

TAGUNGSBAND **HOLZSCHUTZ** **2018**

**BEITRÄGE AUS PRAXIS,
FORSCHUNG UND WEITERBILDUNG**

EIPOS

Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages
Holzschutz

2018

EIPOS

Tagungsband

des EIPOS-Sachverständigentages

Holzschutz

2018

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

Autoren:

Dipl.-Ing. Sylvia Polleres
Dipl.-Ing. Frank Eßmann
Dipl.-Ing. (FH) Architekt Ulrich Arnold M.Sc.
Dipl.-Des., Univ.-Prof. Tom Kaden
Dipl.-Ing. (FH) Ingo Dreger
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl

Prof. Dr. rer. silv. Michael Gunter Müller

Herausgeber:

EIPOS GmbH

Dipl.-Ing. Sabine Schönherr
Geschäftsführerin 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): 978-3-7388-0146-0

ISBN (E-Book): 978-3-7388-0147-7

Einband und DTP-Satz: EIPOS GmbH
Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten

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

Geschäftsführerin: Dipl.-Ing. Sabine Schönherr

Dezember 2018

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, 2018

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

Sabine Schönherr, Grit Zimmermann 7

Beiträge vom 22. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz am 4. Dezember 2018

Der Sockel im Holz(haus)bau – (Fehl)versuche und Lösungswege

Sylvia Polleres 11

Neue Merkblätter ...

Frank Eßmann 17

... und doch immer wieder alte Probleme

Ulrich Arnold 29

Urbaner Holzbau – Neue Dimensionen für den Baustoff Holz?

Tom Kaden 47

Holzfeuchtemessungen auf der Baustelle – Welche Schlüsse und Fehlschlüsse ziehen wir daraus?

Ingo Dreger 55

Flachdach in Holzbauweise – Eine differenzierte Betrachtung eines anspruchsvollen Bauteils

Daniel Kehl 77

Beitrag von der 27. Sächsischen Holzschutztagung am 17. März 2018

Frischholzinsekten – Holzschutz beginnt im Wald

Michael Gunter Müller 91

EIPOSCERT–Zertifizierungsprogramm „Schäden an Gebäuden“ auch für Holzschützer interessant?

Cordula Böhlitz 99

Autorenverzeichnis 103

Publikationsverzeichnis 104

Vorwort

Planer, Ingenieure, Sachverständige, Praktiker, Holzschützer, Dozenten, Absolventen und alle Holz-Fachleute treffen sich jedes Jahr auf einer ganz besonderen EIPOS-Veranstaltung: dem **Sachverständigentag Holzschutz!** Aktuelle Herausforderungen, neueste Erkenntnisse sowie Visionen für künftige Entwicklungen des Bau- und Werkstoffes HOLZ stehen im Mittelpunkt der 22. Tagung und werden genau an diesem Tage publik gemacht.

Als Vortragende konnten fünf Fachexperten gewonnen werden, die mit „brennenden“ Themen im Miteinander von Wissenschaft und Praxis für ein anspruchsvolles und vielfältiges Programm sorgen.

Der erste Vortrag fängt „unten“ an. Der Sockelbereich von Holzbauten ist nach wie vor ein stark diskutiertes Thema mit hohem Fehlerpotential. Frau Dipl.-Ing. Polleres von der Holzforschung Austria wird praxistaugliche Leitdetails für den Sockelanschluss vorstellen und Lösungsansätze aufzeigen.

Zwei neue WTA-Merkblätter für das Fachwerk werden von Herrn Dipl.-Ing. Frank Eßmann vorgestellt. Dabei geht es um die fachgerechte Instandsetzung historischer Fachwerkbauten und die Verwendung von Innendämmungen. Anhand von Fallbeispielen zeigt Dipl.-Ing. (FH) Architekt Ulrich Arnold M.Sc. wie Fachwerkschäden zu vermeiden sind. Instandsetzungsmöglichkeiten runden den Vortrag ab.

Der Holzbaupionier Univ. Prof. Tom Kaden beweist, dass es höher und dichter geht! Wie sehen architektonische, tragwerks- und brandschutztechnische Lösungen zur Konzipierung von mehrgeschossigen Holzsystembauten im urbanen Kontext aus? Diese und weitere spannende Fragen werden thematisiert.

Mit der Holzfeuchteproblematik auf der Baustelle beschäftigt sich Herr Dipl.-Ing. (FH) Ingo Dreger in seinem Vortrag. Dabei geht es nach einem kurzen historischen Überblick um die alltägliche Diskussion nach der Holzlieferung.

Das immer wieder aktuelle Thema „Flachdächer in Holzbauweise“ darf auf einem Sachverständigentag nicht fehlen! Sind Flachdächer in Holzbauweise fachgerecht planbar? Gibt es die „goldene Regel“ für ein nachweisfreies Flachdach? Diese Fragen wird der Fachexperte Herr Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl differenziert betrachten und dabei auf Risiken und mögliche Schäden sowie auf funktionierende Lösungen ausführlich eingehen.

Wir bedanken uns bei den Referenten, die ihr wertvolles Fachwissen und ihre umfangreichen Erfahrungen zum Gelingen der Tagung vermitteln. Ebenso gilt unser Dank allen Teilnehmern und Absolventen für die langjährige Verbundenheit, berufliche Wege gemeinsam mit EIPOS zu gehen.

Die einzelnen Fachbeiträge finden Eingang in diesen Tagungsband und dienen somit als nützliches Nachschlagewerk auch über die Tagung hinaus.

Wir wünschen allen Teilnehmern eine nutzbringende Tagung und allen Interessierten eine anregende Lektüre!

Seien Sie gespannt – auf folgenden Seiten erfahren Sie mehr!

Dresden, 4. Dezember 2018

*Dipl.-Ing. Sabine Schönherr
Geschäftsführerin EIPOS GmbH*

*Dipl.-Ing. (FH) Grit Zimmermann
Produktmanagerin*

Beiträge

22. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz

4. Dezember 2018

Der Sockel im Holz(haus)bau – (Fehl)versuche und Lösungswege

Sylvia Polleres

Kurzfassung

Der Sockelanschluss im Holzbau ist nach wie vor ein stark diskutiertes Thema. Das Fehlerpotential in der Ausführung, aber auch in der Planung, ist hoch und wird leider noch immer sehr oft von den am Bau Beteiligten unterschätzt bzw. auf die leichte Schulter genommen, obwohl gerade in diesem Bereich ein hohes Maß an Sorgfalt gefordert ist. Die Einflussfaktoren für auftretende Schäden sind dabei vielfältig und reichen von fehlendem Bewusstsein bis hin zur Schnittstellenproblematik der aufeinander treffenden Gewerke.

1 Einleitung

Die Anschlüsse an Wänden in Holzbauweise, sei es der Sockelanschluss zum Gelände hin oder die Anschlüsse ausgeführt auf einem Flachdach, stellen Ausführende oft vor große Herausforderungen. Die meisten feuchtebedingten Bauschäden werden nach wie vor durch Eindringen von Regen- oder Grundwasser verursacht. Auch in der Konstruktion befindliches Kondensat ist als Schadensursache nicht zu vernachlässigen. In allen Fällen ist höchstes Augenmerk auf den dauerhaft funktionierenden Feuchteschutz und konstruktiven Holzschutz zu legen. Es fängt bereits bei der Planung an. Zentrale Fragestellungen beginnend bei der Wahl der Holzbauweise z. B. „Sind die Wände in Holzmassiv- oder Holzrahmenbauweise ausgeführt?“, über bauphysikalische Ausführungsvarianten bis hin zu Abdichtungsmaterial und Anschlussmöglichkeiten müssen bearbeitet werden und in genaue Konstruktions- und Ausführungsdetails münden. Einige dieser Fragestellungen und Ausführungsdetails werden im Vortrag näher erläutert.

2 Anforderungen

Im Bereich des Sockelanschlusses entsprechen die normativ geforderten Sockelhöhen gemäß ÖNORM B 2320 „Wohnhäuser aus Holz – technische Anforderungen“ bzw. den Holzschutznormen (DIN 68800-2 oder ÖNORM B 3802-2) heutzutage nicht mehr den Wunschvorstellungen von Architekten oder Bauherren. Auch barrierefreies Wohnen verlangt eine Niveaugleichheit zwischen innerem Bodenbelag und Terrasse oder äußerem Eingangsbereich. Ebenso stellen Aufstockungen in Holzbauweise auf bestehende Massivgebäude mit umlaufenden Terrassenausführungen eine beliebte Form der Wohnraumschaffung dar. Eine Sockelhöhe von 30 cm ist in diesen Fällen nicht umsetzbar.

Diese Höhe darf zwar bei besonderen bautechnischen Vorkehrungen unterschritten werden. Auf jeden Fall muss laut jener nach DIN bzw. nach ÖNORM ein Mindestmaß von 10 cm der Fußschwelle zum Erdreich und 5 cm zu Wasser führenden Ebenen, wie z. B. abgedichteten Terrassen eingehalten werden.

Generell dürfen also Holzkonstruktionen im Sockelbereich niemals unter Außenniveau eingebaut werden, ausgenommen davon sind Ausführungen, bei denen die Wasser führende Schicht lokal abgesenkt ist und in diesem Bereich jedenfalls die obige Anforderung erfüllt und ein gesicherter Wassertransport auf Dauer sichergestellt ist. Die Holzschwellen/Holzbauteile dürfen auch niemals nachträglich eingeschüttet oder „überbaut“ werden.

Bei Aufstockungen, wo selbst die Decken- bzw. Terrassenunterkonstruktion aus z. B. Holzmassivdecken ausgeführt werden, ist jene Anforderung jedoch in dieser Form nicht umsetzbar.

