Damit war auf einen Blick erkennbar, wie viele neue Löcher in jedem Jahr hinzukamen, zusätzlich wurde damit auch ein Schlupf eines fertigen Käfers durch ein bereits vorhandenes Ausschlupfloch erkennbar.

Die ersten Auswertungen der Papierabklebungen zeigten (zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Beitrags waren es 3 Jahre, die vierte Kontrolle erfolgt noch im Herbst 2016), dass nur wenige Konstruktionsteile im gesamten Stifts-Dachstuhl stärkeren aktiven Befall aufwiesen. Dem Stift wurde empfohlen, diese einzelnen Konstruktionsteile lokal bekämpfend zu behandeln. Damit konnten umfangreiche kostspielige Bekämpfungsmaßnahmen bisher vermieden werden. Das Monitoring ist zunächst bis 2018 beauftragt.

Literatur

BIEBL, S. (2015): Diagnose von aktivem Holzwurmbefall – Hintergründe und praktische Methoden im Rahmen vom Schädlingsmonitoring. In: *Restauro* Jg.121, Nr. 5, 2015, S. 30–35.

FRANCKE, P. (2001): Holzwurmbefall: Tot oder lebend? – Bemerkungen zum Auftreten von Bohrmehl nach Kirchenbegasungen. In: *Der praktische Schädlingbekämpfer*, 53. 6/2001, S. 15–21.

HAUSTEIN, T. (2010): Zur Diagnose und integrierten Bekämpfung Holz zerstörender Insekten unter besonderer Berücksichtigung der Buntkäfer (Coleoptera, Cleridae) als deren natürliche Gegenspieler in historischen Gebäuden. Stuttgart.

NOLDT, U (2006): Holzerstörende Insekten: Befallsmerkmale, Monitoring, Langzeituntersuchungen und Begleitung von Bekämpfungsmaßnahmen in historischen Gebäuden. In: *Forschungsreport Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz* 2/2006 (Heft 34): S. 33–37.



Tscherne, Florian
Dipl.-Ing.

bis 1997: Studium der Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur Wien
seit 1997: Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria,
Fachbereich Holzschutz und Oberfläche
seit 2015: Lektor an der technischen Universität Graz
seit 2015: Vorsitzender des österr. Normenkomitees „Holzschutz“

Veröffentlichungen zum Thema Holzschutz (Auszug):

TSCHERNE F. (2015): Sanierungsmaßnahmen im Denkmalschutz – Bekämpfen der Holzschutz an denkmalgeschützten Konstruktionen. Holzforschung Austria 4.2015. 6.

TSCHERNE F., GRÜLL G. (2015): Konzepte zur Schädlingsbekämpfung für Holzkonstruktionen unter Denkmalschutz - Genormte und alternative Bekämpfungsverfahren, Schädlingsmonitoring. Tagungsband der 4. Wiener Holzschutztage, Wien, 23.11.2015.

TSCHERNE F., WILKE N., SCHACHENHOFER B., ROUX K., TAVLARIDIS G. (2016): The Thermo Lignum ecological insect pest eradication process: The effects on gilded and painted wooden objects. International Journal of Conservation Science, Volume 7, Special Issue 1, 2016: 253–258.



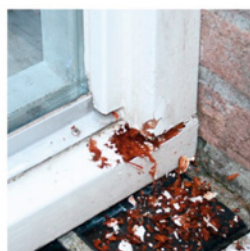
Ärgern Sie sich auch so über den unnötigen Austausch von Holzbauteilen?

Haben Sie sich jemals gefragt, ob es nicht möglich ist wertvolle Holzbauteile zu reparieren anstatt sie komplett auszutauschen?

Repair Care liefert seit mehr als 25 Jahren ein **vollständiges Lösungskonzept für dauerhafte Reparatursysteme**. Unsere Produkte wurden von **renommierten Instituten wie z.B. dem ift geprüft**, wir sind **weltweit aktiv und absoluter Marktführer** in Deutschland, den Niederlanden und England. Reparaturen mit unseren Produkten sind häufig die **preisgünstigere und dabei qualitativ hochwertige Alternative!**

Mit unserem Gesamtkonzept sind wir ein **zuverlässiger Partner für Wobaus, Architekten und Fachhandwerksbetriebe**. Dazu gehören unter anderem **zertifizierte Schulungen für Anwender und die Begleitung von Reparaturprojekten**.

Neugierig geworden? Nehmen Sie Kontakt mit uns auf:
Tel. 030-41706376
salesde@repair-care.com



Typische Holzschäden im unteren Bereich von Holzfenstern



Ausbesserung mit Repair Care: erhalten statt austauschen



Holzfenster nach der Renovierung mit Repair Care Produkten

BESTE DAUERHAFTHE HOLZREPARATURLÖSUNG

www.repair-care.de

Aktuelle Holzschutzmittel mit Zulassung nach Biozidrecht

Robby Wegner

Kurzfassung

Den veränderten Zulassungsbedingungen für Holzschutzmittel müssen sich nicht nur die Biozid- und Holzschutzmittelhersteller sondern auch Verarbeiter, Planer und Sachverständige im Holzbau stellen.

Der direkte Bezug der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Holzschutzmittel (DIBt) zur Holzschutznorm DIN 68800 Teil 3 ist durch die BAuA-Zulassungen nach Biozidrecht nicht mehr gegeben. Auch werden mit dem Auslaufen der DIBt-Zulassungen die sichtbaren Leistungsbeschreibungen und Qualitätsmerkmale der Präparate, wie Prüfprädikate und Übereinstimmungszeichen verschwinden.

Notwendige Angaben zur Anwendung und Verwendung finden sich in erster Linie in den Technischen Merkblättern der Zulassungsinhaber. Produktaufstellungen von behördlicher Seite (BAuA oder ECHA) liefern nur in Ausnahmefällen anwendungsbezogene Informationen.

Die in Deutschland bereits vor Inkrafttreten von Biozidproduktenrichtlinie und Biozidverordnung erkannten Defizite in der Kennzeichnung und den Qualitätsnachweisen behandelter Bauhölzer konnten mit der Neufassung der Holzschutznormen DIN 68800 und der Umsetzung der Bauschnittholznorm EN 14081 bisher nur in Ansätzen abgebaut werden. Offensichtlich bestehen hier weiterhin Unklarheiten bezüglich der Umsetzung durch Verarbeiter und Zertifizierer.

1 Einleitung

Holzschutzmittel unterliegen als Biozidprodukte der Zulassungspflicht nach der europäischen Biozidverordnung. Die Zulassung erfolgt auf Grundlage europaweit geltender Bewertungskriterien und sichert so den freien Warenverkehr von Biozidprodukten, die bei hinreichender Wirksamkeit keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch oder Tier und keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt haben. Die Umsetzung der Biozidverordnung bzw. der Vorläuferregelung der Biozidproduktenrichtlinie hat sich einerseits auf die Zahl der verwendeten Wirkstoffe und andererseits auf die in Deutschland etablierten Zulassungssysteme (RAL-Gütezeichen; allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen) derart ausgewirkt, dass letztere mittlerweile verschwunden sind oder dies in nächster Zeit sein werden. Damit stehen für Planung und Ausführung notwendige Informationen oder Produkte nicht mehr in gewohnter Form zur Verfügung.

Daneben wurden in den letzten Jahren weitere normative und gesetzliche Regelungen, wie die Holzschutznormenreihe DIN 68800, die Bauproduktenverordnung, weitere harmonisierte Holzbauproduktnormen, die nationalen Bauregellisten und technische Baubestimmungen gültig, die sich insbesondere auf die Auswahl von Holzschutzmitteln und Ausführung von Holzschutzmaßnahmen auswirken.

Dabei zeigt sich, dass veränderte Anforderungen und unpräzise gefasste Begrifflichkeiten zu Schwierigkeiten bei der Anwendung von Holzschutzmitteln führen können.

2 Biozide in Holzschutzmitteln

In der 2002 begonnenen ersten Umsetzungsstufe der Biozidprodukten-Richtlinie (RL 98/8/EG) zur Erfassung der bestehenden Wirkstoffe (vor 2000 in Verkehr = Alte Wirkstoffe) und dem Beginn des Überprüfungsprogramms verblieben von ursprünglich 81 identifizierten Wirkstoffen noch 40, für die von den Herstellern im Überprüfungsprogramm eine Zulassung verfolgt wurde [REISER 2014]. Unter diesen ab Mitte 2006 in Holzschutzmitteln nicht mehr einsetzbaren Wirkstoffen befanden sich neben den in Deutschland jahrzehntelang verwendeten und bewährten Fluorid-Verbindungen oder Arsen-Verbindungen¹, auch die Insektizide Deltamethin und Cyfluthrin und das Fungizid Aluminium-HDO.

Andere Wirkstoffe wie Kupfer-Naphtenat, Natrium-Pentachlorphenolat, Chlorthalonil oder zinnorganische Verbindungen fanden zu diesem Zeitpunkt in Deutschland schon mindestens über ein Jahrzehnt keine Verwendung mehr (Tab. 1).

Die notifizierten, d.h. mit Daten unterstützten und damit weiterhin zulässigen, Alten Wirkstoffe sollten in einen 10-Jahresprogramm bewertet werden. Hierbei wurden Holzschutzmittelbiozide neben Rodentiziden prioritär behandelt. Im Jahr 2009 wurden schließlich die ersten Alten Holzschutzmittel-Biozide, das Begasungsmittel Sulfurylfluorid und das bläuewidrige Fungizid Dichlofluorid, zugelassen. Im Jahre 2011 folgte dann die Genehmigung der ersten Holzschutzmittel.

Mittelweile sind 40 Biozide für die Verwendung in Holzschutzmitteln abschließend bewertet und zugelassen, darunter auch 3 neue Wirkstoffe. Weitere 5 Biozide befinden sich noch in der Bewertungsphase.

Für die Bewertung müssen umfangreiche Datenpakete für das Biozid und für ein entsprechendes Beispielprodukt u.a. zur Toxikologie, Ökotoxikologie, zum Umweltverhalten und zur Wirksamkeit vorgelegt werden.

1 Verwendung von Arsenverbindungen war ebenso wie von Teeröl-Produkte über die bereits Chemikalienverbotsverordnung reguliert.

Holzschutzmitteltypische identifizierte Wirkstoffe (Deutschland) ohne Notifizierung	Weniger holzschutzmitteltypische identifizierte Wirkstoffe, die nicht notifiziert wurden	
Na-PCP	Ethanol	Calciumsorbit
Chlorthalonil	Ameisensäure	Sorbinsäure
Diarsenpentaoxid	Isopropanol	Oxin-Kupfer
Kupfer-Naphthenat	L-(+)-Milchsäure	Kupfer(I)oxid
Kupfersulfat	C12-C14-alkyl[(ethyl-phenyl)methyl]-dimethyl-ammoniumchlorid	Hexaborzinkundecanoid, Zinkborat
Hexafluorokieselsäure	Cetylpyridiniumchlorid	Zinkoxid
Stannan (Tributyl-Mono-(naphthenoxyloxy) Derivate	Di-C8-C10-alkyldimethyl-ammoniumchlorid	2-tert-Butylaminoethyl-methacrylat
Bis(tributylzinn)oxid	Benzothiazol-2-thiol	Dodecylguanidin Mono-hydrochlorid
Cyfluthrin	Fenitrothion	Trimagnesiumdiphosphid
Deltamethrin	Fipronil	Aluminiumphosphid
<i>Chromtrioxid</i>	Bethoxazin	Guazatintriacetat
<i>Natriumdichromat</i>	Esfenvalerat	Iod
	Imazalil	Margosa, Extrakt (Neembaum)
	alpha-Cypermethrin	

Tab. 1: Identifizierte, heute nicht mehr zulässige Wirkstoffe in Holzschutzmitteln (vor dem Stichtag 14.05.2000 in Verkehr)

Zulassungsjahr	Alte Wirkstoffe / neue Wirkstoffe
2009	Sulfuryldifluorid
	Dichlofluanid
2010	Thiabendazol
	Tebuconazol
	Etofenprox
	IPBC
	Thiamethoxam
	Clothianidin
	Kalium-HDO
	Propiconazol
	<i>Thiacloprid</i>
2011	Tolyfluanid
	Bor-Verbindungen (Dibortrioxid, Dinatriumtetraborat, Dinatriumtetraborat Decahydrat, Dinatriumtetraborat Pentahydrat, Borsäure, Dinatriumoctaborat Tetrahydrat)
	Fenpropimorph
2012	Dazomet
2013	<i>DDACarbonat</i>
	DCOIT
	Bifenthrin
	Kreosot
	Fenoxycarb
2014	Flufenoxuron
	Kupfer-Verbindungen (basisches Kupfer(II)carbonat, Kupfer(II)hydroxid, Kupfer(II)oxid)
	Blausäure
2015	DDAC
	Cypermethrin
	ADBAC (C12-16)
	Kupfer-HDO
	Chlorfenapyr
	Cyproconazol
2016	Kaliumsorbitat
	Permethrin
2017	<i>Kupfer, granuliert</i>
2018	Didecylmethylpolyoxethylammoniumpropionat
Bewertung nicht abgeschlossen	N-(3-Aminopropyl)-N-dodecylpropan-1.3-diamin (Lonzabac 12)
	OIT
	Didecylpolyoxethylammoniumborat
	<i>Penflufen</i>
	TMAC

Tab. 2: Zulässige Alte Wirkstoffe und neue Wirkstoffe (Stand 10/2016; ECHA) für Holzschutzmittel (Produktgruppe 8)

Wird die Zulassung der Biozide in erster Linie durch große Unternehmen, die auch im Pflanzenschutz aktiv sind, betrieben, so ist die Produktzulassung durch die häufig zu den mittelständischen Unternehmen zählenden Holzschutzmittelhersteller zu bewerkstelligen. Eine Produktzulassung nach Biozidverordnung kann von den Herstellern erst beantragt und erteilt werden, wenn alle im Holzschutzmittel enthaltenen Biozide bewertet und zugelassen wurden. So läuft derzeit die Bewertungsphase von Cypermethrin- und Permethrin-haltigen Produkten. Beide Insektizide haben im Zuge der Biozidverordnung u.a. aufgrund ihres breiten Wirkungsspektrums eine Art Renaissance erfahren. Sofern die Genehmigung für die verbliebenen Altwirkstoffe nicht abgeschlossen ist, sind die entsprechenden Biozidprodukte weiterhin verkehrs- und vermarktungsfähig.