- Wie müssen diese technischen Vorkehrungen nun wirklich aussehen?
- Ist eine Drainage/Entwässerungsrinne ausreichend oder sind zusätzliche Abdichtungen notwendig?
- Wenn Abdichtungen notwendig sind, wie müssen diese aussehen (welches Material, wie hoch müssen bzw. dürfen diese geführt werden, ...)?

Diese Fragen kommen auf, weil dieser Bereich normativ, je nach Anwendungsfall, nicht nur durch Holz- bzw. Holzschutznormen geregelt sind, sondern, auch in z.B. Abdichtungsnormen wie der DIN 18195 „Abdichtung von Bauwerken“ bzw. ihren weiteren Teilen sowie in Österreich in der ÖNORM B 3691 „Planung und Ausführung von Dachabdichtungen“ oder in der ÖNORM B 3692 „Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen“ behandelt werden. Die erwähnten Abdichtungsnormen gehen jedoch nicht explizit auf den Holzhausbau ein. Unterschiedliche Interpretationen bei Ausführungen von z. B. Sachverständigen sind die Folge.

Die einfachste und wirkungsvollste Möglichkeit eines dauerhaften Witterungsschutzes stellt die Ausbildung von entsprechenden Dachüberständen bzw. Vordächern dar. Bei richtiger Anordnung wird dadurch ein guter Witterungsschutz der Fassade mit samt ihren Anschlüssen erreicht. Der konstruktive/planerische Witterungsschutz mittels Vordaches wird auch in den Abdichtungsnormen bei der Angabe der erforderlichen Anschlusshöhe von Abdichtungshochzügen berücksichtigt.

Um die Mindesthöhe des Sockelanschlusses im Bereich von Terrassen- und Eingangstüren in der Regel und insbesondere bei Bauten ohne Vordach einhalten zu können, sind Entwässerungsrinnen/Gitterroste (Breite ≥ 12 bzw. ≥ 24 cm) gemäß zu planen und auszuführen. Jedenfalls sind die Regelanschlusshöhen von Abdichtungshochzügen einzuhalten. Werden keine Entwässerungsrinnen/Gitterroste eingesetzt, erhöhen sich die geforderten Anschlusshöhen.

An- und Abschlüsse an hochgehende Wände und somit auch an Holzwände sind gemäß Abdichtungsnormen mindestens 15 cm über das angrenzende fertige Bodenniveau hochzuführen und regensicher, z. B. durch Abdeckleisten oder Fassadenverkleidungen, zu verwahren.

3 Bauphysikalische Betrachtungen

In der ÖNORM B 2320 ist eine Außenabdichtung angeführt, die nur einen s_d -Wert von max. 2 m besitzt. Diese wurde gewählt, um ein ausreichendes Austrocknungspotential zu realisieren. Im Zuge der Freilandversuche an der Holzforschung Austria wurden solche diffusionsoffenen Produkte eingesetzt und man hat sehr gute Ergebnisse damit erzielt. Leider erfüllen diese Produkte jedoch nicht die Anforderungen einer Abdichtung gemäß ÖNORM B 3692 bzw. ÖNORM B 3691.

Setzt man nun als Außenabdichtung jene zulässigen Produkte ein, die in der Regel einen relativ hohen s_d -Wert besitzen, ergeben sich je nach Hochzugshöhe dampfdiffusionstechnisch geänderte Voraussetzungen. Wenn hierauf an der Innenseite mit einer Dampfbremse mit s_d -Werten ≥ 10 m angebracht wird, wirkt sich das für den Holzbau negativ aus. Bei einem möglichen Feuchteeintrag würde dieser in der Konstruktion „gefangen“ sein. Ein Austrocknungsprozess würde, wenn überhaupt, nur sehr langsam vor sich gehen.

Deshalb sollte der Empfehlung laut DIN 68800-2, $s_{d,i} = 4 \cdot s_{d,e}$ nur gefolgt werden, wenn außenseitig relativ diffusionsoffene Abdichtungen verwendet werden können.

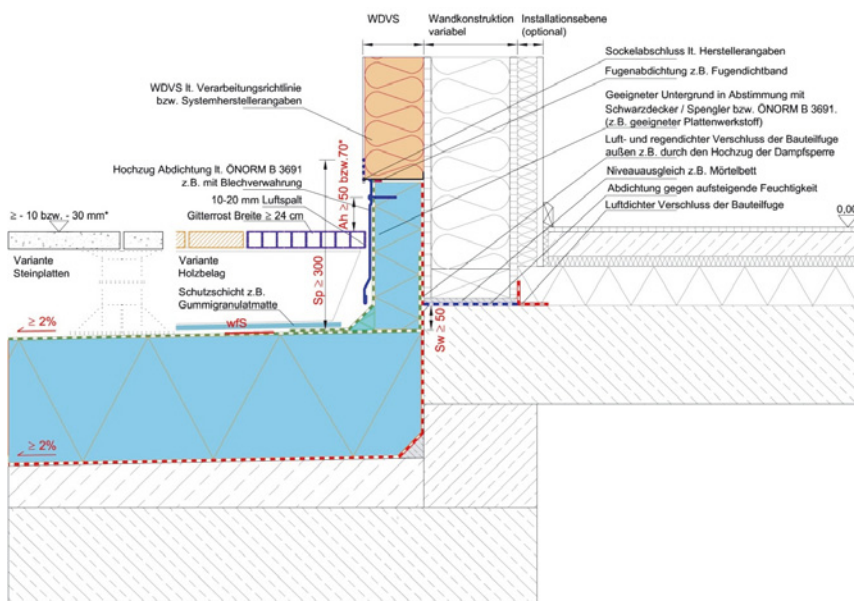


Abb. 1: Sockelanschluss Wandbereich – aufgeständerte Terrasse (Quelle: „Richtlinie Sockelanschluss im Holzhausbau“; 1. Ausgabe April 2015)

Wird eine Abdichtung mit einem hohen s_d -Wert am Sockel bzw. auf dem Wandelement höher als über das fertige Fußbodenniveau (FFOK) im Gebäude geplant/ausgeführt (wie z. B. in Abb. 1 dargestellt), so sind folgende Punkte aus bauphysikalischer Sicht unbedingt zu berücksichtigen:

Der Dämmwert der Dämmung außerhalb der Abdichtung muss mindestens ein Drittel des Wärmedurchlasswiderstands R [$\text{m}^2\text{K/W}$] der gesamten Wand betragen. Dies trifft in der Regel bei Holzmassivwänden, bei der die Hauptdämmung immer außerhalb der Abdichtung erfolgt, zu. Bei Holzrahmenwänden kann es jedoch schon vorkommen, dass dieser geforderte Dämmwert außerhalb nicht erreicht wird. Kann dies also nicht eingehalten werden, so muss die Abdichtung einen s_d -Wert ≤ 2 m aufweisen, um nachweisfrei ausgeführt werden zu können.

Bei Abdichtungen mit s_d -Wert > 2 m ist hinsichtlich des Feuchteschutzes ein gesonderter projektbezogener Nachweis mittels hygrothermischer Simulation zu erbringen.

Attikaausführungen können ebenfalls in Holzmassiv- oder Holzrahmenbau ausgeführt werden. Aus bauphysikalischer Sicht stellt die Abdichtungsausführung mit hohen s_d -Werten kein Problem dar, da sich der Bauteil generell im Außenbereich befindet.

Ein großes Thema stellt jedoch oft der konvektionsdichte Anschluss der Attikawand z. B. zur darunterliegenden Decke, zum Mauerwerk,... dar. Häufig werden Holzwände auf Ziegelmauerwerkskörper montiert, bei denen kein Glattstrich vorhanden ist bzw. auf Betonbauteile, bei denen die Dampfsperre fehlt oder mangelhaft ausgeführt ist oder bei denen die Verklebung des WDVS nicht ordnungsgemäß durchgeführt wurde, sodass warme feuchte Luft aus dem darunterliegenden Wohnraum in die Attikakonstruktion gelangen kann und diese à la longue zerstört.

4 Ausführungsdetails

Seit April 2015 ist die „Richtlinie Sockelanschluss im Holzhausbau“ veröffentlicht. Diese wurde gemeinsam mit Vertretern des Österreichischen Fertighausverbandes, der Bundesinnung Holzbau, der Zulieferindustrie (WDVS, Abdichtungsprodukte usw.) sowie der Sachverständigen für Bauwerksabdichtung mit der Holzforschung Austria erarbeitet. Die darin enthaltenen über 30 Details decken mit ausführlicher Erläuterung alle Bereiche beginnend von der Planung, über die Vorfertigung bis zur Baustelle ab. Sie zeigen nicht nur einfache Regelquerschnitte, sondern auch die Anschlusssituationen bei Terrassen und Fenstertüren.

Zum Beispiel wurden die unterschiedlichen Abdichtungsausführungen je nach Lage der Fußschwelle zum fertigen Außenniveau in dieser Richtlinie definiert.

Wird ein Schwellenniveau $S_w \geq 150$ mm ausgeführt, ist dieser Anschluss z. B. mittels eines für den Außenbereich geeigneten Klebebandes und einer nachfolgend darüber angebrachten Sockeldämmplatte inkl. Putzsystems ausreichend (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Fugenverschluss Außenwand/ Kellerdecke (Bodenplatte) mittels Klebeband ($S_w \geq 150$ mm) vor Montage der Sockeldämmung (Passtück)

Bei $S_w < 150$ mm muss der Fugenverschluss durch die dem Lastfall entsprechende Abdichtung (Abdichtungshochzug) gemäß Abdichtungsnorm erfolgen.

Für eine dauerhafte Funktion des Sockelanschlusses, inklusive aller Ein- und Anbauteile, ist eine regelmäßige Reinigung, Pflege und Erhaltung durch den Nutzer bzw. Gebäudeerhalter erforderlich. In regelmäßigen Abständen sind mindestens Sichtkontrollen durchzuführen. Bei Auffälligkeiten ist ein Fachbetrieb zu kontaktieren.

Es wird in der Richtlinie ausdrücklich darauf hingewiesen, alle Entwässerungseinrichtungen wie z.B. Drainagen, Kiesbette, Filtereinrichtungen, Entwässerungsrinnen, Gitterroste usw. regelmäßig zu kontrollieren und bei Bedarf entsprechend zu reinigen und/oder alle notwendigen Wartungsarbeiten vorzunehmen bzw. vornehmen zu lassen. Hierzu zählen beispielsweise auch die Schneeräumung und das Entfernen von Laub.

Das Unterlassen/Vernachlässigen von Reinigung und Wartung führt zu Funktionsverlust der Entwässerungseinrichtungen und in weiterer Folge daraus zu Schäden am Gebäude. Des Weiteren wird empfohlen, auch die Fugenabdichtungen, freiliegende Abdichtungen, die Fassade, die Anschlüsse von Fenstern, Türen und sonstigen Einbauten in der Fassade – also die Außenhülle des Gebäudes – regelmäßigen Sicht-

kontrollen auf Verschmutzungen, Risse, feuchte Flecken und andere Beschädigungen zu unterziehen.

Die Wartungsintervalle sind von verschiedenen Faktoren wie z.B. der Art des Gebäudes, der Lage, der Umgebung, Witterung, außergewöhnlichen Ereignissen, Nutzerverhalten usw. abhängig. Für die Reinigung und Wartung wird ein Mindestintervall von 2x jährlich bzw. nach außergewöhnlichen Ereignissen wie starken Gewittern, Sturm, Schneefall usw. angegeben.

Quellen/Literatur

Richtlinie Sockelanschluss im Holzhausbau – als Leitfaden für die Planung und Ausführung. Österreichische Arbeitsgemeinschaft Sockelanschluss im Holzhausbau. 1. Ausgabe, April 2015.



Polleres, Sylvia
Dipl.-Ing.

- seit 2000: wissenschaftliche Mitarbeiterin der Holzforschung Austria, Wien
Aufgabenbereiche: Holzhausbau, Bauphysik, ÜA und CE, nationale und europäische Normentätigkeit, Mitarbeit an Forschungsprojekten, dataholz.eu.
 - seit 2006: Lehrtätigkeit an div. Universitäten, Hochschulen und Werkmeisterschulen im In- und Ausland
 - seit 2008: Leiterin des Bereichs Holzhausbau an der Holzforschung Austria, Wien
 - seit 2008: Vorsitzende des Fachnormenkomitees 019 Holzhaus- und Fertighausbau
 - seit 2010: Gründungsmitglied der ARGE Fensterbank
-

Neue Merkblätter ...

WTA-Merkblatt 8-5 „Innendämmungen“ (Blaudruck)

WTA-Merkblatt E-8-10 „Wärmeschutz bei Fachwerkgebäuden“ (Gelbdruck)

Was ist zu erwarten?

Frank Eßmann

Kurzfassung

Verschiedene Gründe erfordern eine Beachtung der bauphysikalischen Auswirkungen auf die Bauteile bzw. das Gesamtgebäude bei Wärmedämm-Maßnahmen. Dieses gilt besonders bei Fachwerkgebäuden.

So ziehen die gestiegenen Komfortansprüche der Nutzer und die erhöhten Heizkosten auch eine Anpassung des wärmetechnischen Standards bei bestehenden Gebäuden nach sich. Des Weiteren sind die erforderlichen Mindestvorgaben zum Wohl des Nutzers und des Gebäudes einzuhalten. Letztlich gilt aber auch bei einer Instandsetzung, dass z. B. die energetische Qualität der Außenbauteile nicht verschlechtert werden soll.



Da wärmetechnische Maßnahmen bei Fachwerkwänden zumeist auch eine bauphysikalische Betrachtung erfordern, hat die WTA verschiedene Merkblätter zur Fachwerkinstandsetzung erarbeitet. Bei Berücksichtigung dieser Merkblätter sollen nachhaltige Lösungen dargestellt und damit die Lebensdauer des Gebäudes verlängert werden. Zumeist sind sogar Anforderungen des Denkmalschutzes bzw. gestalterischen Vorgaben zu beachten.

Zwei dieser Merkblätter (8-5 und 8-10) wurden / werden gerade überarbeitet. Beide setzen sich in besonderer Weise mit der energetischen Verbesserung der Fachwerk-Außenwände auseinander. Das Merkblatt 8-5 „Innendämmungen“ wurde 2018 in einer überarbeiteten Fassung veröffentlicht. Das Merkblatt 8-10 „Wärmeschutz bei Fachwerkgebäuden“ (neuer Titel) wird demnächst als Gelbdruck erscheinen. Die Grundzüge dieser Merkblätter werden in dem folgenden Beitrag erläutert.

1 Einleitung

Der Wärmeschutz war stets eine zentrale Schutzfunktion auch bei Fachwerkgebäuden. Die Anforderungen waren jedoch zunächst motiviert durch die Anforderungen der Behaglichkeit oder Hygiene. Erst mit der Einführung der Wärmeschutzverordnung und später der Energieeinsparverordnung (EnEV) [10] wurden Aspekte der Energieeffizienz in den Vordergrund gerückt. Aufgrund dieser Anforderungen wurden die erforderlichen Dämmqualitäten an die Fachwerk-Außenwände immer größer, was gerade bei Sichtfachwerkwänden besondere bauphysikalische Betrachtungen mit sich brachte. Diese Problematik ist inzwischen vielfach in der Literatur beschrieben worden, u. a. [4].

So ist es auch nicht erstaunlich, dass sich das erste WTA-Merkblatt, das sich mit Fachwerkgebäuden beschäftigt hatte, dem Thema der Bauphysik widmete. Dieses war 1996. Inzwischen gibt es unter der Überschrift „Fachwerkinstandsetzung nach WTA“ insgesamt 12 Merkblätter, die – um als anerkannte Regel der Technik entsprechen zu können – regelmäßig überarbeitet werden müssen. Die beiden Merkblätter 8-5 „Innendämmungen“ [12] und 8-10 „EnEV: Möglichkeiten und Grenzen“ [13] sind ein wichtiger Bestandteil dieser Merkblatt-Reihe.

2 WTA-Merkblatt 8-5

Fachwerkgebäude besitzen durch ihre besondere Konstruktionsweise oftmals einen hohen gestalterischen und gesellschaftlichen Stellenwert in städtischen und ländlichen Orten. Häufig wird daher gefordert, dass das Fachwerk mit seiner Holzkonstruktion auch von außen erlebbar sein soll. Werden nun diese Gebäude energetisch verbessert, bleibt dann häufig nur, eine Innendämmung vorzunehmen, was jedoch bauphysikalisch anspruchsvoll ist.

Gut, es hat sich inzwischen herum gesprochen, dass eine großzügig dimensionierte Innendämmung – zumal bei Fachwerk-Außenwänden – nicht immer empfehlenswert ist. Eine begrenzte, optimierte Wärmedämmung ist oftmals eher anzuraten. Aber was bedeutet „optimiert“? – Grundsätzliche Antworten zu dieser Frage sind in Merkblatt 8-1 [11] dargestellt.

Aber wie sind die darin enthaltenen Anforderungen in Abhängigkeit des Materials zu bewerten? Die Unterscheidungen, spezielle Ausführungsweisen, die Bewertungen welches Innendämmsystem für welche Aufgabe besser oder schlechter geeignet ist, sind in dem WTA-Merkblatt 8-5 „Innendämmungen“ beschrieben. Die letzte Ausgabe datierte von Mai 2008. Die jetzt vorliegende 2. Überarbeitung liegt nun im Blaudruck mit Datum vom April 2018 vor.

Was wurde nun in der Ausgabe 2018 gegenüber der Vorgänger-Ausgabe geändert? Neben etlichen redaktionellen und auch fachlichen Anpassungen sind insbesondere die Normenbezüge zu aktualisieren und weitere Innendämmsysteme in das Merkblatt aufzunehmen gewesen. Tabelle I zeigt hierzu eine Übersicht.

Rubrik	Neuaufnahme von Innendämm-Systemen
Putze/Mörtel neu: Plastische Dämmstoffe	keine Änderungen
Vorsatzschalen	– Holzrahmenbau-Konstruktion mit Einblasdämmung
Dämmplatten	– Holzweichfaser-Platte – Mineral-Dämmplatte – Schilf-Dämmplatte

Tabelle I: Neu aufgenommene Innendämmsysteme im aktuellen Merkblatt 8-5

Diese Änderungen mussten vorgenommen werden, da sich in den letzten 10 Jahren einige Innendämmsysteme im Fachwerkbau in der Praxis bewährt haben und in verschiedenen Veröffentlichungen näher betrachtet wurden (u. a. [3], [5]).

Gerade die Holzrahmenbau-Konstruktion mit Einblasdämmung hat für einige Diskussionen gesorgt. Es liegen jedoch Untersuchungen vor (u. a. [2]), die die jeweiligen Möglichkeiten beschreiben. Diese Konstruktion, die zumeist bei den Denkmalbehörden kritisch gesehen wird, ermöglicht den Einbau trockener, moderner Materialien. Aber auch hier sind selbstverständlich einige Aspekte zu berücksichtigen. So ist zum Schutz vor durchtretendem Schlagregen sowie zur Erreichung der Luftdichtheit auf der Innenseite der Fachwerkwand in der Regel ein vollflächiger Putz erforderlich. Weiterhin sind Anforderungen an die raumseitige Bekleidung (zumeist dampfbremsende Holzwerkstoffplatte plus Gipsbauplatte) zu stellen.