18 Jahre nach Verabschiedung der Biozidproduktenrichtlinie und 7 Jahre nach Beginn der Zulassungsphase der Holzschutzmittel schätzt die Branche bei allen Chancen die Situation eher kritisch ein. Als wesentliche Kritikpunkte werden immer wieder genannt [JÜNGEL 2016]:

- viele Wirkstoffe nicht mehr relevant,
- fast alle Wirkstoffe sind bewertet, aber teilweise mit massiven Verwendungseinschränkungen versehen,
- nur wenige Wirkstoffe dürfen innerhalb der EU verarbeitet werden,
- Wirkstoffbezug auf gelistete Anbieter beschränkt,
- behandelte Waren sind mit Angaben zu versehen,
- hohe Kosten (Datenpakete, externe Experten, zeitlicher Vorlauf),
- Unwägbarkeiten bei der Bewertung,
- kaum Spielraum für Nischenprodukte.

So bestehen Unwägbarkeiten grundsätzlicher Natur hinsichtlich Chromat- und Kreosot-haltiger Produkte (Nischenprodukte häufig ohne wirtschaftliche Alternative) [FISCHER 2016]. Die Zulassungsentscheidung liegt hier bei den einzelnen Mitgliedsstaaten.

Auf der anderen Seite hat sich durch den weit fortgeschrittenen Prozess eine weitgehend harmonisierte und transparente Bewertung durchgesetzt, d. h. nationale Besonderheiten, die durch verschärfende Prüfanforderungen marktabschottende Wirkung hatten, sind abgebaut worden (z. B. sogenannte Abhobelpflicht für Oberflächenprodukte in Deutschland). Auch dürfte aus Hersteller- wie Verbrauchersicht die Tatsache, dass nur noch geprüfte und bewertete Produkte marktfähig sind, positiv gesehen werden. Für die Bewertung der Wirksamkeit gelten hier für vorbeugend wirkende Holzschutzmittel die EN 599-1 und für insektenbekämpfende Holzschutzmittel die EN 14128.

Nachdem zu Beginn der Produktzulassungsphase in erster Linie fäulnis- und bläuewidrige Lasuren und Anstrichprodukte auf Basis der Fungizide Dichlofluanid, Tolyfluanid, Propiconazol, Tebuconazol und IPBC bewertet wurden, sind seit 2013 mit den Bor-Salzen auch Holzschutzmittel mit ehemals allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen nach Biozidrecht zugelassen.

Als Beispiel für die Veränderungen können die Bor-Präparate, die bisher von der Bauaufsicht reguliert worden, betrachtet werden. Im Zuge der Biozidzulassung hat sich die Zahl der in Deutschland zugelassenen Bor-Salze erheblich verringert: von ehemals 67 bauaufsichtlich zugelassenen Präparaten in 2001, auf 46 in 2009 auf nunmehr 8 laut Angaben der ECHA bzw. auf 15 laut BAuA (jeweils um Farbtonvarianten bereinigt)². Diese Verringerung hinsichtlich Produktauswahl kann beispielhaft für die Wirkung der Biozidverordnung hinsichtlich Kosten, Einstufung und Wirksamkeit gelten:

- veränderte Einstufung (reproduktionstoxisch) führt zu Anwenderbeschränkung,
- Zulassungskosten sind für kleine Anbieter zu hoch,
- häufig Nischenprodukte im Produktportfolio (Borsalz-Patronen),
- Beschränkung der Insektenbekämpfung auf Hausbockfälle.

3 Auswahl von Holzschutzmitteln

Die Zulassung eines Holzschutzmittels nach Biozidrecht sichert die Vermarktungsfähigkeit im jeweiligen beantragten EU-Mitgliedsland. Es wird die hinreichende Wirksamkeit dokumentiert mit entsprechenden Einbring- bzw. Aufbringmengen der zulässigen Anwendungsverfahren und Anwendungsbereichen der behandelten Hölzer. Neben der Bestätigung ausreichender Sicherheit der Produkte und behandelten Hölzer gegenüber Mensch, Tier und Umwelt wird auch der Arbeitsschutz berücksichtigt. In diesem Zusammenhang ergeben sich Anwendungsbeschränkung bezogen auf Anwender und Einsatzbereiche.

Mit Stand 04.10.2016 waren in Deutschland 220 Holzschutzmittel nach Biozidrecht zugelassen³. Daneben verfügten 47 Holzschutzmittel über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt⁴ (Tab. 3). Zum Vergleich: in 2001 gab es in Deutschland ca. 490 geprüfte und zugelassene Holzschutzmittel (DIBt, RAL, UBA-Registrierung) [REIßER 2014].

Derzeit muss ein Holzschutzmittel für die Verwendung für tragende Bauteile über eine Zulassung der BAuA oder des DIBt verfügen⁵, wobei nicht jedes Produkt mit Biozid-Zulassung für diesen Verwendungszweck geeignet ist, wie beispielsweise Lasuren. Mit Abschluss der Bewertung der Altwirkstoffe müssen auch die letzten bisher nicht zulassungsfähigen Holzschutzmittel ohne Zulassung im Biozidverfahren bewertet und gegebenenfalls zugelassen werden. Zu diesem Zeitpunkt wird kein Holzschutzmittel mehr über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung verfügen, die Jahrzehnte Voraussetzung war, um für die Behandlung statisch relevanter Holzbau- teile Verwendung zu finden.

2 Unterschied resultiert aus der Abwesenheit von Kulbasal-Produkten in der ECHA-Liste (diese haben überwiegend identische Zulassungsnummer wie die entsprechenden Präparate der Fa. BASF Wolman).

3 ECHA Liste der Biozidprodukte Produkttyp 8 Holzschutzmittel (BAuA Liste weist eine größere Anzahl aus).

4 DIBt-Verzeichnis der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

5 Bauregellisten und Entwurf der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen.

Anwendungsbereich	Produkttypen	Anzahl der Produkte
Vorbeugend wirksam	Chrom-Kupfer-Salze	3
	Chromfreie Kupferpräparate	12
	Quat/Bor-Präparate	7
	Wasserbasierte Präparate mit organischen Wirkstoffen	12
	Lösemittelbasierte Präparate	2
Insekten bekämpfend	Lösemittelbasierte Präparate	5
	Wasserbasierte Präparate	2
Schwammspermmittel	Quat/Bor-Präparate	7

Tab. 3: Holzschutzmittel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (Stand: Oktober 2016)

In der Vergangenheit sind die Holzschutzmittel-Verzeichnisse ebenso wie die Zulassungstexte des DIBt ein wichtiges Werkzeug für die Auswahl geeigneter Produkte für einen bestimmten Einsatzzweck gewesen. Mit den bauaufsichtlichen Zulassungen verschwinden auch die Prüfprädikate und nicht zuletzt die Qualitätsüberwachung und Zertifizierung der Produkte durch unabhängige von der Bauaufsicht zugelassene Überwachungsstellen (Tab. 4).

Während die Bewertungsdossiers der Biozide auf der homepage der ECHA (Europäische Chemikalienagentur) eingesehen werden können, sind die Produktzulassungen nur in Einzelfällen allgemein zugänglich. So ist lediglich für die 4 Varianten des Produkts Adolit Holzbau B, ein Bor-Salz, der anwendungsbezogene Teil der Zulassung auf der BAuA-Homepage abrufbar. Für alle andere Holzschutzmittel sind neben Namen, Zulassungsnummer, enthaltene Wirkstoffe, Zulassungsende und chemikalienrechtlicher Einstufung nur knapp gehaltene Angaben zur Verwendung, wie Anwendungsbeschränkung und Zielorganismen aufgeführt.

Gebrauchs- klasse	Anforderung an das Holzschutzmittel für tra- gende Holzbauteile nach DIN 68800-3	Zulassungstexte laut BAuA
1	Iv	Vorbeugender Schutz in GK 1 gegen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Holz zerstörende Insekten ▪ Holz zerstörende Käfer ▪ Hausbockkäfer, Pochkäfer, Splintholzkäfer ▪ Holz zerstörende Insekten, einschließlich Termiten
2	Iv P	Vorbeugender Schutz in GK 1 und 2 gegen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Holz zerstörende Pilze und Käfer ▪ Holz zerstörende Basidiomyceten, Hausbock- käfer, Pochkäfer und Splintholzkäfer ▪ Holz zerstörende Basidiomyceten, Insekten und erdbewohnende Termiten und Trocken- holztermiten ▪ Holz zerstörende Basidiomyceten, Holz ver- färbende Pilze und Hylotrupes bajulus
3	Iv P W	Vorbeugender Schutz in GK 1, 2 und 3 gegen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Holz zerstörende Pilze (Braunfäule, Weißfäule, Bläuepilz) und Insekten (Holzkäfer und Termiten)
4	Iv P W E	Vorbeugender Schutz in GK 1, 2, 3 und 4 gegen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Holz zerstörende Pilze (Braunfäule, Weißfäule, Bläuepilz) und Insekten (Holzkäfer und Termiten)*
5	Iv, P, W, E und Wirksamkeit gegen holzschädigende Meerwasserschädlinge	bisher nicht vergeben

* bislang erst ein Produkt für GK 1-4 zugelassen

Tab. 4: erforderliche Schutzmitteleigenschaften (Prüfprädikate) in Abhängigkeit von der Gebrauchsklasse und mögliche Entsprechung laut BAuA-Zulassung

Nicht selten können unklare, nicht einheitlich verwendete Begriffe und falsche Zuordnungen Verwirrung stiften, wofür nachfolgend einige Beispiele angeführt werden⁶.

Verwender/Anwender der Produkte können hier sein:

- *berufsmäßige* und *nicht-berufsmäßige* Anwender (Alpina Holzschutzgrund),
- *berufsmäßige* Anwender und *Verbraucher* (aMboo Bambuspflge Öl espresso),
- *berufsmäßige* Anwender (Aqua HK-Lasur),
- *industrielle* Verwender (AXIL 2000),
- *berufsmäßige* Verwender (Tanalith E 3462),

6 BAuA Liste der in Deutschland zugelassenen Biozidprodukte in der Produktart 8 (Holzschutzmittel).

- *industrielle* und *berufsmäßige* Verwender im Innenraum in den Gebrauchsklassen 1 und 2; Zielorganismen: Vorbeugender Schutz vor Holz zerstörenden Insekten (Hausbockkäfer, Pochkäfer, Splintholzkäfer, Termiten) (Lignosan Antiwurm MEC),
- berufsmäßige Verwender und *sachkundige* Verwender (Kulbasal Holzschutzpatrone),
- sachkundige Anwender zur Bekämpfung (Diffusit M),
- sachkundige Verwender zur Bekämpfung (Diffusit IC-B).

Bezüglich Zielorganismen und Behandlungsziel finden sich folgende Formulierungen, wobei nicht klar wird, ob Begriffsvarianten bewusst zur Spezifizierung, z.B. im Fall von Wirkungseinschränkung eingeführt werden:

- vorbeugender Schutz gegen *Holz zerstörende* und *Holz verfärbende Pilze* (Aqua Holzschutzgrund),
- vorbeugender Schutz gegen Holz zerstörende Pilze und *Bläuepilze* (Aqua PRIMER 2907-02),
- Vorbeugender Holzschutz vor Holz *zerstörenden Bläuepilzen* (STABILO FFF),
- Vorbeugender Schutz vor Holz zerstörenden *Basidiomyceten (Braunfäulepilze)* (AXIL 2000) ,
- langzeitunterstützende Behandlung von Holzpfehlen gegen Schäden durch Holz zerstörende *Ständerpilze* (Wolmanit Fume),
- *Bekämpfung* von Holz *zerstörende Basidiomyceten* (Diffusit M),
- vorbeugender Schutz gegen Holz zerstörende und Holz verfärbende Pilze sowie *bekämpfend* gegen *Holz zerstörende Pilze* (Hausschwamm) (Embalit P),
- Bekämpfung des Hausbockkäfers (Diffusit IC-B),
- vorbeugenden Schutz gegen holzerstörende Basidiomyceten, Insekten und *erd-bewohnende Termiten* (nicht zugelassen für den deutschen Markt) und *Trockenholztermite* (nicht zugelassen für den deutschen Markt) (Impralit B),
- vorbeugender Schutz gegen holzerstörende Pilze und holzerstörende Insekten, *einschließlich Termiten*. Der Zielorganismus „Termiten“ kommt in Deutschland nicht in schädlichen Mengen vor. Jedoch ist die Behandlung von Hölzern gegen Termiten in Deutschland zulässig, wenn diese Hölzer für den Export bestimmt sind. (Korasit TT)
- gebrauchsfertige Salzpatrone zur Verwendung durch *berufsmäßige Verwender* und *sachkundige Verwender* in den Gebrauchsklassen 2 und 3 (Fenster und Türen) zum vorbeugenden Schutz gegen Holz zerstörende Pilze und in der Gebrauchsklasse 2 zum vorbeugenden Schutz gegen Insekten (Hausbockkäfer, Pochkäfer, Splintholzkäfer). (Kulbasal Holzschutzpatrone; *sachkundige Verwender*: Sachkunde gemäß Anhang I Nr. 3 der Gefahrstoffverordnung; Schädlingsbekämpfung),
- Insekten (Hausbockkäfer, Pochkäfer, Splintholzkäfer, Kiefernholz nematode, Trockenholztermite, Formosan-Termite) (VIKANE).

Anwendungsbereich

- Verwendung in den *Gebrauchsklassen 2 und 3* (Acryl Holzschutzgrund),
- Anwendung in den *Gebrauchsklassen 1 und 2* zum vorbeugenden Schutz gegen Holz zerstörende Basidiomyceten, Hausbockkäfer, Pochkäfer und Splintholzkäfer im *Innenraum* (Diffusit Holzbau),

- in den Gebrauchsklassen 2 (behandeltes Holz für Fensterrahmen und Außentüren) und 3 (*ohne Erdkontakt*) (ISP Antiblu),
- bei einer Zumischung zu Leim ist auch ein vorbeugender Schutz gegen Holz zerstörende Basidiomyceten in der Gebrauchsklasse 3 zulässig (Kulbasal B 25),
- Verwendung durch berufsmäßige Verwender im Innen- und Außenbereich (Gebrauchsklasse 2, Gebrauchsklasse 3.1 beschränkt auf beschichtete Gerüstplatten); Zielorganismen: Vorbeugender Schutz vor Holz zerstörenden Basidiomyceten (Braunfäule- und Weißfäulepilze) (Xyligen 30 F),
- in den Gebrauchsklassen 1, 2, 3 und 4 (Ausnahme: Holz das im permanenten Kontakt mit Wasser steht) für den vorbeugenden Schutz gegen Holz zerstörende Pilze (Braunfäule, Weißfäule, *Bläuepilz*) und Insekten (*Holzkäfer* und Termiten) (Tanalith E 3462).

Nachfolgend ein Beispiel für eine wesentlich detailliertere, erklärende Beschreibung mit Anleihen an die früher bestehende allgemeine bauaufsichtliche Zulassung dieses Produktes:

„Wasser-basiertes Konzentrat zur Verwendung durch berufsmäßige Verwender in den Gebrauchsklassen 1 (Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt. Mit dem Biozidprodukt behandeltes Holz darf nur in nichtbewohnten und nicht dem dauerhaften Aufenthalt dienenden Bereichen angewendet werden. Behandeltes Holz ist zu bewohnten Bereichen hin luftdicht abzuschließen) und 2 (Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung ausgesetzt, eine hohe Umgebungsfeuchte kann zu gelegentlicher, aber nicht dauernder Befeuchtung führen) sowie zur Bewitterung während der Bauphase; Zielorganismus: vorbeugender Schutz gegen Holz zerstörende Basidiomyceten, Holz verfärbende Pilze und Hylotrupes bajulus.“ (Wolsit EC-40 FP) ⁷.

Bei der Auswahl eines geeigneten Mittels hilft nur das aktuelle Technische Merkblatt des Produktes. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der zulässigen Anwendungsverfahren und der notwendigen Aufwandmengen.

Hinzuweisen ist auf eine Zusammenstellung aller zulässigen Holzschutzmittel mit den wesentlichen Angaben in Form der früheren Holzschutzmittelverzeichnisse des DIBt vom Sachverständigen Quitt.

4 Anwendungsbereich schutzmittelbehandelter Hölzer

Die Anwendung von Holzschutzmitteln bzw. die Verwendung holzschutzmittelbehandelter Bauhölzer regelt die Normenreihe DIN 68800, deren Teile 1 und 2 als technische Baubestimmungen eingeführt sind. Details hinsichtlich der Holzschutzmittel werden in Teil 3 (vorbeugender Schutz) und Teil 4 (Bekämpfung) ausgeführt, dies gilt auch für die Verwendung von vorbeugend geschützten Holz- und Holzwerkstoffen mit CE-Kennzeichnung (seit 2012 muss geschütztes Bauschnittholz nach EN 14081-1 / EN 15228 CE-zertifiziert sein).


⁷ BAuA Liste der in Deutschland zugelassenen Biozidprodukte in der Produktart 8 (Holzschutzmittel).

Ob ein bestimmtes Holzschutzmittel oder ein geschütztes Holz geeignet für tragende Bauteile ist, wird durch die DIN 68800 Teil 3 geregelt. Die normativ vorgeschriebene Verwendung von Produkten mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung wurde durch einen entsprechenden Hinweis zur DIN 68800 auf Produkte mit Biozidzulassung der BAuA erweitert⁸. Leider sind die baurechtlichen Regelungen nicht durchgängig an diese Entscheidung angepasst worden, so finden sich in den auf Bauprodukte bezogenen gültigen Bauregellisten u. a. noch folgende Angaben: „Bauholz, das mit chemischen Substanzen zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegen einen biologischen Befall z.B. durch Pilze und Insekten (Holzschutzmittel) gemäß EN 14081-1:2005-11, Abschnitt 5.4.2, behandelt und das gemäß Anhang ZA 3.2 entsprechend gekennzeichnet wurde, bedarf zur Verwendung, die Dauerhaftigkeit sowie den Gesundheits- und Umweltschutz betreffend, einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, es sei denn, es wurden nachweislich in Deutschland allgemein bauaufsichtlich zugelassene Holzschutzmittel verwendet.“⁹

Die Biozidzulassung unterscheidet nicht zwischen tragenden und nicht tragenden Bauteilen, aber nicht jedes Holzschutzmittel mit BAuA-Zulassung ist für tragende Holzbauteile geeignet. Bei der Auswahl muss der vorgesehene Einsatzbereich, d. h., insbesondere Zielorganismen, Gebrauchsklassen und Anwendungsverfahren, beachtet werden. Dies gilt auch für die Auswahl CE-gekennzeichneter Bauhölzer, da hier im Gegensatz zur Kennzeichnung des behandelten Holzes nach DIN 68800 Teil 3, die berücksichtigte Gebrauchsklasse nicht angegeben wird (Abb. 1). Häufig erfüllen die Leistungserklärungen dieser zertifizierten Hölzer nicht die Anforderungen hinsichtlich der Schutzmittelbehandlung, so dass die Beurteilung der Eignung für eine bestimmte Verwendung nicht möglich ist. Fehlende Angaben zur Behandlungsart, Einbringmenge und Eindringtiefe erlauben keine Zuordnung zu einer Gebrauchsklasse und damit keinen normgerechten Einsatz dieser Hölzer. So lässt beispielsweise die Behandlung eines Bauholzes aus Kiefer mit einem für die GK 3 zugelassenen Produkt, ohne Deklaration der entsprechenden Einbringmenge in kg/m³ und Eindringtiefe NP5, dessen Verwendung in der GK 3 nicht zu. Auch die gelegentlich anzutreffende parallele Angabe von Schutzmittelbehandlung und natürlicher Dauerhaftigkeit der Holzart, die dann auch noch häufig fehlerhaft und unvollständig sind, lässt den Planer ratlos zurück.

Es bleibt festzustellen, dass die über Jahrzehnte übliche unvollständige oder fehlerhafte Kennzeichnung imprägnierter Bauhölzer bisher weder durch die überarbeitete Normenreihe DIN 68800 noch durch Bauprodukten-Verordnung mit ihren harmonisierten Bauschnittholz-Produktnorm behoben werden konnte. Das Instrument der Marktüberwachung hat hier noch nicht gegriffen.

- 8 Musterliste der technischen Baubestimmungen Anlage 5.2/1 (6/2015): „Die gesetzlich vorgeschriebenen Zulassungen nach dem Chemikaliengesetz (Biozid-Zulassungen) ersetzen künftig die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Holzschutzmittel. Die Biozid-Zulassungen werden durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) erteilt. Bis zum Vorliegen der Biozid-Zulassung ist für das jeweilige Holzschutzmittel für die Verwendung in tragenden Bauteilen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich.“
- 9 Bauregelliste B teil 1 (Ausgabe 2015/2); Anlage 1/3.8 (2010/1).

 0763
Ehrmaier Balkone, D-84106 Volkenschwand 15 0763-CPR-6501
EN 13986:2004 ehrDex-Element Furnierschichtholz für tragende Zwecke nach EN 14374:2004 mit Schutzmittelbehandlung nach EN 15228 (Kerto Q 45 mm; Korasit KS-M) Für den Einsatz in Gebäuden und Brücken vorgesehen
D-s1,d0 E1 PT

Wesentliches Merkmal	Leistung
Dauerhaftigkeit <ul style="list-style-type: none"> ▪ Art der Behandlung ▪ Schutzmittel ▪ Eindringtiefeklasse ▪ Wert der Schutzmittelaufnahme ▪ Zielorganismen: <ul style="list-style-type: none"> · holzzerstörende Pilze · Insekten · Termiten · maritime Holzzerstörer 	PT Kesseldruckimprägnierung Korasit KSM NP 5 14 kg/m ³ Ja Ja Ja NPD

Abb. 1: Beispiel für eine CE-Kennzeichnung eines mit Holzschutzmitteln behandelten Holzbauproduktes sowie Auszug aus der Leistungserklärung

Im Folgenden soll auf einige Aspekte der BAuA-Zulassungen hingewiesen werden, die derzeit in gewissem Widerspruch zu baurechtlichen Regelungen stehen können.

Aktuell bauaufsichtlich zugelassene Holzschutzmittel für die Gebrauchsklassen 1 und 2 werden im Rahmen der gesundheitlichen Bewertung des DIBt auch hinsichtlich ihrer Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) bewertet. Nur Produkte, die die AgBB-Anforderungen (Ausschuss für gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten) erfüllen, können eine Zulassung erhalten. Dieser Aspekt wird in den Biozidzulassungen nicht betrachtet. Könnte aber über die Bauprodukten-Verordnung für mit Holzschutzmitteln behandelte harmonisierte Holzbauprodukte in Zukunft in nati-

onaler Bewertung geregelt werden. Eine entsprechende EU-harmonisierte horizontale Prüfnorm, gültig für alle Bauprodukte liegt mittlerweile vor.

Nicht nur die Parallelität von DIBt- und BAuA-Zulassung kann im Einzelfall Verwirrung stiften, auch die Tatsache, dass auch 4 Jahre nach Veröffentlichung der Normenreihe DIN 68800, auch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen neueren Datums sich immer noch auf die DIN 68800 Teil 3 in der Fassung von 1990 beziehen, kann zu Fehleinschätzungen führen. So werden auch weiterhin erforderliche Einbringungsmengen von Holzschutzmittelanwendungen im Kesseldruck- oder Doppelvakuumverfahren noch auf das Gesamtholzvolumen bezogen und nicht auf die behandelte Zone, basierend auf den europäisch gültigen Wirksamkeitsbewertungen. So besteht die Gefahr von Fehlanwendungen.

Die wenigen bisher vorliegenden Biozidzulassungen von bekämpfend wirkenden Holzschutzmitteln, derzeit nur reine Borpräparate, abgesehen von Begasungsmitteln, liefern keine Angaben zur Wirkungsgeschwindigkeit (schnell, langsam, verzögert), obwohl die entsprechende Bewertungsnorm der Insektenprüfungen diese Einteilung vorsieht. Somit würde ein wichtiges Leistungsmerkmal für die Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes Mittel nicht zur Verfügung stehen.