Holzweichfaserplatten wurden in dem Vorgänger-Merkblatt nur textlich kurz erwähnt, da noch keine gesicherten Untersuchungen vorlagen. Erfahrungen liegen inzwischen bei diesem System, das häufig in Kombination mit Lehmputzen verwendet wird, vor. Jedoch sind die genauen hygrothermischen Verhältnisse fallweise genau zu betrachten. Festzustellen ist, dass die Akzeptanz beim Nutzer, aber auch bei der Denkmalpflege für dieses System in der Regel hoch ist.

Minerale Dämmplatten (Platten aus Calciumsilikat-Hydrat oder expandierter Perlite) weisen ein großes Spektrum der bauphysikalischen Kennwerte auf. So variiert z. B. die kapillare Wasseraufnahme (w-Wert) von 0,4 bis 25 kg/(m²h^{0.5}). Daraus ergibt sich bei dieser grundsätzlich geeigneten Innendämm-Variante ebenfalls stets die Notwendigkeit einer genauen Betrachtung des Gesamtsystems aus Bauteilaufbau, Materialkennwerten und äußeren Belastungen.

Neu aufgenommen wurde auch das System einer Schilf-Dämmplatte. Zu diesem auch bei historischen Systemen vorliegenden Baustoff sind inzwischen auch bauphysikalische Begleituntersuchungen [6] durchgeführt worden. Auf dieser Grundlage konnte dieses Material mit aufgenommen werden. Ein besonderes Augenmerk ist aber auf Feuchten aus Schlagregen oder Kondensat zu legen, da das Material eine gewisse Feuchteempfindlichkeit aufweist.

Die zentrale Bewertungstabelle aller Dämmsysteme (siehe Tabelle II) wurde für das aktuelle Merkblatt komplett überarbeitet. Hierbei sind auch die Bewertungskriterien angepasst worden, insbesondere ist die Spalte „Belastung durch Einbaufeuchte“ neu eingeführt worden, die eine der maßgeblichen Fehlerquellen bei der energetischen Fachwerkinstandsetzung darstellen kann. Ein Problem dabei ist, dass die plastischen Systemen, die gerade bei unebenen Bestandswänden (und das ist die Regel bei Fachwerkbauten) besonders positiv gesehen werden können, hinsichtlich der Einbaufeuchte eher negativ zu bewerten sind.

		1	2	3	4	5	6	7
		Erforderliche Systemdicke	Austrocknungs- potenzial	Tauwassertoleranz	Belastung durch Einbaufeuchte	Vermeidung von Feuchtekonvektion ¹	Schallschutz	Brandschutz
1. Plastische Dämmstoffe								
	1.1 Wärmedämmputz	☐	●	●	○	●	☐	3
	1.2 Leichtlehm	○	●	●	○	●	☐	3
	1.3 Wärmedämmlehm	☐	●	●	○	●	☐	3
	1.4 Verfüllmörtel	○	●	●	○	●	☐	3
	1.5 Zellulosefaserputz	●	●	☐	○	●	☐	○
2. Vorsatzschalen								
	2.1 Gemauerte Vorsatzschalen	○	●	☐ ⁵	☐	●	●	3
	2.2 Trockenbaukonstruktion mit Dämmstoffmatten	●	1	○	☐ ²	☐	●	3
	2.3 Holzrahmenbau-Konstruktion mit Einblasdämmung	●	6	☐	●	●	●	○
3. Dämmplatten								
	3.1 Holzwolle-Bauplatten	☐	●	☐	☐ ²	4	☐	3
	3.2 Calciumsilikat-Platten	☐	●	●	☐ ²	4	☐	●
	3.3 Wärmedämmlehm-Platten	☐	●	☐	☐ ²	4	☐	☐
	3.4 Holzweichfaser-Platten	●	☐	☐	☐ ²	4	☐	○
	3.5 Mineral-Dämmplatten	●	●	7	☐ ²	4	☐	●
	3.6 Schiif-Dämmplatten	●	●	☐	☐ ²	4	☐	○

○ weniger geeignet ☐ bedingt geeignet ● geeignet

Tabelle II: Bewertung von Innendämmungen im gesamten Systemaufbau nach WTA-MB 8-5:2018 [12]

Zu erwähnen ist zudem, dass in dem Merkblatt ein Abschnitt zum Einsatz von Wandflächenheizsystemen hinzu genommen wurde. Hierzu ist jedoch insbesondere auf das zurzeit in Bearbeitung befindliche Merkblatt 6-19 (Gelbdruck zu erwarten in 2019) zu verweisen.

3 WTA-Merkblatt 8-10

Das bisherige WTA-Merkblatt 8-10: „Fachwerkinstandsetzung nach WTA X: EnEV: Möglichkeiten und Grenzen“ hat den Aspekt des Wärmeschutzes bei Fachwerkgebäuden insbesondere aus der Sicht der Energieeinsparverordnung (EnEV) gesehen.

Mit der EnEV 2013 [10] sind jedoch bei den sogenannten bedingten Anforderungen (Bauteilverfahren) keine Grenzwerte mehr für die Innendämmung von Sichtfachwerkwänden genannt. Trotzdem werden auch künftig Wärmeschutz-Anforderungen an die Fachwerkaußenwand sinnvoll sein. Gerade bei Fachwerkgebäuden bedeutet deren Umsetzung eine Auseinandersetzung mit verschiedenen bauphysikalischen (zumeist feuchteschutztechnischen) Fragestellungen, aber auch mit gestalterischen Aspekten bis hin zur Beachtung denkmalpflegerischer Belange. Unter der Berücksichtigung bauphysikalischer Bedingungen für Fachwerkgebäude greift das Merkblatt die durch den Wärmeschutz gestellten Anforderungen zur Schadensfreiheit auf und bietet Hilfestellungen für die daraus entstehenden Aufgaben an.

Trotz der möglichen Befreiungen und Abweichungen nach EnEV bei Instandsetzungen von Sichtfachwerkwänden (Anm.: bei einer Gesamtbetrachtung des Gebäudes bleiben deren Anforderungen bestehen) können durch das Erreichen eines sinnvollen Dämmniveaus weitreichende Beiträge zur Reduzierung des End- und Primärenergiebedarfes erzielt werden. Allein durch die Nachnutzung bestehender Gebäude wird bereits eine erhebliche Ressourcenschonung erreicht. Auch eine begrenzte wärmedämmtechnische Nachrüstung des Fachwerkbestandes trägt zu einer verbesserten ökologischen Gesamtbilanz bei, steigert die Behaglichkeit und erhöht die Attraktivität für eine zukünftige Nutzung.

Aufgrund dieser Situation hat sich die Blickrichtung des Merkblattes verändert. Das Merkblatt beschäftigt sich somit künftig vertieft mit den grundlegenden Anforderungen des Wärmeschutzes von Fachwerkgebäuden, ähnlich wie mit den Merkblättern 8-11 und 8-12 für den Schall- bzw. Brandschutz vorgegangen wurde. Somit wird der Name des Merkblattes künftig in „Fachwerkinstandsetzung nach WTA X: Wärmeschutz bei Fachwerkgebäuden“ geändert.

Grundlage aller bauphysikalischen Zusammenhänge bleibt jedoch das Merkblatt 8-1 „Fachwerkinstandsetzung nach WTA I: Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkgebäude“ [11].

Das überarbeitete Merkblatt 8-10 erscheint voraussichtlich zu Jahresbeginn 2019.

Wie ist das Merkblatt künftig aufgebaut?

Nach einem einführenden Kapitel mit den rechtlichen Grundlagen werden die Grundlagen des Wärme- und Feuchteschutzes der Fachwerk-Außenwand näher erläutert. Das Hauptkapitel bleibt die Darstellung der Wärmeschutzmaßnahmen für alle Außenbauteile, d. h. beispielsweise auch für Steildächer. Dieses Kapitel wird gegenüber der noch gültigen Ausgabe des Merkblattes in der Hauptsache lediglich auf den neuesten Stand gebracht und die jeweiligen Anforderungen (s. Tabelle III) beschrieben. Die Grundlagen-Kapitel sind dagegen weitgehend neu und werden in den folgenden Kapiteln kurz erläutert.

	U in W/(m²K)	
	nach DIN 4108-2	nach EnEV, Anlage 3
Außenwand	0,73 (R = 1,2 m²K/W)	0,24 (Außendämmung) --- (Innendämmung)
Fenster	2-fach-Verglasung	1,3
Steildach	0,75 (R = 1,2 m²K/W)	0,24
Flachdach	0,75 (R = 1,2 m²K/W)	0,20
Decke (an unbeh. Dachraum)	0,91 (R = 0,9 m²K/W)	0,24
Kellerdecke (an unbeh. Keller)	0,81 (R = 0,9 m²K/W)	0,50 (Dämmung Fußboden) 0,30 (Dämmung unterseitig)
Bodenplatte (an Erdreich)	0,93 (R = 0,9 m²K/W)	0,50 (Dämmung Fußboden) 0,30 (Dämmung unterseitig)
Kellerwand (an Erdreich)	0,75 (R = 1,2 m²K/W)	0,30

Tabelle III: Anforderungswerte an den Wärmedurchgangskoeffizienten für relevante Bauteile (bei normal beheizten Räumen)

3.1 Rechtliche Grundlagen

Gemäß Landesbauordnungen müssen zum „Schutz vor schädlichen Einflüssen“, bauliche Anlagen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche oder tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einwirkungen keine Gefahren oder unzumutbare Belästigungen entstehen.

In der Regel handelt es sich dabei um verschiedenste Regeln mit jeweiligem Schutz-Charakter. Dieses reicht vom Mindestwärmeschutz über den Holzschutz bis zum Denkmalschutz.