5 Zusammenfassung

Die Umsetzung Biozidverordnung hat zwar in der Notifizierungsphase die Anzahl einsetzbarer Altwirkstoffe für die Holzschutzmittelhersteller nominell halbiert. Tatsächlich sind Anfang der 2000er aber nur wenige relevante, langjährig eingesetzte Wirkstoffe verloren gegangen, die von Herstellerseite nicht weiter unterstützt wurden. Weit schwerer wirken die teilweise erheblichen Verwendungsbeschränkungen der bewerteten und zugelassenen Altwirkstoffe auf bestimmte Anwender oder Einsatzzeiträume.

Die in Umfang und Qualität harmonisierten Datenanforderungen und Bewertungen sichern grundsätzlich die Europaweite Vermarktungsfähigkeit. Diese Möglichkeit dürfte von Herstellerseite überwiegend als Chance gesehen werden. In absehbarer Zeit wird es keine ungeprüften und/oder nicht bewerteten Holzschutzmittel mehr auf dem Markt geben.

Die von behördlicher Seite verfügbaren, begrenzten Informationen zu den nach Biozidrecht zugelassenen Holzschutzmitteln sind wenig geeignet, eine begründete Produktauswahl zu treffen. So sind bisher Informationen des Herstellers unerlässlich. Es wäre wünschenswert, wenn diese Informationen durch die BAuA, ähnlich wie für 4 Borpräparate bereits geschehen, veröffentlicht werden.

Die Instrumente einer vollständigen, verwendungsbestimmenden Kennzeichnung liegen mit der DIN 68800 Teil 3 und den harmonisierten Holzbauproduktenormen seit mehreren Jahren vor. Es bleibt Aufgabe der Planer, Kunden und nicht zuletzt der staatlichen Marktaufsicht diese einzufordern und sicherzustellen.

Quellen/Literatur

DIN 68800-3:2012 Holzschutz – Teil 3: Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln.

EN 15228:2009-03 Bauholz – Bauholz für tragende Zwecke mit Schutzmittelbehandlung gegen biologischen Befall“.

Entwurf Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (April 2016).

Fischer, Jürgen (2016); Alternative Maßnahmen und Verfahren zum Einsatz von Kreosot; Deutsche Holzschutztagung, S.160–171.

<http://www.biozid-portal.de/>

<http://www.baua.de/de/Chemikaliengesetz-Biozidverfahren/Biozide/Produkt/Zugelassene-Biozidprodukte.html>

<https://echa.europa.eu/de/regulations/biocidal-products-regulation/approval-of-active-substances/list-of-approved-active-substances>

JÜNGEL, PETER (2016); Chemischer Holzschutz im Wandel der Zeit; Deutsche Holzschutztagung (Vortrag)

Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen, aktuelle Fassung (Juni 2015), verfügbar auf www.dibt.de

QUITT, HUBERTUS (2016); Anwendungsbezogene Zusammenstellung der in Deutschland verwendbaren Holzschutzmittel, Bekämpfungsmittel und Schwammsperrmittel (hquitt@t-online.de).

REIßER, PETER; WEGNER, ROBBY (2014); Rechtliche Anforderungen an Holzschutzmittel und schutzmittelbehandeltes Holz – Hinweise zur Umsetzung des Biozid- und Bauproduktenrechts; Tagungsband Deutsche Holzschutztagung; S. 31–38.

Verordnung (EU) Nr. 528/2012 vom 22.05.2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten (Biozidverordnung – BPR); Verordnung (EU) Nr. 334/2014 vom 11.03.2014 zur Änderung der BPR hinsichtlich bestimmter Bedingungen für den Zugang zum Markt.

Verordnung (EG) Nr. 1451/2007 vom 04.12.2007 über die zweite Phase des Zehn-Jahres-Arbeitsprogramms gemäß Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten.



Wegner, Robby

Dr. rer. nat.

1985–1990: Chemiestudium (Diplom) an der TH Merseburg

1993: Promotion über organische Elektronenleiter am Institut für Organische Chemie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU)

1992–1994: wissenschaftlicher Mitarbeiter der MLU bzw. der SynTec, Wolfen

seit 1994: wissenschaftlicher Mitarbeiter und Laborleiter an der MPA Eberswalde

Mitglied der Sachverständigenausschüsse und Arbeitsgruppen Holzschutzmittel am DIBt

Mitglied im Normenausschuss zur DIN 68800 Teil 3

Mitglied verschiedener WTA-Arbeitskreise

Mitglied des Ausbildungsbeirates Holzschutz am Bau des DHBV

Fachbuch Holzschutz in zweiter Auflage



Anfang 2015 war im Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag München das Fachbuch „Holzschutz“ erschienen, das in Zusammenarbeit des Instituts für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD) und des Sächsischen Holzschutzverbandes e.V. entstand und auf den langjährigen Erfahrungen der sieben Autoren in Theorie und Praxis des Holzschutzes aufbaut.

Im September 2016 erschien bereits die zweite Auflage, die gegenüber der sehr positiv aufgenommenen Erstauflage aktualisiert und deutlich erweitert wurde. Es wurden neueste Entwicklungen in Normung und Gesetzgebung sowie auch Hinweise von Rezensenten und Lesern zur ersten Auflage berücksichtigt. Zahlreiche Abbildungen wurden graphisch überarbeitet oder ersetzt. Der Abschnitt zu den holzschädigenden Insekten wurde um deren natürliche Feinde (Antagonisten) erweitert. Der

wichtige Abschnitt zum baulich-konstruktiven Holzschutz wurde intensiv überarbeitet und dabei übersichtlicher geordnet. Deutlich ausführlicher sind auch die Themenbereiche „Modifizierung und Hydrophobierung von Holz“ sowie „Besonderheiten Kunstgut und Denkmalpflege“; bei letzterem finden sich jetzt auch Erläuterungen zum Schimmelpilzbefall.

In übersichtlicher Form sind in diesem Lehrbuch alle wichtigen Aspekte des vorbeugenden und bekämpfenden Holzschutzes zusammengestellt und verständlich aufbereitet. Ausgehend von den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Holzes und den abiotischen und biotischen Schadfaktoren werden der Stand der Technik baulich-konstruktiver und chemischer Schutzmaßnahmen erläutert und dabei die aktuellen gesetzlichen, normativen und technischen Regelungen berücksichtigt.

Dieses Werk soll sowohl Lehrbuch als auch Ratgeber und Nachschlagewerk für die Praxis sein. Es richtet sich daher vor allem an Auszubildende und Studenten, aber auch an Architekten, Bauingenieure und Bauausführende, Sachverständige im Holz- und Bautenschutz sowie an Beschäftigte im Garten- und Landschaftsbau und im Holzhandel.

Autoren: Wolfram Scheiding, Peter Grabes, Tilo Haustein, Vera Haustein, Norbert Nieke, Harald Urban, Björn Weiß

Hanser Fachbuch (Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG) Zweite, aktualisierte und erweiterte Auflage 09/2016

296 Seiten, flexibler Einband, durchgehend vierfarbig bebildert

Buch: 35,00 € (ISBN: 978-3-446-44777-6)

E-Book (PDF): 27,99 € (ISBN: 978-3-446-44844-5)

Weitere Beiträge

Dauerhaftigkeit und Gebrauchsdauer bewitterter Holzbauteile unter technischen und ästhetischen Aspekten

Wolfram Scheiding

Kurzfassung

Dieser Beitrag soll im ersten Teil die unterschiedliche Bedeutung des Begriffs „Dauerhaftigkeit“ in der europäischen und deutschen Regelung bzw. Normung im Bauwesen aufzeigen. Weiterhin werden die Zusammenhänge zu den Gebrauchsbedingungen (Gebrauchsklasse) von Holzbauteilen und zur Gebrauchsdauer erläutert. Im zweiten Teil wird auf die Besonderheiten und Probleme bei der Bewertung des Erscheinungsbildes (ästhetische Funktion) sowie auf die Bewertung optischer Mängel eingegangen.

1 Dauerhaftigkeitsbegriff in Bauproduktennormen

Im Anhang I der Europäischen Bauproduktenverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011) sind Grundanforderungen an Bauwerke festgelegt: „Bauwerke müssen als Ganzes und in ihren Teilen für deren Verwendungszweck tauglich sein, wobei insbesondere der Gesundheit und der Sicherheit der während des gesamten Lebenszyklus der Bauwerke involvierten Personen Rechnung zu tragen ist. Bauwerke müssen diese Grundanforderungen an Bauwerke bei normaler Instandhaltung über einen wirtschaftlich angemessenen Zeitraum erfüllen.“ Hier heißt es unter Punkt 7 Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen: „Das Bauwerk muss derart entworfen, errichtet und abgerissen werden, dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden und insbesondere Folgendes gewährleistet ist: ... b) das Bauwerk muss dauerhaft sein; ...“.

Die Dauerhaftigkeit ist hier eine Anforderung an Gebäude und bezieht sich auf die Erfüllung der wesentlichen Anforderungen auch der Bauelemente und Baustoffe über die Nutzungs- bzw. Gebrauchsdauer. In diesem Sinne findet sich der Begriff der Dauerhaftigkeit auch in verschiedenen harmonisierten europäischen Normen und beinhaltet hier die Erfüllung einer (meist technischen) Funktion oder einer charakteristischen Eigenschaft innerhalb der Nutzungs- bzw. Gebrauchsdauer. Nachfolgend wird dies beispielhaft an ausgewählten Normen für Bauprodukte gezeigt (Tab. 1).

Norm	Passagen zum Begriff „Dauerhaftigkeit“ (Auszüge aus den Originaltexten)
Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit; Deutsche Fassung EN 14351-1:2006+A1:2010	<p>4.15 Dauerhaftigkeit 4.15.1 Allgemeines ... Durch eine geeignete Wahl der Werkstoffe ... muss der Hersteller die Dauerhaftigkeit seines Produktes (seiner Produkte) für eine wirtschaftlich sinnvolle Lebensdauer sicherstellen....</p> <p>4.15.2 Dauerhaftigkeit bestimmter Eigenschaften Die Dauerhaftigkeit bestimmter Eigenschaften muss wie folgt sichergestellt werden: – Schlagregendichtheit und Luftdurchlässigkeit ... – Wärmedurchgangskoeffizient ...</p>
Vorhangfassaden – Produktnorm; Deutsche Fassung EN 13830:2015	<p>4.19 Dauerhaftigkeit 4.19.1 Allgemeines Fähigkeit des Vorhangfassadenbausatzes, seine geforderten wesentlichen Leistungsmerkmale unter dem Einfluss der vorhersehbaren Einwirkungen aufrechtzuerhalten. Bei normaler Wartung muss das Produkt bei ordnungsgemäß geplanten und ausgeführten Arbeiten die Erfüllung der wesentlichen Anforderungen für eine wirtschaftlich angemessene Frist (Lebensdauer des Produkts) ermöglichen.</p> <p>4.19.2 Dauerhaftigkeit der Schlagregendichtheit</p> <p>4.19.3 Dauerhaftigkeit des Wärmedurchgangskoeffizienten</p> <p>4.19.4 Dauerhaftigkeit der Luftdurchlässigkeit</p>
DIN EN 14351-1:2006+A1:2010 Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit	<p>4.15 Dauerhaftigkeit 4.15.1 Allgemeines ANMERKUNG: Die Dauerhaftigkeit von Fenstern und Außentüren hängt von der langfristigen Leistung der einzelnen Bauteile und Werkstoffe und von der Montage des Produktes und dessen Wartung ab.</p> <p>4.15.2 Dauerhaftigkeit bestimmter Eigenschaften ... – Schlagregendichtheit und Luftdurchlässigkeit – Wärmedurchgangskoeffizient – Fähigkeit zur Freigabe</p>
FprEN 16755 Dauerhaftigkeit des Verhaltens bei Brandeinwirkung – Klassen der mit Feuerschutzmitteln behandelten Holzprodukte für Anwendungen im Innen- und Außenbereich	<p>Der vorliegende europäische Norm-Entwurf beschreibt die Eigenschaften, ... um sicherzustellen, dass deren Feuerschutz-Eigenschaften über die gewünschte Gebrauchsdauer in den angenommenen Bedingungen unvermindert vorhalten.</p> <p>... Mechanische Eigenschaften und die biologische Dauerhaftigkeit von mit Feuerschutzmitteln behandelten Holzprodukten sind kein Bestandteil des vorliegenden Dokuments.</p>

Tab. 1: Begriff und Bedeutung „Dauerhaftigkeit“ in Bauproduktenormen

2 Dauerhaftigkeitsbegriff in Holzschutznormen

Der Begriff „Dauerhaftigkeit“ ist im Kontext zum Holzschutz auf nationaler und europäischer Ebene eingeführt und akzeptiert. Ursprünglich wurde hierunter die Dauerhaftigkeit natürlicher Holzarten gegen holzerstörende Pilze, Insekten und Meeresorganismen verstanden, wie dies in DIN EN 350, DIN 68800 und anderen Normen festgehalten war und ist. Da heute im Außenbereich neben natürlich dauerhaften und schutzmittelbehandelten auch modifizierte und hydrophobierte Hölzer im Einsatz sind, erscheint „biologische Dauerhaftigkeit“ als übergeordneter Begriff geeigneter und wird auch in verschiedenen Normen verwendet (siehe Tab. 2).

Für imprägniertes Holz konnte (und durfte) bisher keine Dauerhaftigkeitsklasse angegeben werden, obwohl dies immer wieder anzutreffen war, z. B. in Werbeunterlagen einiger Baumärkte oder im Internet. Bei holzschutzmittelimprägnierten Hölzern muss die Wirksamkeit (biozide Wirkung) des Schutzmittels geprüft sein, und der Holzschutzmittelhersteller gibt die notwendigen Einbringmengen entsprechend der vorgesehenen Gebrauchsklasse vor. Die erforderlichen Eindringtiefen sind insbesondere DIN 68800-3 zu entnehmen.

Ein neuer Ansatz bei der Überarbeitung bzw. Neufassung der DIN EN 350 „Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten“ war es, dass es möglich wird, eine Dauerhaftigkeit sowohl für natürliches als auch für schutzmittelbehandeltes, modifiziertes und anderweitig vergütetes Holz und auch Holzwerkstoffe zu ermitteln bzw. anzugeben, wodurch verschiedene Holzprodukte mit gleicher Verwendung besser vergleichbar werden sollen. In der neuen EN 350 werden unter dem Begriff Holzprodukte unter anderem folgende verstanden: hitzebehandeltes, durch chemische, physikalisch-chemische oder physikalische Prozesse modifiziertes Holz, verklebtes Holz, Holzwerkstoffplatten, Holz-Polymer-Werkstoffe sowie schutzmittelbehandeltes Holz.

Weiterhin arbeitet die Arbeitsgruppe WG 28 „Performance classification“ innerhalb des CEN/TC 38 „Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten“ derzeit an der Neufassung der EN 460 und entwickelt Methoden für eine Abschätzung der Gebrauchsdauer auf Basis der biologischen Dauerhaftigkeit, des Feuchteverhaltens und der Einbaubedingungen.

Einige Forschungsarbeiten der letzten Jahre befassen sich mit den Probleme und Möglichkeiten zur Gebrauchsdauervorhersage (u. a. SUTTIE et al. 2014; ALFREDSEN et al. 2016; BRISCHKE et al. 2014; BRISCHKE 2016). Die Ergebnisse dieser Arbeiten fließen direkt in die Normungsarbeit ein bzw. bilden eine Basis für neue Prüfnormen, z. B. zur Bestimmung des Aufweichungs- und Trocknungsverhaltens von Holz.

In Tab. 2 sind einige Normen aus dem Holzbereich und ihre jeweiligen Bezüge zu Dauerhaftigkeit und Gebrauchsdauer aufgeführt.

Norm	Bezug zu Dauerhaftigkeit und Gebrauchsdauer
FprEN 350:2016-03 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff	<p>3 Begriffe 3.6 Dauerhaftigkeit gegen biologischen Angriff Widerstandsfähigkeit einer Holzart oder eines Holzproduktes gegen Holz zerstörende Organismen</p> <p>Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Widerstandsfähigkeit ist auf das Vorhandensein natürlicher Bestandteile zurückzuführen, die unterschiedliche Toxizitätsgrade gegenüber biologischen Organismen aufweisen können und/oder auf anatomische Besonderheiten oder eine bestimmte Zusammensetzung bestimmter Holzprodukte.</p>
DIN EN 1001-2:2005 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Terminologie – Teil 2: Vokabular	<p>Dauerhaftigkeit: Widerstandsfähigkeit von Holz gegen eine Zerstörung durch holzerstörende Organismen</p> <p>Natürliche Dauerhaftigkeit: dem Holz eigene Widerstandsfähigkeit gegen einen Angriff durch holzerstörende Organismen</p>
DIN EN 14220:2006 Holz und Holzwerkstoffe in Außenfenstern, Außentüren und Außentürzargen – Anforderungen und Spezifikationen	<p>6 Biologische Dauerhaftigkeit Holz für Fenster, Außentürblätter und Außentürzargen müssen im Hinblick auf die Nutzungsbedingungen ausgewählt werden.</p> <p>Für Holzelemente mit einer der Witterung ausgesetzten Seite (siehe Anhang B) gilt die Gebrauchsklasse 3. Für alle anderen Elemente gilt Gebrauchsklasse 2 (siehe EN 335-1). Für Holzelemente mit einer der Witterung ausgesetzten Seite sind Holzarten mit einer natürlichen Dauerhaftigkeit der Klasse 3 (siehe EN 350-2) üblicherweise ausreichend (siehe EN 460). Holzarten mit einer natürlichen Dauerhaftigkeit der Klassen 1 oder 2 sind ausreichend.</p>
DIN EN 14342:2013 Holzfußböden und Parkett – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung	<p>4.8 Biologische Dauerhaftigkeit 4.8.1 Allgemeines Die biologische Dauerhaftigkeit der Produkte für Holzfußböden und Parkett wird entweder durch die natürliche Dauerhaftigkeit erreicht oder, sofern erforderlich, durch eine angemessene Behandlung. [...]</p> <p>ANMERKUNG: [...] Hinweise zu der Beziehung zwischen natürlicher Dauerhaftigkeit und der Einstufung des Produkts in eine bestimmte Gebrauchsklasse sind EN 460 zu entnehmen.</p>

Tab. 2: Ausgewählte Normen zu Holzprodukten mit Bezug zu Dauerhaftigkeit und Gebrauchsdauer

3 Gebrauchsdauer

3.1 Begrifflichkeiten Gebrauchsdauer – Lebensdauer – Standzeit

Die Begriffe Gebrauchsdauer, Lebensdauer und Standzeit werden in der Praxis meist sinngemäß verwendet. Für unbelebte Dinge ist „Lebensdauer“ an sich ungeeignet. Allerdings ist im englischen Sprachgebrauch *life cycle* üblich (vgl. *life cycle analysis*, LCA); auch wird von *service life* gesprochen (vgl. *service life prediction*, SLP). Im Holzlexikon (LOHMANN et al. 2003) wird Gebrauchsdauer definiert als „... Zeitspanne, in denen eine Sache (z. B. Holzgegenstände, Holzkonstruktionen) genutzt (= Nutzungsdauer) oder gebraucht werden können, bevor sie nicht mehr funktionsfähig sind“.

Aus der Bauproduktenverordnung Anhang 1 „Grundanforderungen an Bauwerke“ ergibt sich die Definition der Gebrauchsdauer als der wirtschaftlich angemessene Zeitraum, über den ein Produkt bei normaler Beanspruchung und Instandhaltung seine wesentlichen Funktionen erfüllt. Bei Bauprodukten ist davon auszugehen, dass die wesentlichen Funktionen technische Funktionen sind; bei Bauprodukten, die zum Erscheinungsbild eines Bauwerks beitragen und wo dieses relevant ist, zählt auch die ästhetische Funktion dazu.

Die ISO 15686-1:2011 „Hochbau und Bauwerke – Planung der Lebensdauer“ definiert die Gebrauchsdauer als „Zeitraum nach der Erstellung, über den ein Bauwerk oder dessen Bauteile die Leistungsanforderungen erfüllen oder übererfüllen“. Diese ISO-Reihe erlangte inzwischen zunehmende Bedeutung und ist auch der Hintergrund, dass man versucht, eine Gebrauchsdauer von Gebäuden und Bauprodukten zu definieren bzw. zu benennen. Der Holzsektor steht hier vor einer schwierigen Aufgabe, da einerseits andere Baustoffe wie Beton oder Metall hier schon einige Daten vorweisen können und andererseits die Gebrauchsdauervorhersage bei bewitterten Holzbauteilen deutlich schwieriger ist.

3.2 Dauerhaftigkeit und Gebrauchsdauer von Holzprodukten

Zum Zusammenhang zwischen Dauerhaftigkeit und einer möglichen, zu erwartenden oder angestrebten Gebrauchsdauer gibt es verschiedene Literaturquellen; bestimmte Tabellen oder Zahlenangaben tauchen immer wieder auf. Als Beispiele seien genannt die „Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe“ von KOLLMANN (1951) als „Klassiker“ und das Holz-Lexikon von LOHMANN et al. (2003) als neuere Quelle. Sowohl die bei KOLLMANN genannten Zeitspannen z. B. für Buche „im Freien ungeschützt stehend“ von 10 bis 60 Jahren als auch die Einschränkungen, die sich unter der Tabelle im Holzlexikon (vgl. Abb. 1) finden, legen nahe, dass solche Angaben zur Gebrauchsdauer nur eine grobe Orientierung geben können. Als anerkannte Regeln der Technik sind sie grundsätzlich nicht zu betrachten.

Dauerhaftigkeitsklassen, Tabelle 1. Dauerhaftigkeitsklassen nach DIN EN 350-1 und -2 gegen Pilzbefall im Erdkontakt.

Dauerhaftigkeitsklasse	Bezeichnung	Standdauer von Holz mit 5 × 5 cm ² Querschnitt in Erdkontakt*
1	sehr dauerhaft	länger als 25 Jahre
2	dauerhaft	15 bis 25 Jahre
3	Mäßig dauerhaft	10 bis 15 Jahre
4	Wenig dauerhaft	5 bis 10 Jahre
5	nicht dauerhaft	kürzer als 5 Jahre

* Relative Angaben als Vergleichswerte. Im Einzelfall kann die Standdauer (↗Haltbarkeit von Holz) sowohl länger als auch deutlich kürzer sein. Ohne Erdkontakt ist sie in der Regel erheblich länger und hängt dann auch von der ↗Permeabilität der jeweiligen Holzart ab.

Abb. 1: Dauerhaftigkeit gegen Pilzbefall und Standdauer von Holz. Auszug aus Holzlexikon, Stichwort „Dauerhaftigkeit“ Tab. 1 (LOHMANN et al. 2003)

3.3 Brauchbarkeit von Aussagen zur Gebrauchsdauer

Die tatsächliche Gebrauchsdauer hängt auch wesentlich von der Gebrauchsklasse bzw. der Beanspruchung sowie weiteren Faktoren ab. Daher kann die Ableitung einer Gebrauchsdauer allein aus der Dauerhaftigkeit bestenfalls eine grobe Orientierung darstellen, so dass solche Angaben nur begrenzten praktischen Wert haben. Ungeprüfte Angaben zur Dauerhaftigkeitsklasse oder nicht abgesicherte Aussagen (Auslobungen) zur Gebrauchsdauer sind zu vermeiden; sie wecken falsche Erwartungen beim Kunden bzw. verpflichten den Hersteller des Produktes/Werkes ggf. unnötig (Vertrag, Gewährleistung).

Aussagen zur Gebrauchsdauer haben heute aber eine ganz neue Bedeutung im Rahmen von

- Nachhaltigkeit, Klima-/Ressourcenschutz, CO₂-Speicherung,
- Ökobilanzen, LCA (life cycle assessment),
- EPD (environmental product declaration),
- Konzepte für nachhaltiges Bauen („green building“), z. B. DGNB, LEED, BREEAM.

Die zu erwartende Gebrauchsdauer von Bauteilen ist zunehmend ein wichtiges Argument für die Auswahl bestimmter Materialien und Konstruktionen, nicht zuletzt durch die ISO 15686-1 „Hochbau und Bauwerke – Planung der Lebensdauer“, die stetig an Bedeutung gewinnt. Bauprodukte aus Holz müssen sich auch in dieser Hinsicht dem Wettbewerb mit anderen Baumaterialien stellen, und Daten und Regeln zu deren Ermittlung werden dringend benötigt.

4 Erscheinungsbild

4.1 Ästhetische Funktion von Holzbauteilen

Es wurde dargestellt, dass ein Bauprodukt seine wesentlichen Funktionen über die Gebrauchsdauer hinweg erfüllen muss. Hierbei handelt es sich üblicherweise um die technischen Funktionen/Leistungen. Allerdings gibt es einige Bauprodukte, bei denen auch die ästhetische Funktion als wesentlich zu betrachten ist. Hierzu zählen im Außenbereich z. B. Fenster, Fassadenbekleidungen Terrassenbeläge oder im Innenbereich z. B. Bodenbeläge und Parkett oder Wand- und Deckenbekleidungen.