Mindestwärmeschutz

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 beschreibt die Einhaltung eines Mindeststandards von flächigen Bauteilen und Wärmebrücken von Aufenthaltsräumen. Er dient der Verhinderung von Oberflächenkondensat und soll ein für die Bewohner hygienisches Raumklima sicherstellen sowie die Baukonstruktion vor schädlichen Feuchteinwirkungen schützen.

Dieses wird nach DIN 4108-2 [7] erreicht, wenn eine Mindesttemperatur auf der inneren Bauteiloberfläche (bei „Norm-Klima“: 12,6 °C) bzw. ein Temperaturfaktor f_{RSi} eingehalten ist.

Feuchteschutz

Nach der DIN 4108-3 [7] sollen mögliche Einwirkungen von Tauwasser aus der Raumluft unter winterlichen Bedingungen so begrenzt werden, dass Schäden durch den geringen Wärmeschutz, Schimmelbildung und Korrosion vermieden werden. Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen werden nur in geringem Maße nach dem in der Norm vorgegebenen Berechnungsmodell (Glaser-Verfahren) als unschädlich eingestuft.

Hier stellt sich jedoch die Problematik, dass die Gebrauchstauglichkeit von Fachwerkaußenwänden mit kapillaraktiven, praxisbewährten Innendämmsystemen in der Regel nicht mit diesem Berechnungsmodell nachgewiesen werden kann. Feuchteschutztechnische Nachweise für derartige Systeme können nur mit Hilfe der Simulation des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports erfolgreich geführt werden. Die WTA-Merkblätter 6-4 „Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden“ [15] und 6-5 „Innendämmung nach WTA II: Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren“ [16] können hierfür herangezogen werden. Künftig soll in der Neufassung der DIN 4108-3, Anhang D diese Berechnungsmethodik als „normativ“ (z. Zt. nur „informativ“) aufgenommen werden.

Der Schlagregenschutz als Teil des Feuchteschutzes ist zwar ein wesentlicher Aspekt der DIN 4108-3 [7] – eine Empfehlung für besondere Situationen von Fachwerkaußenwänden ist jedoch hier nicht ablesbar. Hierfür ist eher auf das WTA-Merkblatt 8-1 [11] zu verweisen.

Holzschutz

Zur Durchführung konkreter Maßnahmen des Holzschutzes ist die DIN 68800 [9] als Technische Baubestimmung zu berücksichtigen. Als Holzschutz werden hierbei sowohl der vorbeugende Schutz gegen Zerstörung durch Organismen, als auch bekämpfende Maßnahmen definiert.

Klimaschutz

Nach der aktuellen EnEV ist der geforderte Nachweis nach dem Bauteilverfahren (Anlage 3 der Verordnung) oder dem Bilanzverfahren (Anlage 1 bzw. Anlage 2 der Verordnung) zu erstellen. Entgegen früheren Verordnungen bestehen keine Anforderungen an Bauteile mit „raumseitigen Dämmschichten“ sowie gedämmte Ausfachungen bei Fachwerkwänden. Für außengedämmte Wände sind jedoch weiterhin die Anforderungen der EnEV zu berücksichtigen.

Diese Reduzierungen der Anforderungen bei Innendämmungen sind zunächst zu begrüßen, da bei unkritischer Umsetzung der früheren Anforderungen häufig eine bauphysikalisch kritische (sprich: zerstörende) Situation zu befürchten war. Gleichwohl ist zu bedenken, dass es in Zeiten der angestrebten Reduzierung der CO₂-Emissionen „ungewöhnlich“ erscheint, wenn eine Anforderung vollständig entfällt und durch eine Freiwilligkeit ersetzt wird.

Besonders zu bemerken ist, dass gerade bei Fachwerkgebäuden, die häufig unter Denkmalschutz stehen oder zumindest als besonders erhaltenswerte Bausubstanz gelten, die Anforderungen der Energieeinsparverordnung nicht oder nur teilweise umgesetzt werden müssen. Ausnahme- oder Befreiungsregeln sind nach § 24 bzw. 25 der EnEV anzuwenden.

Baudenkmale und sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz

Eingetragene Baudenkmale sind nach den Denkmalschutzgesetzen der Bundesländer rechtlich definiert. Im Vordergrund muss bei allen energetischen Verbesserungen der Erhalt des Erscheinungsbildes und des Substanzerhalts des Kulturguts stehen.

Neben den eingetragenen Baudenkmalen sind auch eine Reihe anderer Gebäude als erhaltenswert und schutzwürdig einzustufen, deren Erhalt zur Bewahrung von Orts- und Stadtbildern, Straßenzügen oder -quartieren von baukultureller Bedeutung ist. Die besonders erhaltenswerte Bausubstanz ist nicht in den Denkmalschutzgesetzen definiert. Besonders erhaltenswerte Bausubstanz wird gemäß der Expertengruppe Städtebaulicher Denkmalschutz (siehe auch [1]) z. B. durch das Vorliegen einer Erhaltungs- oder Gestaltungssatzung geschützt. Weiterhin kann der Schutzcharakter u. a. auch vorliegen, wenn das Gebäude wegen seines Baualters oder seiner besonderen (städtebaulichen) Lage ortsbild- oder landschaftsprägend ist.

3.2 Grundlagen zum Wärme- und Feuchteschutz der Außenwand

Wärme- und Feuchteschutz im Fachwerkbau bedeutet:

- Reduzierung der Energieverluste des Gebäudes,
- Erhöhung der Behaglichkeit,
- Begrenzung des eindringenden Niederschlagswasser durch Fugen und Baustoffe,
- Sicherstellung ausreichender Trocknungsreserven und -möglichkeiten,
- Begrenzung des Tauwasseranfalles, insbesondere in Holzbauteilen,
- Reduzierung der Luftkonvektion durch Bauteile.

Aufgrund der Feuchteempfindlichkeit des Holzes kommt dem Feuchteschutz bei Fachwerkwänden eine besondere Bedeutung zu. Bei erhöhter Holzfeuchte (> 20 M-%) über einen längeren Zeitraum bzw. einer Überschreitung des Feuchtekriteriums nach WTA-Merkblatt 6-8 [17] besteht die Gefahr eines Befalls durch holzzerstörende Pilze.

Hierzu werden in dem Merkblatt 8-10 Kennwerte und Ausführungen genannt. Dabei wurden die in dem Grundlagen-Merkblatt 8-1 genannten Werte noch einmal verifiziert und näher erläutert.

Wichtig ist, dass die Einhaltung der Mindestanforderungen bei Fachwerkhäusern mit Augenmaß erfolgen sollte, da sich mit zunehmendem Wärmeschutz eine Gefährdung der Bausubstanz ergeben kann. Dieses gilt insbesondere dann, wenn eine gewisse Schlagregenbelastung überschritten wird. Unter Umständen kann es gerade bei Fachwerkgebäuden sinnvoll sein, statt den Dämmstandard eines Einzelbauteils zu betrachten eher die Gesamtbilanz des Gebäudes in die Beurteilung einzubeziehen. Somit können gering gedämmte Bauteile durch andere Maßnahmen kompensiert werden.

Grundsätzlich ist der Beurteilung der Schlagregenbelastung und des vorliegenden Schlagregenschutzes der Fachwerkfassade eine besondere Bedeutung beizumessen. Diese ist u. U. bedeutender als die Betrachtung der Tauwasserbildung im Bauteilinneren bei einer Innendämmung.

Gleichwohl ist die Bildung kritischer Feuchte im Bauteilquerschnitt genauer zu betrachten, was jedoch mit dem normativen Berechnungsverfahren („Verfahren nach Glaser“) aus folgenden Gründen meistens nicht möglich ist:

- Einige der in Fachwerkgebäuden üblich vorliegenden Baumaterialien speichern nennenswerte Feuchtemengen und sind kapillar leitfähig, können aber in der Berechnung nicht abgebildet werden.
- In Fachwerkwänden liegen stets zwei-, sowie dreidimensionale Verhältnisse vor.
- Schlagregen als eine oft entscheidende Einflussgröße wird nicht berücksichtigt.
- Bei Sanierungen können große Feuchtemengen in die Konstruktion eingebracht werden, die rechnerisch nicht berücksichtigt werden können.

Der rechnerische Nachweis sollte deshalb mit Hilfe von hygrothermischen Simulationsprogrammen gemäß dem WTA-Merkblatt 6-2 [14] bzw. DIN EN 15026 [8] durchgeführt werden. Kriterien zur Bewertung von Simulationsergebnissen sind in dem WTA-Merkblatt 6-5 [16] enthalten. Bezüglich der Holzbauteile im Fachwerk sind weiterhin die Anforderungen des WTA-Merkblattes 6-8 und der DIN 68800-2 einzuhalten.

Aufgrund der Erfahrung, dass in der Praxis einige Planer einer Innendämm-Maßnahme beim rechnerischen Nachweis an Grenzen stoßen, wird versucht, in dem überarbeiteten Merkblatt eine Vorgehensweise bei der Nachweisführung zu skizzieren:

- Neben den Anforderungen an die Luftdichtheit sind auch die des Wärme- und Feuchteschutzes zu beachten.
- Im Rahmen des bauordnungsrechtlichen Nachweises ist zunächst der Mindestwärmeschutz einzuhalten. Üblich ist bei Fachwerkaußenwänden ein Wärmedurchlasswiderstand ($R = \sum R_i$) von $R > 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$. Dieser gilt für alle Bauteilbereiche, in der Regel bei Fachwerkwänden für den Gefachbereich.
- Beim feuchteschutztechnischen Nachweis sind verschiedene Möglichkeiten vorhanden.
- Zunächst ist zu prüfen, ob die Fachwerkwand als „nachweisfreie Konstruktion“ gemäß DIN 4108-3 angesehen werden kann.
- Darüber hinaus ist ein Wärmeschutz der Innendämmung auf $\Delta R_i = 0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ (siehe WTA-Merkblatt 8-1 [11]) zu begrenzen, wenn kein besonderer Nachweis geführt wird.
- Liegen von diesen vereinfachten Randbedingungen abweichende Situationen vor (z. B. eine angestrebte erhöhte Wärmedämmqualität), so muss ein weitergehender bauphysikalischer Nachweis geführt werden. Da das in der DIN 4108-3 genannte „Glaser-Verfahren“ wie dargestellt häufig keine zufriedenstellende Ergebnisse ergibt, ist eine ein-, besser zweidimensionale Simulation der hygrothermischen Verhältnisse (incl. Schlagregen) häufig dringend anzuraten. Hierfür sind Ansätze der Randparameter zu berücksichtigen, die im Merkblatt dargestellt werden sollen, zurzeit aber noch in Diskussion sind.