4.2 Bewertung des Erscheinungsbildes

Die Beurteilung, ob ein Bauprodukt seine ästhetische Funktion noch erfüllt, z. B. im Rahmen von Sachverständigengutachten, ist schwierig, da keine normativen Vorgaben, sonstige technische Regeln oder konkrete vertragliche Vereinbarungen als Vergleichsmaßstab herangezogen werden können. Folgende Überlegungen könnten hier anzustellen sein:

- Was sind die technischen Funktionen von Holzbauteilen (Tragfähigkeit, zulässige Verformung)? Bestehen Gefährdungen? Was sind die Versagenskriterien?
- Ist die ästhetische Funktion ein wesentliches Merkmal?
- Welche Änderungen im Erscheinungsbild, die sich infolge natürlicher Bewitterung und normaler Nutzung zwangsweise ergeben, müssen hingenommen werden?
- In welchem Zeitraum muss eine bestimmte ästhetische Funktion erfüllt werden (Beachtung Reinigung und Wartung)?
- Was ist der aktuell akzeptierte Zustand, und inwieweit hat der ästhetische Anspruch durch die Nutzungsbeanspruchung und die natürliche Verwitterung gegenüber dem Neuzustand abgenommen?

Die Erwartungshaltung eines Auftraggebers, Bauherrn oder Verbrauchers resultiert häufig aus der Betrachtung von Materialmustern, Musterflächen innen und außen, Referenzflächen sowie Unterlagen und Fotos in Printmedien (Prospekte, Flyer) bzw. E-Medien (Internet, E-Mail). Insbesondere auf Fotos wird meist der Neuzustand dargestellt, der sich – zumindest bei nicht oberflächenbehandelten, bewitterten Holzprodukten – innerhalb weniger Wochen bis Monate deutlich verändert. Ein weiteres Problem sind bestimmte Formulierungen der Anbieter, die unkonkret sind und von den Vertragsparteien unterschiedlich aufgefasst werden können. Zu solchen, eventuell kritischen Begriffen zählen „hochwertig“, „edle Optik“, „edle Patina“, „wetterbeständig“, „langlebig“ oder „dauerhaft“.

Häufig werden Veränderungen im Erscheinungsbild reklamiert, z. B.:

- Bewuchs durch holzverfärbende Mikroorganismen (Bläue- und Schimmelpilze, Algen),
- ungleichmäßige Verwitterung, Fleckenbildung (oft erst im nassen Zustand auffällig),
- ungleichmäßige Aufnahme bzw. Abwitterung oder Ablösung schichtbildender Anstriche,
- Verfärbungen infolge Eisen-Gerbstoff-Reaktion oder Korrosion,

- Auswaschung von Inhaltsstoffen („Ausbluten“) und Verfärbung benachbarter Bereiche (z. B. ablaufendes Wasser auf Putzfassaden),
- Mazeration, z. T. ungleichmäßig (selten).

Die besondere Problematik in der Diskussion oder beim Streit und das Erscheinungsbild liegt oft in Folgendem:

- Der Kunde (Laie) wurde nicht nachweisbar bzw. streitfest aufgeklärt.
- Beim Kunden wurden (unabsichtlich) falsche Erwartungen geweckt.
- Der Kunde hat seine Erwartungen nicht oder unzureichend kommuniziert.
- Der Begriff „schön“ ist subjektiv, schwer definierbar und nicht messbar.
- Emotionen entscheiden maßgeblich über die Akzeptanz beim Kunden.

Bei der Beurteilung ist zu beachten, dass sich das Erscheinungsbild aus einer Vielzahl von Einzelmerkmalen ergibt, die zumindest teilweise objektiv beurteilt werden können. Der ästhetische Gesamteindruck ist jedoch eine subjektive Kategorie, so dass eine Bewertung nur im konkreten Einzelfall möglich ist. Im Reklamations- oder Streitfall ist unter anderem zu klären:

- Welches Erscheinungsbild wurde explizit vereinbart oder kann als stillschweigend vereinbart betrachtet werden?
- Weicht das Erscheinungsbild vom vereinbarten/zu erwartenden ab?
- Ist die Abweichung wesentlich bzw. geht sie über ein hinzunehmendes Maß hinaus?
- Worin liegen die Ursachen (Materialauswahl, Verlegung, Verwitterung, Nutzung)?

Wenn – wie so häufig – keine eindeutigen Parameter zum Erscheinungsbild festgelegt wurden, ist es sehr schwierig, zu bewerten, was eine „übliche Beschaffenheit“ ist bzw. was „nach der Art des Werkes zu erwarten ist“, wie dies im Kaufrecht (§ 433 ff. BGB) oder dem Werkvertragsrecht (§ 633 ff. BGB) formuliert ist. Dennoch müssen die Ansprüche an konkreten Fakten festgemacht werden.

In Tab. 3 sind daher Kriterien aufgezählt, die bei einer visuellen Bewertung von Terrassen- und Balkonbelägen im Rahmen von Reklamationen oder Streitfällen herangezogen werden können. Die Bewertung sollte bei oberflächlich abgetrocknetem Belag durchgeführt und der Gesamteindruck im Stehen aus nutzungsüblichen Blickwinkeln eingeschätzt werden.

Neuzustand	Gebrauchszustand
<ul style="list-style-type: none"> • Holzart • Textur (Maserung/Jahringlage) • Kern-/Splintholzanteil • Astigkeit (Anzahl, Größe, Zustand) • Profilierung (geriffelt/glatt) • Format (schmal/breit) • Stöße, Keilzinkenverbindungen • Oberflächenbehandlung • Größe und Zuschnitt der Gesamtfläche • Verlegeabstand (Längs-/Querfugen) • Verlegerichtung (zum Gebäude/Betrachter) • Verlegeart (Längsstöße) • Befestigungsart (sichtbar/verdeckt) • üblicher Betrachtungswinkel • Kontext zu Objekt/Gesamtfläche 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschattung (Gebäude, Bäume) • Belegung (Möbel, Blumentöpfe) • Holzfeuchte • Verwitterung (Vergrauung) • Verschmutzung • Reinigungszustand • Pflegezustand (z. B. geölt) • Verformungen • Fugenbreiten (längs, seitlich) • Riss- und Splitterbildung • Mazeration (Ablösen von Fasern) • Verfärbungen durch Korrosion und Eisen-Gerbstoff-Reaktion • Fäule durch holzerstörende Pilze • Verfärbungen durch Bläue- und Schimmelpilze • Bewuchs durch aeroterrestrische Algen

Tab. 3: Kriterien zur Bewertung von Terrassen- und Balkonbelägen

Zur Beurteilung können ggf. auch verschiedene Normen zur Holzqualität herangezogen werden, z. B. DIN EN 942 „Holz für Tischlerarbeiten“. Meist sind aber solche Normen kein Vertragsbestandteil bzw. enthalten keine Aussagen zum Erscheinungsbild. Weiterhin können ggf. technische Regeln herangezogen werden, um das Erscheinungsbild bewitterter Holzkonstruktionen zu bewerten, da hier auch die Konstruktion eine Rolle spielt. In einigen Fällen wird hier auch explizit auf Verfärbungen oder Rissbildung eingegangen:

- Fachregeln des Zimmererhandwerks 01 Fassadenbekleidungen (Holzbau Deutschland),
- Fachregeln des Zimmererhandwerks 02 Balkone und Terrassen,
- Terrassen- und Balkonbeläge. Gesamtverband deutscher Holzhandel e.V. (GD Holz),
- Terrassenbeläge aus Holz. Holzforschung Austria,
- Terrassenbeläge aus Holz. Lignatec-Broschüre Nr. 27 (Lignum, Schweiz).

Für das Vorgehen zur Bewertung des Erscheinungsbildes wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

Vorbereitung:

- Feststellung anhand von Unterlagen (Prospekte, Leistungsbeschreibung, Angebot/Auftrag), und was für einen Vertrag es sich handelt (Kaufvertrag, Werkvertrag) und was explizit oder indirekt Vertragsbestandteile sind,
- Feststellung, was im konkreten Fall unter „üblicher, zu erwartender Beschaffenheit“ zu verstehen ist.

Durchführung:

- Inaugenscheinnahme der Fläche (üblicherweise im trockenen Zustand),
- Feststellung, ob die vereinbarte Beschaffenheit gegeben ist (z. B. Holzart, Verlegung),
- Feststellung des aktuellen Gebrauchszustandes (Risse, Verfärbungen, Pflege),
- Bewertung des Gesamteindrucks,
- Bewertung der bemängelten Schäden (Einzelbauteil, verfärbte Teilfläche, schadhafter Bereich) im Kontext zum Gesamtobjekt bzw. zur Gesamtlfläche.

Auswertung:

- Feststellung von Abweichungen von der vereinbarten Beschaffenheit,
- Vorschlag von Abhilfemaßnahmen (Reinigung, Pflege, Austausch),
- Bewertung von Alternativen, Empfehlung von Vorzugsvarianten.

5 Zusammenfassung

Anforderungen an die Gebrauchsdauer von Holzterrassen können sich aus technischen Regeln und aus Angaben der Hersteller ergeben.

Eine hinreichende Gebrauchsdauer ergibt sich nur durch Zusammenspiel von biologischer Dauerhaftigkeit bzw. chemischen Schutzmaßnahmen und ordnungsgemäßer Konstruktion, Fertigung und Einbau sowie Wartung und Pflege.

Eine realistische Gebrauchsdauer kann derzeit allein aus einer Dauerhaftigkeitsklasse nicht abgeleitet werden, da sie von zahlreichen weiteren Faktoren abhängt.

Angaben zur Gebrauchsdauer geben ggf. eine grobe Orientierung. Es ist zwischen Werbeaussagen, zugesicherten Leistungen (Garantien) und der tatsächlichen Performance zu unterscheiden.

Ungesicherte (Werbe)Aussagen sind sorgfältig zu prüfen; sie verpflichten den Hersteller (Vertrag, Gewährleistung) und wecken ggf. falsche Erwartungen.

Es sollte davon ausgegangen werden, dass die ästhetische Funktion eine wesentliche Eigenschaft ist, insbesondere bei Fenstern, Fassadenbekleidungen, Wand- und Deckenbekleidungen sowie Boden-, Terrassen- und Balkonbelägen.

Damit ist auch die ästhetische Funktion über die Gebrauchsdauer zu gewährleisten, allerdings bedeutet dies NICHT das Beibehalten des Neuzustands, denn das Erscheinungsbild verändert sich allein infolge natürlicher Prozesse zwangsläufig.

Das Erscheinungsbild basiert nicht auf technischen Regeln und wird häufig nicht klar vertraglich vereinbart. Maßstab sind dann Angaben des Herstellers und ansonsten die (stillschweigend vereinbarte) übliche oder zu erwartende Beschaffenheit.

Die Beurteilung, ob die ästhetische Funktion erfüllt wird, kann nur im Einzelfall erfolgen und bleibt in wesentlichen Teilen subjektiv.

Im Reklamations- oder Streitfall sollten frühzeitig Sachverständige einbezogen werden, die zur Versachlichung der – oft emotionalen – Diskussion beitragen können.

Quellen/Literatur

ALFREDSEN, G.; BRISCHKE, C.; FLÆTE, P.-O.; HUMAR, M.; MEYER-VELTRUP, L. (2016): On the effect of climate and exposure conditions on durability indicators and their potential for service life prediction of woodbased products. International Research Group on Wood preservation IRG/WP 16-20576.

BRISCHKE, C.; MEYER, L.; JERMER, J.; SUTTIE, E. (2014): Gebrauchsdauerplanung und leistungsbasierte Klassifizierung von Holzprodukten. Deutsche Holzschutztagung 2014 am 18. und 19. September 2014 in Braunschweig.

BRISCHKE, C. (2016): Modelling the performance of bio-based building materials International Research Group on Wood preservation IRG/WP 16-20582.

DIN EN 14342:2013 Holzfußböden und Parkett - Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung.

DIN E prEN 16818:2015 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Feuchte-Dynamik von Holz und Holzprodukten.

ISO 15686-1:2011: Hochbau und Bauwerke – Planung der Lebensdauer – Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Rahmenbedingungen.

KOLLMANN, F. (1951): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer-Verlag Berlin 2. Aufl., S. 313.

LOHMANN, U. et al. (2003): Holz-Lexikon. 4. Aufl. DRW-Verlag Leinfelden-Echterdingen.

SUTTIE, E.; BRISCHKE, C.; MEYER, L.; VAN ACKER, J.; KUTNIK, M.; HEISEL, E.; ENGLUND, F.; JERMER, J.; THELANDERSSON, S.; POLÁŠEK, M.; LORENZO, D. (2014): Performance classification of wood in construction – drafting a user friendly European standard. International Research Group on Wood preservation IRG/WP 14-20545.

VERORDNUNG (EU) Nr. 305/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union L 88/5 vom 04.04.2011.



Scheiding, Wolfram
Dr. rer. silv.

1987–1992: TU Dresden, Diplomstudium Forstwirtschaft

1993–1998: TU Dresden, wissenschaftlicher Mitarbeiter Lehrstuhl Forstnutzung

01–09/1999: IHD Dresden, wissenschaftlicher Mitarbeiter Ressort Werkstoffe

seit 10/1999: IHD Dresden, Ressortleiter Biologie/Holzschutz und Leiter Laborbereich Biologische Prüfung

Trockeneisstrahlen – Praktische Erfahrungen

Holger Schmidt-Schuchardt

Kurzfassung

Der Beitrag soll die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen des Trockeneisstrahlverfahrens bei der Behandlung verschiedener Oberflächen aufzeigen.

1 Einleitung

Diverse Kontaminationen mit Holzschutzmittelaltlasten an verschiedenen Sanierungsvorhaben waren der Ausgangspunkt zu prüfen, mit welchen Verfahren sich nachweislich entsprechende Abreicherungen an Schadstoffen erzielen lassen. Dabei sollte im Vordergrund der weitgehende Erhalt der schadstoffbelasteten Originalsubstanz stehen.

Im Zuge der Zimmererarbeiten waren beim Augustinermuseum in Freiburg/Brsg. die mit chlororganischen Holzschutzmitteln belasteten Holzbauteile der denkmalgeschützten historischen Dachkonstruktion zu dekontaminieren.

Aus rohbautechnologischen Gründen musste nach einer gründlichen Reinigung und Entstaubung die gesamte Dachkonstruktion des Langhauses in Einzelteilen zurückgebaut werden. Alle Holzbauteile wurden in eine angemietete Produktionshalle gebracht und dort zunächst einzeln zimmermannsmäßig traditionell instandgesetzt.

Im Leistungsverzeichnis waren für die eigentliche Dekontamination sowohl das Abhobeln der Holzoberflächen als auch die Oberflächenreinigung mittels Sandstrahlverfahren ausgeschrieben worden. Damit sollten die Holzoberflächen allseitig bis 4 mm abgetragen werden, um die in den oberflächennahen Holzschichten angereicherten Schadstoffe dauerhaft zu entfernen. Gegebenenfalls danach noch vorhandene Schadstoffreste sollten mittels Maskierung der Holzoberflächen am Holz gebunden und durch einen Schutzanstrich abgedeckt werden.

Auf Wunsch des Auftraggebers und der Denkmalpflege wurden verschiedene Verfahren getestet und Musterflächen angelegt. Obwohl durch das allseitige Abhobeln der historischen Holzbauteile eine sehr gute Schadstoffabreicherung erzielt werden konnte, wurde dieses Verfahren zuerst verworfen, weil die dabei erzeugten Holzoberflächen keinerlei Bezug mehr zur Originalsubstanz erkennen ließen. Abgesehen von den durch das Abhobeln entstehenden scharfen Kanten wird durch ein allseitiges Abnehmen von Holzsubstanz bis 4 mm Stärke auch die Bauteilgeometrie so verändert, dass der Kraftschluss zwischen den einzelnen Bauteilen beeinträchtigt wird.



Abb. 1: Freiburg Augustinermuseum Rückbau des Dachtragwerkes über dem Langhaus (Bildquelle: Firma Bennert)



Abb. 2: Freiburg Augustinermuseum freiliegendes Langhaus (Bildquelle: Firma Bennert)

Auch die Probeflächen, die mittels Sandstrahlverfahren hergestellt wurden, entsprachen schließlich nicht den gewünschten Oberflächenvorstellungen. Trotz Einsatzes verschiedener Sandstrahlverfahren mit diversen Strahlgütern und deren Kombination, führte das Sandstrahlen immer zu einem unterschiedlichen Abbau des Früh- und Spätholzanteils. Der weichere Frühholzanteil wird stark abtrassiv abgebaut, während der Spätholzanteil abgesehen von den Bearbeitungsspuren stehen bleibt.

Es entsteht eine sehr raue, berg- und talbahnartige Holzoberflächenoptik, wobei die Abreicherungsergebnisse hinsichtlich des Schadstoffgehaltes als gut bis sehr gut eingeschätzt werden können. Problematisch erweist sich beim Sandstrahlverfahren auch die Entsorgung des eingesetzten Strahlgutes, die bei Schadstoffdekontaminationen nur als teurer Sondermüll entsorgt werden können.

Weil die Denkmalpflege die vorgenannten Oberflächenqualitäten für die sichtbar geplante Holzkonstruktion nicht akzeptieren wollte, wurde nach Alternativen gesucht. In der Industriereinigung wurden zu dieser Zeit schon erfolgreich verschiedene Oberflächen mit Trockeneis gereinigt. An entsprechenden Probehölzern wurde zunächst die Eignung des Verfahrens für die Schadstoffdekontamination getestet.

Schließlich wurden unter gutachterlicher Begleitung alle Hölzer im Strahlverfahren mit Trockeneis gereinigt. Die Abrasion hielt sich hier sehr deutlich in Grenzen. Obwohl zunächst mehrfach am Erfolg dieser Technologie gezweifelt wurde, konnte durch die gutachterlich geführten Erfolgsmessungen nachgewiesen werden, dass in diesem Falle sowohl PCP als auch Lindan bis an die Nachweisgrenze abgereichert werden konnten.



Abb. 3: Freiburg Augustinermuseum Schadstoff-dekontamination durch Trockeneisstrahlen in der Lagerhalle
(Bildquelle: Firma Bennert)

Die Erfolgsmessungen wurden sowohl an der Holzsubstanz durchgeführt als auch die Ausgasung in die Raumluft durch Einlagerung in hermetisch abgeschlossenen Räumlichkeiten gemessen.

Die zunächst als sekundär eingestufte Belastung durch Chlornaphtaline wurde ebenfalls deutlich reduziert. In der Raumluft waren allerdings noch Werte von 90.000 ng/cbm nachweisbar.

Durch die abschließende Maskierung/Beschichtung mit PU-Harz und einen Folgeanstrich auf Acrylatbasis konnte das Austreten von Chlornaphtalin schließlich auf 17.500 ng/cbm Raumluft abgesenkt werden.



Abb. 4: Freiburg Augustinermuseum Maskierung der Hölzer
(Bildquelle: Firma Bennert)



Abb. 5: Freiburg Augustinermuseum Wiedererrichten des Dachtragwerkes
über dem Langhaus (Bildquelle: Firma Bennert)

Eine Klimaanlage mit entsprechendem Aktivkohlefilter sorgt dafür, daß keine Anreicherung von Restschadstoffen in der Raumluft des Dachgeschosses erfolgen kann. Nur die Kombination der Verfahren und die Summe verschiedener, aufeinander abgestimmter Einzelmaßnahmen führte hier letztendlich zum gewünschten Erfolg und zur Erreichung des Sanierungszielwertes.



Abb. 6: Freiburg Augustinermuseum sichtbare historische Holzkonstruktion (Bildquelle: Firma Bennert)



Abb. 7: Freiburg Augustinermuseum neue Museumsnutzung jetzt auch im Dachgeschoss (Bildquelle: Firma Bennert)

2 Das Trockeneisstrahlverfahren

Das Trockeneisstrahlen ist ein Druckluftstrahlverfahren bei dem Kohlenstoffdioxid (Trockeneis) als Strahlmittel verwendet wird. Das Strahlmittel wird mit einer Temperatur von $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ verarbeitet. Trockeneis ist elektrisch nicht leitend, ungiftig und nicht brennbar.

Während des Strahlvorgangs geht das Strahlmittel vom festen direkt in den gasförmigen Zustand über, die Oberfläche des Bauteils wird lokal unterkühlt, versprödet und löst sich auf Grund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten vom Bauteil. Nachfolgende Trockeneispartikel dringen in die entstandenen Sprödrisse ein

und expandieren beim Auftreffen schlagartig. Durch die Volumenvergrößerung wird die zu entfernende Schicht vollständig vom Bauteil getrennt. Anwendung findet das Verfahren in der Reinigung von verschiedensten Oberflächen.

Phase 1 – thermischer Effekt

Trockeneis-Pellets werden mit Druckluft und hoher Geschwindigkeit auf die Oberfläche gestrahlt und führen zu einer schlagartigen punktuellen Unterkühlung. Infolge der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten entstehen zwischen den Schichten thermische Spannungen. Verschmutzungen/ Beschichtungen verspröden und platzen vom Objekt ab.



Abb. 8: Phase 1 (Bildquelle: Firma WITHE LION)

Phase 2 – kinetischer Effekt

Die kinetische Energie der auftreffenden Trockeneisteilchen führt zu einer Verformung und Zerkleinerung der Trockeneispartikel, die so tief in die entstehenden Mikrorisse eindringen und den Schmutz/die Beschichtung unterwandern.



Abb. 9: Phase 2 (Bildquelle: Firma WITHE LION)

Phase 3 – Phasenumwandlungseffekt

Nachfolgende Trockeneispellets dringen in die Sprödrisse ein und verwandeln sich beim Auftreffen schlagartig vom festen in den gasförmigen Zustand. Dabei kommt es zu einer Volumenvergrößerung (600 bis 1000-fach). Der hinterwanderte Schmutz, die Beschichtung wird vollständig abgelöst.

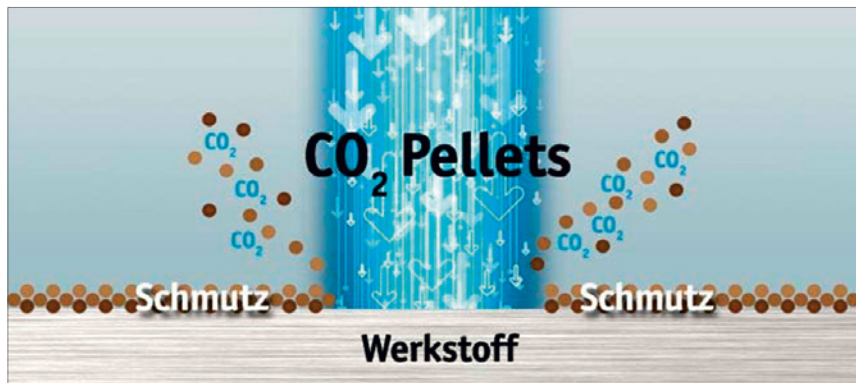


Abb. 10: Phase 3 (Bildquelle: Firma WITHE LION)

Ergebnis

Je nach Werkstoff, Düsenwahl und Druck lassen sich keine oder nur geringe Oberflächenaufrauungen feststellen. Das Trockeneisstrahlverfahren kann daher im Vergleich zu den herkömmlichen, traditionellen Strahltechniken als ein nicht abrasives Verfahren eingeschätzt werden.



Abb. 11: Ergebnis (Bildquelle: Firma WITHE LION)

3 Prinzip Gerätetechnik

Am Markt werden verschiedene Trockeneisstrahlgeräte ähnlichen Aufbaus angeboten. Die Geräte werden mit Druckluft betrieben, die Steuerung erfolgt elektronisch. Über getrennte Zuleitungen werden das Trockeneis und die Druckluft zur Strahlpistole geführt und in dieser in einer Mischkammer zusammengebracht.

Mittlerweile gibt es bereits Strahlgeräte, die Trockeneisstrahlen unter Beimengung von verschiedenen Feststoffstrahlgütern ermöglichen, um auch hartnäckig anhaften- de Beschichtungen schonend entfernen zu können.

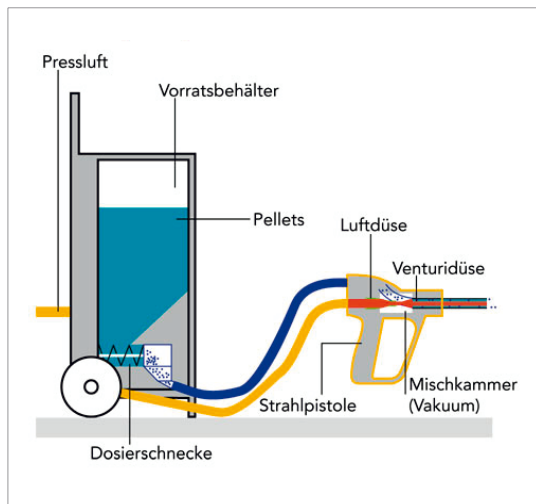


Abb. 12: Prinzip Gerätetechnik (Bildquelle: Firma SANTOS)

Das Trockeneisstrahlgerät selbst ist kompakt und kann sowohl vom Boden als auch vom Gerüst oder einer Arbeitsebene aus eingesetzt werden. Der Arbeitsradius wird einerseits von der Kompressorleistung und der Druckluftzuleitungslänge und andererseits von der Schlauchlänge zwischen Gerät und Strahlpistole bestimmt. Vom Standort des Trockeneisstrahlgeräts sind je nach Gerätetyp und Ausstattung Arbeitsradien bis 20 m möglich.