Literatur

- [1] BMUB: Die besonders erhaltenswerte Bausubstanz in der integrierten Stadtentwicklung – Kommunale Arbeitshilfe Baukultur; BMUB, Referat SW16 (Hrsg.); August 2014.
- [2] BORSCH-LAAKS, R., SIMONS, P.: Wie dick darf die Innendämmung sein?, Holzbau quadriga, Heft 4, 2006 sowie Folgeuntersuchungen.
- [3] Deutsches Fachwerzentrum Quedlinburg e.V. (Hrsg.): Hilfe, ich habe ein Fachwerkhaus. Ein Leitfaden für Bauherren und am Fachwerk Interessierte. 2. Auflage 2012.
- [4] EßMANN, F., GÄNSMANTEL, J., GEBURTIG, G.: Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern; Die richtige Anwendung der EnEV; Fraunhofer IRB, Stuttgart, 2. Auflage, 2012.
- [5] FVID: Praxis-Handbuch Innendämmung; Fachverband Innendämmung e.V. (Hrsg.); Rudolf Müller Verlag 2016.
- [6] RUISINGER U., ETENAUER J., PLAGGE R.: OEKO-ID – Innendämmungen zur thermischen Gebäudeertüchtigung. Untersuchung der Möglichkeiten und Grenzen ökologischer, diffusionsoffener Dämmsysteme. Endbericht TU Graz, 2013.
- [7] DIN 4108: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; 02/2013; Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; 11/2014 (Neufassung 10/2018).
- [8] DIN EN 15026: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation; 07/2007.
- [9] DIN 68800-2: Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau; 02/2012.
- [10] EnEV, Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV), vom 20.11.2001, in Kraft seit 01.02.2002; Änderung vom 18.11.2013, in Kraft seit 01.05.2014.
- [11] WTA-Merkblatt 8-1 „Fachwerkinstandsetzung nach WTA I: Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkgebäude“; Ausgabe 09.2014/D, München 2014.
- [12] WTA-Merkblatt 8-5 „Fachwerkinstandsetzung nach WTA V: Innendämmungen“; Ausgabe 04.2018/D, München 2018.
- [13] WTA-Merkblatt 8-10 „Fachwerkinstandsetzung nach WTA X: EnEV: Möglichkeiten und Grenzen“; Ausgabe 05.2011/D, München 2011.
- [14] WTA-Merkblatt 6-2 „Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse“; Ausgabe 12.2014/D, München 2014.
- [15] WTA-Merkblatt 6-4 „Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden“; Ausgabe 05.2009/D, München 2009.
- [16] WTA-Merkblatt 6-5 „Innendämmung nach WTA II: Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren“; Ausgabe 04.2014/D, München 2014.
- [17] WTA-Merkblatt 6-8 „Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation“; Ausgabe 08.2016/D, München 2016.



Eßmann, Frank

Dipl.-Ing.

Inhaber des tha – Ingenieurbüros Eßmann für thermische, hygrische und akustische Bauphysik

Beratender Ingenieur (AIK S-H)

Staatlich anerkannter Sachverständiger für Wärme- und Schallschutz der IKBau NRW

Anerkannter Energieeffizienz-Experte für Wohngebäude, Nichtwohngebäude (dena)

Anerkannter Energieberater für Baudenkmale (WTA/VDL)

Vorstandsmitglied der Regionalgruppe WTA-Deutschland (2006–2017)

Leitung der WTA-Arbeitsgruppe „Wärmeschutz bei Fachwerkgebäuden“

Aktive Mitarbeit in diversen WTA-Arbeitsgruppen (z. B. „Innendämmung“, „Balkenköpfe von Holzbalkendecken“), in der VDI-Arbeitsgruppe 3817 „Arbeiten am Baudenkmal und an erhaltenswerter Bausubstanz“ sowie im Fachverband Innendämmung FVID

Gründungsmitglied FVID

Diverse Buch- und Zeitschriftenpublikationen sowie Dozententätigkeiten.

Premium-Holzanstriche für das Handwerk

Umweltgerecht, rationell und langlebig



remmers.com


remmers

... und doch immer wieder alte Probleme

Schäden an Fachwerk, Ursachen und Instandsetzung

Ulrich Arnold

Kurzfassung

Nachdem im vorherigen Beitrag Frank Eßmann den Stand der WTA-Merkblätter zur energetischen Ertüchtigung von Fachwerkbauten vorgestellt hat, folgt hier ein Beitrag, der sich mit den typischen Schadensbildern an Sichtfachwerk auseinandersetzt. Meist werden grundsätzliche Sanierungen der Bausubstanz und energetische Ertüchtigungen an Fachwerkhäusern gemeinsam in einer Baumaßnahme umgesetzt. Hier gibt es Wechselwirkungen. Nur wenn die Besonderheiten und Ursachen von Schäden an Sichtfachwerk bekannt sind, kann man in Planung und Ausführung gegensteuern. Der Rahmen innerhalb dieses Tagungsbands ist begrenzt, deshalb wird zur Vertiefung auf weitere Literatur, insbesondere einschlägige Regelwerke zum Umgang mit historischer Bausubstanz verwiesen. Im Folgenden werden, gegliedert nach typischen Schadenszonen, der Wasserführung an der Fassade folgend, Ursachen und Instandsetzungsmöglichkeiten betrachtet.

1 Einleitung

Sichtfachwerk weist planmäßig ein bewittertes Tragskelett aus Holz auf. Die Fugen zwischen der Ausfachung und dem Holz sowie in den Holzverbindungen lassen sich nicht dauerhaft abdichten. Deshalb ist diese Bauweise besonders feuchtebelastet und entsprechenden Gefahren durch Holzschädlinge ausgesetzt.

Akteure wie die WTA geben reichlich Hilfestellung zum Umgang mit Fachwerkgebäuden. Dennoch finden sich immer wieder typische Schadensbilder. Dem Leser soll hier eine Übersicht häufiger Schäden gegeben werden. Durch die Benennung der Ursachen und Instandsetzungsvorschläge ist der Beitrag sowohl für die Bearbeitung individueller Projekte als auch für die Weiterbildung eine Grundlage. Alle prinzipiellen Grundregeln müssen immer an den konkreten Einzelfall angepasst werden. Diese Planungsarbeit kann anhand der hier beispielhaft vorgestellten Problematiken nicht allgemeingültig vorweggenommen werden.

2 Häufige Schadensbilder und deren Ursachen

Wenn die Wasserführung an der Fassade verfolgt wird, fallen einige typische Stellen auf, an denen es zu Feuchteanreicherungen kommen kann. Wenn das Holz hoher Feuchtebeanspruchung ausgesetzt wird, entsteht das Risiko, dass holzerstörende Pilze zu Schäden führen. Auch Trockenholzinsekten, die prinzipiell an Holz vorkommen können, das für Pilzschäden zu trocken ist, werden durch erhöhte Holzfeuchten, um den Fasersättigungsbereich herum, gefördert.

Dachtraufbereiche weisen oft Schäden auf. Prinzipiell unterscheiden sich Fachwerkgebäude an der Traufe der Dachdeckung nicht von anderen Gebäuden. Wenn dort Niederschläge eindringen können, sind die Folgen jedoch häufig gravierender, weil auch die oberen Enden von Ständern usw. betroffen sind (Abb. 1). Zur Reparatur von Pilzschäden aufgrund der Durchfeuchtung müssen dann meist Wandbereiche geöffnet werden. Handwerkliche Reparaturverbindungen werden beispielsweise in [GERNER et al. 1998 und HÄHNEL 2003] vorgestellt.



Abb. 1: Beispiel für Reparaturarbeiten nach einem Wassereinbruch an der Dachtraufe, der zu Folgeschäden an der Balkenlage, am Rähm und am Ständerende geführt hat.

Fensteröffnungen sind oft geschädigt, weil Niederschlagswasser in die Wand eindringen und nur schlecht abtrocknen konnte. Am Fenstersturz finden sich oft Bekleidungsfutter, die für ablaufende Niederschläge hinterläufig sind (Abb. 2). Dort dringt Wasser ein und befeuchtet den Sturzriegel, die angrenzenden Ständer, das Fensterfutter und den Blendrahmen. Wasser, das an den seitlichen Leibungen herab läuft, muss an der Brüstung wieder auf die Fassadenfläche geführt werden. Wenn hier ungünstige Konstruktionsweisen vorliegen, sind der Brustriegel und wiederum die angrenzenden Ständer und der Blendrahmen betroffen. Die Sohlbank ist je nach Bauweise ebenfalls vom Schadensbild beeinträchtigt.



Abb. 2: Beispiel für ein hinterläufiges Fensterfutter. Die Verarbeitungsqualität ist ebenfalls mangelhaft.

Kissenputze sind in vielen Regionen, vor allem in Süddeutschland, übliche Ausfachungsabschlüsse. Die hervor stehenden Putzkissen sind problematisch, weil das Risiko steigt, dass große Wassermengen zwischen Putzkante und Riegel eindringen können (Abb. 3). Wenn Putzkissen bautechnisch oder um die kulturhistorische Authentizität zu erhalten unvermeidbar sind, ist darauf zu achten, dass der Verputz zu den Holzoberflächen hin angeschrägt wird. Unbedingt zu vermeiden sind waagerechte „Stauschwellen“ für ablaufendes Wasser.

Genauso schädlich sind gegenüber den Holzoberflächen zurück stehende Ausfachungen, weil ablaufendes Wasser hier ebenfalls starke Holzdurchfeuchtungen verursacht.



Abb. 3: Kissenputz an Abziehlatten angeformt. Hier entstehen an jeder Oberkante der Putzfelder waagerechte „Stauschwellen“ für ablaufendes Wasser.

Schräg in den Regen geneigte Fassaden vergrößern die Regenbelastung drastisch. Der geneigt fallende Regen trifft auf eine kleinere Fläche auf, d. h. die Regendichte pro m² steigt. Außerdem treffen rückprallende Tropfen erneut auf die Fassade unterhalb [ARNOLD 2016A]. Im Zusammenhang mit den planmäßigen Fugen an Sichtfachwerk ist die Schrägstellung der Fassaden sehr bedenklich.

Sockelbereiche sind bei weitem die häufigsten Schadensbilder. An der Fassade ablaufendes Wasser, das nicht zuvor bereits in Konstruktionsfugen eingedrungen ist, sammelt sich an diesem Punkt. Häufig sind die Ständer und Streben in die Schwelle eingezapft. In diesen Zapfenlöchern kann sich Wasser sammeln und zu lang andauernden Durchfeuchtungen führen. Meist steht aus statischen Gründen das Sockelmauerwerk gegenüber der Schwelle vor. So entsteht eine Zone an der Spritzwasser wirken kann und Regen sowie schmelzender Schnee direkt eindringen können. Durch bauliche Maßnahmen in den letzten Jahrzehnten ist der Bestand am Sockel meist zusätzlich nachteilig verändert worden, indem Verputz so an der Sockelkante angetragen wurde, dass eine wasserführende Fuge zur Schwelle entsteht. Außerdem ist über die Lebensdauer des Gebäudes das Gelände meist so hoch angetragen worden, dass die früher einmal vorhandene Sockelhöhe vermindert ist. In extremen Fällen liegt die Schwelle unterhalb der Geländeoberkante. Solche Konstruktionen müssen zwangsläufig durch Pilzbefall versagen (Abb. 4).



Abb. 4: Das Gelände ist im Laufe der Jahrhunderte höher angetragen worden, als die Schwellenunterkante. Solche Konstruktionen müssen versagen.

Fachwerk als Vormauerschale ist anders zu bewerten als Klinkerschalen. Immer wieder finden sich Gebäude an denen man die ursprüngliche Fachwerkwand analog einer Klinkervormauerschale umgestaltet hat. Im Inneren ist praktisch eine zweite Wand aufgemauert worden und die Fuge zwischen alter und neuer Wand besteht nur aus einem Luftraum oder einer Mineralwolldämmung auf der neuen, inneren Schale und einem Luftraum zwischen Dämmung und Fachwerkkinnenseite. Auch an Neubauten im „Fachwerkstil“ finden sich solche Konstruktionen. An Vormauerschalen aus reinem Mauerwerk läuft bei Schlagregenereignissen planmäßig Wasser an der Rückseite der Vormauerschale nach unten. Dieses wird über sogenannte „Z-Sperren“

mit Abdichtungsbahnen wieder nach außen gelenkt. Diese Z-Sperren werden über Stürzen und am Wandsockel angeordnet. Bei Fachwerk-Vormauerschalen mündet der Versuch Z-Sperren am Sockel anzubringen meist in einer geradezu planmäßigen Bewässerung der Schwelle. Sehr oft sind die Sperrbahnen zwischen der Schwellenoberkante und der Ausfachung verlegt (Abb. 5). In die Schwellenoberkante binden jedoch die Ständer und Streben ein. An solchen Stellen sind keine dauerhaft funktionsfähigen aufgekanteten Umfahrungen der Ständer und Streben möglich. Die Schwachpunkte des Holzskeletts am Sockel werden damit der konzentrierten an der Fachwerkrückseite ablaufenden Regenmenge ausgesetzt. Mit hinreichend frostfesten Klinkern und Vormauerziegeln lassen sich hinterlüftete Vormauerschalen bauen. Bei einem Holztragwerk und lediglich füllenden Ausfachungen ist dagegen nicht zu erwarten, dass die Außenschale schadensfrei bleibt. Solche Konstruktionen sind nicht auf die verwendeten Materialien und Tragsysteme abgestellt. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass waagerechte Deckenbalken und ähnliche Bauteile, die die Hinterlüftungsebene durchdringen, ebenfalls dem an der Rückseite ablaufendem Wasser ausgesetzt werden.



Abb. 5: Neubau in „Fachwerkstil“, das Holztragwerk ist Teil einer Vormauerschale mit Z-Folie auf der Schwelle. Außerdem gibt es keinen definierten Sockel. Diese Sonderkonstruktion kann nicht die gleiche Lebensdauer erreichen, wie eine „echte“ Vormauerschale.

Wasserführende Trockenrisse im Holztragwerk sind seltener, als eine oberflächliche Betrachtung glauben macht. Meist sind senkrechte Trockenrisse an der Sichtfläche nicht groß und laufen am unteren Ende so aus, dass Wasser nicht verstärkt in Konstruktionsknoten geleitet wird. An waagerechten Bauteilen sind nur diejenigen Trockenrisse ungünstig, deren Rissgrund tiefer liegt als die Rissoberfläche. Wenn einmal Trockenrisse mit Feuchteanreicherungen beobachtet werden, sollte versucht werden diese Situationen zu entschärfen.

Bei der Renovierung und energetischen Ertüchtigung sind *ungeeignete Schichten auf der Innenseite* von Fassaden zu vermeiden. Das Wesentliche zu diesem Thema wurde bereits vorab von Frank Eßmann dargestellt. Deshalb nur Kurz die Erwähnung, dass es für den Feuchtehaushalt elementar ist, die Einbaufeuchte von Baustoffen zu berücksichtigen und bewährte Baustoffe und Konstruktionsweisen auszuwählen.

3 Instandsetzung

Die Holzauswahl bei Sanierungen richtet sich primär nach der im Bestand vorgefundenen Holzart. In der Regel wird mit gleichem Holz repariert [z. B. WTA-Merkblatt 8-1]. Manchmal ist es sinnvoll Holz höherer natürlicher Dauerhaftigkeit als vorgefunden zu verwenden. Dauerhafte Farbkernelhölzer weisen viele Einlagerungsstoffe auf. Insbesondere bei Eichenholz ist immer davon auszugehen, dass ein Teil dieser Gerbstoffe im Gebrauch ausgewaschen wird und zu Verfärbungen an der Fassade führt (s. Sockel in Abb. 9). Splintholz ist grundsätzlich vor dem Einbau von Reparaturhölzern in Sichtfachwerk abzuschälen. Das Splintholz keiner Holzart ist hinreichend natürlich dauerhaft [DIN EN 350, DIN 68800-1]. Weil Sichtfachwerk, aufgrund möglicher Feuchteanreicherungen, in der Regel in die Gebrauchsklasse (GK) 3.2 gemäß DIN 68800-1 einzuordnen ist, sollten dauerhafte Holzarten gewählt werden. Rein formal ist lediglich das Kernholz der Stiel-/Traubeneiche hinreichend dauerhaft in GK 3.2.

Mit einigen Nadelfarbkernelhölzern wurden jedoch immer wieder auch gute Erfahrungen gemacht. Das gilt insbesondere für Regionen, in denen traditionell Nadelholz an Sichtfachwerk üblich ist. Es muss bei der Holzauswahl eine individuelle Risikoabwägung zum Erhalt von Kulturgut getroffen werden. Gerade Eichenkantholz lässt sich nur sehr schwierig technisch trocknen. Selbst wenn Ware mit einer Holzfeuchte von $\leq 20\%$ benutzt wird, kommt es in den ersten Jahren zu Feuchtewechseln und Nach-trocknen der Holzkonstruktion. Grundsätzlich schwankt an außen verbaute Holz die Holzfeuchte witterungsabhängig über große Spannen. Es ist deshalb typisch für die Bauweise, dass nach Reparaturen an Ausfachungskanten Risse und Fugen entstehen können, die nachgebessert werden müssen. Es ist sogar empfehlenswert, den Gefachputz erst nach ein bis zwei Jahren Standzeit der sanierten Konstruktion aufzutragen. Das kann jedoch nur dann in Erwägung gezogen werden, wenn die Ausfachung bzw. Gesamtkonstruktion ohne Verputz über diesen Zeitraum der Feuchtebelastung standhalten kann. Obige Angaben sollen nicht nachlässiger Holzauswahl und nachlässiger Verarbeitung Vorschub gewähren. Handwerker und Planer, die sich nicht bemühen trockene Ware zu verwenden und die Ausfachungen nicht nach anerkannten Regeln herstellen, stehen weiter in der Verantwortung für Mängel. Die Ausführungen sollen aber Fachleute und Laien dafür sensibilisieren, dass die überkommene Fachwerkbauweise systembedingt mit anderen Maßstäben als heute übliche Bauweisen betrachtet werden muss. Als Fachwerkbau die Standardbauweise war, war jedem Bauherren bewusst, dass er immer wieder einmal die Gefachkanten nacharbeiten muss – oder er hat solche Erscheinungen ohne Maßnahmen hingenommen.