Abb. 13: Vorratsbehälter im Strahlgerät mit Trockeneis gefüllt mit Trockeneis (Bildquelle: Firma Bennert)

Das Trockeneis ist in verschiedenen Körnungen in der Regel deutschlandweit erhältlich und wird in Thermobehältern frei Baustelle geliefert und kann aus dem Behälter heraus 3 bis 4 Tage verarbeitet werden.



Abb. 14: Thermo-Vorratsbehälter mit Trockeneis gefüllt (Bildquelle: Firma Bennert)

Verschiedene Strahldüsen ermöglichen bei angepassten Verarbeitungsdruck flächiges oder auch punktuell arbeiten.



Abb. 15: Strahldüsensatz (Bildquelle: Firma Bennert)

4 Anwendungsmöglichkeiten

Das Trockeneisstrahlen eignet sich für verschiedenste Anwendungsgebiete vom Maschinenbau über die Automobilindustrie, die Gebäude- und Industriereinigung bis hin zu Anwendungen im Bauwesen und der Denkmalpflege.



Abb. 16: Burg Ghandstein Schadstoffdekontamination
(Bildquelle: Firma Bennert)



Abb. 17: Burg Ghandstein erzieltes Reinigungsergebnis
Schadstoffdekontamination (Bildquelle: Firma Bennert)

Schwerpunkte im Bauwesen sind:

- die Fassadenreinigung von Aufklebern, Plakaten, Permanentmarker (Edding-Schriftzüge) auf diversen Untergründen wie Naturstein, Putz oder Holz,
- Graffiti-Entfernung,
- Entfernung von Ölen, Fetten und Konservierwachsen,
- Reinigung von Umweltschäden, Vermoosungen, Flechten, Pilzbefall ,
- Entfernung von Betonschlämmen, Dispersionsfarben,
- Entfernung von Putz- und Mörtelresten,
- Entfernung oder Reduzierung von Schadstoffen,
- Ruß- und Löschmittelfernung bei der Brandschadensanierung,
- Untergrundvorbereitung für Neuanstriche,
- Maschinenparkreinigung.

Vorteile:

- minimal abrasives und minimal korrosives Verfahren,
- großflächige Bearbeitungen von Oberflächen sind möglich,
- auch kleinste Geometrien können schadigungsarm und ohne Demontage bearbeitet werden,
- sehr gut geeignet zur Entfernung von Schadstoffen wie Holzschutzmitteln, die sich in oberflächennahen Schichten des Holzquerschnittes angelagert haben,
- bei der Bearbeitung fällt kein Reinigungsmedium zur Sondermüllentsorgung an.

5 Einsatzgrenzen

Dem Einsatz des Trockeneisstrahlens sollte unbedingt das Anlegen von Probeflächen vorausgehen, um die Anwendungsparameter festzulegen und zu prüfen, ob der beabsichtigte Reinigungserfolg mit der eingesetzten Technik auch erreicht werden kann!

Unterschiedliche Untergründe und Beschichtungen bestimmen die Auswahl des Strahlengutes, des Arbeitsdruckes und der zu verwendenden Düsen.

Nur über das Anlegen von Probeflächen lassen sich auch realistische Zeitansätze für die Kalkulation ableiten. Insofern sollen hier auch keine Angaben zu „marktüblichen“ Preisen für das Trockeneisstrahlen ausgewiesen werden.

Bei Kunst- und Kulturgut mit wertvollen Fassungen ist mit besonderer Sorgfalt vorzugehen und der Einsatz des Trockeneisstrahlens abzuwägen. Nur erfahrene Bearbeiter sind hier in der Lage mit der geeigneten Technik schichtweise Verschmutzungen und Beschichtungen abzunehmen und dabei die Fassungen und die natürliche Patina zu erhalten. Gerade hier sind Probeflächen als Entscheidungsgrundlage zwingend notwendig.

6 Referenzen Trockeneisstrahlen

Firma Bennert:

- Freiburg Augustinermuseum – Schadstoffdekontamination des Dachstuhles,
- Burg Gnanstein – Anlegen diverser Probeflächen zur Schadstoffdekontamination unter gutachterlicher Betreuung und Bewertung,
- Buxtehude Kattaumühle – Holz- und Putzoberflächenreinigung,
- Schweinfurt Zeughaus – Holz- und Natursteinoberflächen,
- Bad Cannstadt Rathaus – Natursteingewände,
- Schöfflisdorf (CH) – Schadstoffdekontamination Holzbauteile,
- Potsdam Cecilienhof – Ziegelfassadenreinigung – Entfernung Holzmazzeration,
- Karlsruhe Grötzingen Rathaus – Musterflächen Fachwerkbeschichtung entfernen,
- Jena Fürstengraben – Pilz- und Flechtenentfernung Natursteinkellermauerwerk.



Schmidt-Schuchardt, Holger
Dipl.-Ing. Architekt

- 1988–1990: Spezialprojektant Holz, Werkstattleiter im VEB Denkmalpflege Erfurt, Holzrestaurierungswerkstatt Wohlsborn
- 1990–1991: Bauleiter in Augsburg bei der Hampel-Zöllner-Gesellschaft für klassisches Fensterdesign mbH
- seit 1991: Freier Sachverständiger für Holzschutz mit staatlicher Zulassung mit diversen Bestellungen u. a. durch das Amtsgericht Weimar, das Landgericht Gera und das Oberlandesgericht Jena
- 1993–1996: Mitgesellschafter der Architektur- und Ingenieurgesellschaft mbH Dr. Janorschke & Partner
- seit 1996: Mitinhaber der Planungsgemeinschaft Schmidt & Partner
- seit 2006: Technischer Betriebsleiter der Zimmerei bei der Firma Bennert GmbH – Betrieb für Bauwerkssicherung, Klettbach
- seit 1991: diverse Fachvorträge auf Fachtagungen für Holzschutz-Fachverbände und Denkmalpflege, Lehrtätigkeit an der Berufsschule Weimar
- seit 2001: Dozenten- und Ausbildertätigkeit am ABW/BIW Erfurt-Weimar
- seit 2011: Dozent bei EIPOS
- seit 2014: Dozent FH Erfurt

EIPOS
CERT

Fachlich kompetent. Beruflich erfahren.

Persönlich zertifiziert nach DIN 17024!

*Für Ihre Karriere
mit Sachverstand*



IMMOBILIENBEWERTUNG*



*akkreditiert nach DIN 17024



SCHÄDEN AN GEBÄUDEN

Akkreditierungsverfahren läuft



BRANDSCHUTZ

Akkreditierungsverfahren läuft

www.eiposcert.de

Autorenverzeichnis

Arnold, Ulrich *Dipl.-Ing. (FH) Architekt, M.Sc.*

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzschutz, Castrop-Rauxel

Flohr, Ekkehard *Dipl.-Ing. (FH)*

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holz- und Bautenschutz, Dessau

Huckfeldt, Tobias *Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Mykologe*

Sachverständiger mit Gebiet der Fäulepilz und Hausfäulepilze,

Sachverständiger und Gesellschafter am Institut für Holzqualität und Holzschäden, Hamburg

Scheiding, Wolfram *Dr. rer. silv.*

Resortleiter Biologie/Holzschutz und Leiter Laborbereich Biologische Prüfung am IHD Dresden

Schmidt-Schuchardt, Holger *Dipl.-Ing. Architekt*

Freier Sachverständiger für Holzschutz, Technischer Betriebsleiter der Zimmerei bei der Firma Bennert GmbH – Betrieb für Bauwerkssicherung, Klettbach

Tscherne, Florian *Dipl.-Ing.*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria, Fachbereich Holzschutz und Oberfläche, Wien

Wegner, Robby *Dr. rer. nat.*

Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Laborleiter an der MPA Eberswalde

Publikationen (Auszug)

2016

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2016
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
174 S., zahlr. Abb. u. Tab., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-8167-9669-5

2015

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2015
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
115 S., zahlr. farb. Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-8167-9532-2

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2015
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
220 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9814551-4-4

LEHMANN, GÜNTER
Die effektive Befragung
Ein Ratgeber für die Datenerhebung in der beruflichen und wissenschaftlichen Arbeit
174 Seiten, expert verlag, Renningen
ISBN: 978-3-8169-3287-1

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2015
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
241 S., zahlr. farbige Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-8167-9413-4

2014

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2014
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
136 Seiten, zahlr. farbige Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-8167-9355-7

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2014
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
160 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9814551-3-7

LEHMANN, GÜNTER
Lehren mit Erfolg
194 Seiten, expert verlag, Renningen
ISBN-13: 978-3-8169-3255-0

LEHMANN, GÜNTER
Wissenschaftliche Arbeiten
zielwirksam verfassen und präsentieren
5., voll. neu bearb. Aufl., 285 Seiten
expert verlag, Renningen
ISBN-13: 978-3-8169-3250-5

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2014
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
170 Seiten, zahlr. farbige Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-8167-9227-7

2013

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2013
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
136 Seiten, zahlr. farbige Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-8167-9132-4

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2013
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
204 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9814551-2-0

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Immobilienbewertung und Sachverstand am Bau 2013
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
263 Seiten, IRB-Verlag
ISBN 978-3-8167-9022-8

2012

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2012
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
146 Seiten, IRB-Verlag
ISBN 978-3-8167-8839-3

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2012
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
240 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9814551-1-3

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2012
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
185 Seiten, IRB-Verlag
ISBN 978-3-8167-8693-1

2011

MANKEL, W. (Hrsg.)
Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2011
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
145 Seiten, EIPOS-Eigenverlag,
ISBN 978-3-9814551-0-6

MANKEL, W. (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2011
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
196 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9809371-9-1

MANKEL, W. (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2011
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
170 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9809371-8-4

2010

MANKEL, W.
Brandschutz III
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
Unt. Mitarb. v. 12 Aut. 2010, 261 Seiten,
FORUM EIPOS, Band 22, expert verlag,
Renningen
ISBN-13: 978-3-8169-3034-1

HERTEL, G. H. (Hrsg.)
Immobilien- und Bauschadensbewertung III
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung.
165 Seiten, FORUM EIPOS, Band 21, expert verlag, Renningen
ISBN 978-3-8169-3019-8

2009

HERTEL, G. H. (Hrsg.)
Brandschutz II
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
DIN A5, ca. 200 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS, Band 19, expert verlag, Renningen
ISBN 978-3-8169-2950-5

HERTEL, G. H. (Hrsg.)
Schutz des Holzes III
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
DIN A5, ca. 120 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS, Band 20, expert verlag, Renningen
ISBN 978-3-8169-2951-2

2008

HERTEL, G. H. (Hrsg.)
Schutz des Holzes II
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
DIN A5, 108 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS, Band 17, expert verlag, Renningen
ISBN 978-3-8169-2882-9

HERTEL, G. H. (Hrsg.)

Brandschutz I

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

DIN A5, 190 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS,

Band 16, expert verlag, Renningen

ISBN 978-3-8169-2881-2

HERTEL, G. H. (Hrsg.)

Immobilien- und Bauschadensbewertung

Beiträge aus Forschung, Praxis und Weiterbildung.

DIN A5, 194 Seiten mit CD, FORUM EIPOS,

Band 15, expert verlag, Renningen

ISBN 978-3-8169-2833-1

2007

HERTEL, G. H. (Hrsg.)

Schutz des Holzes I

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

DIN A5, 180 Seiten, FORUM EIPOS, Band 14,

expert verlag, Renningen

ISBN 978-3-8169-2808-9

KOMPETENZ WEITERBILDUNG BAU

EIPOS ist ein Unternehmen der TU Dresden Aktiengesellschaft und seit mehr als 25 Jahren einer der führenden Anbieter berufsbegleitender Weiterbildung für das Bauwesen. Anerkannte Fortbildungen zum Experten, Fachplaner oder Sachverständigen für die wichtigsten Praxisfragen rund um Planung, Erstellung, Erhalt und Bewirtschaftung von Gebäuden bilden den Schwerpunkt.

Das Weiterbildungsportfolio umfasst zudem Master-Studiengänge, eine breite Palette an Seminaren, individuell konzipierte Inhouse-Schulungen und jährlich stattfindende Tagungen.

EIPOS steht für strukturierte und praxisorientierte Lehrinhalte, anerkannte Abschlüsse und ein lebendiges Miteinander im EIPOS-Netzwerk. Die Weiterbildungen vermitteln Praxiswissen mit theoretischer Fundierung und befähigen Teilnehmer, neue Kompetenzen in ihrer beruflichen Tätigkeit gewinnbringend einzusetzen. **QUALIFIKATION SCHAFFT ZUKUNFT!**

HERAUSGEBER

EIPOS Europäisches Institut für postgraduale Bildung GmbH

Ein Unternehmen der TUDAG Technische Universität Dresden AG

Freiberger Straße 37, 01067 Dresden

Tel. 0351 404 70 42-10, Fax 0351 404 70 42-20

eipos@eipos.de, www.eipos.de

ISBN 978-3-8167-9698-5



Fraunhofer IRB Verlag