Die handwerklichen Reparaturverbindungen sollten, wo immer es statisch möglich ist, mit traditionellen, hölzernen Zapfen, Blättern usw. realisiert werden. Nagelbleche haben sich im Fachwerkbau nicht bewährt.

Die Ausfachungsmaterialien müssen ebenfalls der Bauweise angepasst sein. Benötigt werden Materialien, die die relativ großen Eigenbewegungen von Fachwerkkonstruktionen ohne Schaden aufnehmen können. Außerdem müssen sie begrenzt Feuchtigkeit aufnehmen und abgeben können, ohne dabei z. B. Frostschäden zu erleiden. Sie sollten ein möglichst geringes Wärmeleitvermögen haben, wobei hier aufgrund der anderen Anforderungen deutliche Grenzen gesetzt sind. Der Wärmeschutz wird an Sichtfachwerk in der Regel nur moderat umgesetzt und es werden zusätzli-

che Schichten auf der Wandinnenseite dazu herangezogen. Die Ausfachungen müssen außerdem so lagesicher verankert sein, dass sie nicht über die Nutzungsdauer heraus fallen. Bewährt haben sich insbesondere Ausmauerungen aus weich gebrannten Vollziegeln ohne Lochung (definitionsgemäß darf ein Vollziegel bis zu 15% senkrechten Lochanteil aufweisen). Die Steinformate dürfen nicht zu groß sein, traditionelle Größen im Bereich des Normalformats sind geeignet. Als Mauermörtel hat sich Luftkalkmörtel bewährt. Es sind auch ausgeflochtene, mit Lehm beworfene Ausfachungen möglich. In den letzten Jahrzehnten wurden erfolgreich Lehmmauersteine eingesetzt. Hierbei darf es sich nicht um ungebrannte Rohziegel ("Grünlinge") handeln. Vielmehr muss die Feuchte- und Frostbeständigkeit gewährleistet sein. Das bedeutet Klasse Ia gemäß DIN 18945. Lehmausfachungen sind nicht wasserfest und sollten immer mit einem wasserverträglichem Verputz gegen Regen geschützt sein. Gleichzeitig ist Lehm jedoch ein schwieriger Putzgrund für Mörtel auf Basis von Kalk u. ä. Die mechanische Sicherung von Gefachausmauerungen sollte an senkrechten und oberen waagerechten Holzflanken mit Dreikant- oder Trapezleisten erfolgen. Es ist dauerhaftes Holz, wie Eichenkernholz zu wählen. Die Befestigung der Leisten sollte mit Edelstahlschrauben erfolgen. Als Verputz hat sich Mörtel auf Basis von Luftkalk bewährt.

Dachtraufbereiche werden genauso instandgesetzt, wie im Massivbau. Sparrenfüße und Balkenköpfe können angeschuht werden. Oft ist das Traufrahm von einem Schaden betroffen. Hier ist meist eine Reparatur mittels eingeblattetem Ersatzstück zielführend (Abb. 1). Elementar ist, dass die Dachdeckung und Dachentwässerung nach der Reparatur funktionstüchtig sind. Sollte keine Dachrinne vorhanden sein, empfiehlt es sich eine vorgehängte Rinne nachzurüsten. Nur in Ausnahmefällen, wie bei Wasserschlössern ist eine vorgehängte Rinne nicht unbedingt förderlich, weil dort anzunehmen ist, dass die Rinne nicht gewartet wird. Aufdachrinnen sind zu vermeiden, weil undichte Stellen solcher Rinnen nicht auffallen, das Wasser an der Fehlstelle jedoch nicht vor der Fassade abtropft, sondern in die Konstruktion läuft.

Fensteröffnungen sollten in der Wasserführung ertüchtigt werden. Es bietet sich an, über der Fensteröffnung ein gekantetes Abtropfblech in das Holz einzuschlitzen. Dieser Eingriff ist am Baudenkmal selbstverständlich mit der Denkmalbehörde abzustimmen. Es wird ein diagonal nach unten gerichteter Schlitz wenige Zentimeter tief in den Riegel und ggf. die anschließenden Ständer geschnitten. In diesen Schlitz wird ein Blech eingetrieben (Abb. 6). Das Blech ist am Grund des Schlitzes aufgekantet. Außerdem ist an der anderen Blechseite eine Tropfkante ausgebildet. Durch die Aufkantung im Schlitz sitzt das Blech so fest, dass es nicht weiter gesichert werden muss.



Abb. 6: Eintreiben eines gekanteten Blechs mit runder Abtropfwulst.

Fensterfutter mit Deckbrett auf der Fachwerkoberfläche sind durch die Blechabdeckung besser vor hinterlaufendem Wasser geschützt. An den senkrechten Seiten kann ein vorkomprimiertes Dichtband hinter den Bekleidungs Brettern eingelegt werden. Erfahrungsgemäß sind solche Dichtbänder jedoch nur begrenzt langzeitstabil. Weniger störend in der Wasserführung sind Futterbekleidungen nur in den Leibungen und nicht zusätzlich auch auf der Fachwerkfläche. Die senkrechten Bretter in der Leibung sollten immer schuppenförmig eine Randaufkantung von Blechsohlbänken überdecken. Die Blechsohlbänke müssen selbstverständlich an den Aufkantungsecken zwischen Brüstungsrahmen und Leibung gut verlötet sein. Sohlbänke aus Holz sind lediglich als häufig zu kontrollierendes Verschleißteil zu verstehen. Holzsohlbänke sollten eine Abtropfnut aufweisen. An den seitlichen Leibungsenden sollte eine Rinne, ähnlich wie bei Kunststeinbänken, eingefräst werden, damit weniger Wasser seitlich in den Brüstungsknoten der Leibung eindringen kann [z. B. Arnold 2010]. Aus Erfahrung wird hier noch die Selbstverständlichkeit erwähnt, dass Sohlbänke ein Gefälle nach außen, keine absolut waagerechte Ausrichtung oder gar Gefälle zum Fensterrahmen aufweisen müssen.

Wenn die Konstruktionshölzer an Sturz oder Brüstung bereits geschädigt sind, müssen diese handwerklich repariert werden. Bei großem Schadensausmaß müssen Riegel erneuert werden. Um die neuen Riegel ins vorhandene Gefüge einzupassen, haben sich Fremdzapfen bewährt. Wenn nur ein Endstück eines Riegels gesund geschnitten werden muss, kann dieses manchmal mit einem stehenden Blatt, das schräg hinterschnitten ist, in die vorhandene Zapfenöffnung eingefahren werden (Abb. 7). An den Ständern können oberflächliche Schäden, um den Riegelanschluss herum, oft aufgebohrt werden. Wenn der Querschnitt stark beeinträchtigt ist, hilft nur noch den betreffenden Ständer anzuschauen. Dabei wird das geschädigte Holz im ganzen Querschnitt zuzüglich eines Blatts in halber Holzdicke entfernt und ein Reparaturstück eingepasst. Wenn die Blattverbindung leicht schräg angeschnitten ist, kann sie sich selbst ein wenig zusammenziehen [GERNER et al. 1998]. Einen nennenswerten Feuchteschutz durch die fallende Fuge kann man sich jedoch, entgegen

vielen Veröffentlichungen [z. B. GERNER et al 1998, HÄHNEL 2003], nicht versprechen. Wenn sauber gearbeitet wurde, entsteht eine kapillar saugende Pressfuge.

Die Überblattung sollte mindestens etwa 50 cm lang sein und kann mit Edelstahl-schrauben oder auch mit leicht diagonal versetzt angeordneten Holznägeln gesichert werden.



Abb. 7: Skizze aus einem Sanierungsvorschlag mit schräg hinterschnittenem Reparaturstück eines Riegels.

Kissenputz sollte am besten bei Gefacherneuerungen vermieden werden. Wenn nur einzelne Gefache oder nur Verputz, ohne Gefache repariert bzw. erneuert wird, ist es oft nicht möglich eine Putzfläche in Ebene der Holzoberfläche auszuführen. Dort wo Kissenputze regional typisch sind, gehören sie zum authentischen Erscheinungsbild. Hier ist denkmalpflegerisch besonders zu überlegen, ob der Kissenputz aus nicht technologischen Gründen erhalten werden soll. Also ist man gezwungen wieder einen Kissenputz herzustellen. Dann ist darauf zu achten, dass der Verputz an den Rändern nicht auf „0“-Materialstärke ausgezogen wird. Er muss überall etwa gleich dick sein. An der Ausfachungskante sind deshalb Aussparungen vorzusehen. An der Oberseite der Putzkissen ist auf eine vom Holz weg geneigte Oberfläche zu achten. An den Seiten und unten soll der Putz an die Holzkontur angeformt werden. Baumkanten sind jedoch nicht auf „0“ auszuputzen [ARNOLD 2016B]. Grundsätzlich können die Ebenheitstoleranzen für verputzte Wände nicht auf Fachwerkausfachungen bezogen werden. Hier ist es wichtiger, der Holzkontur folgend einen möglichst guten Wasserabfluss zu erzielen. An den Unterkanten von Ausfachungsputz kann sogar ein kleiner Abtropfwulst angeformt werden. Hilfestellung geben z. B. das ZHD-Arbeitsblatt „Gefachputz“ und das WTA-Merkblatt 8-3.



Abb. 8: Wiederherstellung eines Kissenputzes aus Luftkalkmörtel. Die Kanten wurden so an das Holz angeformt, dass der Wasserabfluss bei der grundsätzlich ungünstigen Ausführung wenigstens besser funktioniert als im Beispiel auf Abb. 3.

Sinnvoll ist, wenn der frisch aufgetragene Putz ansteift, einen feinen Trennschnitt zwischen Holz und Putzkante anzulegen, damit die Putzkante nicht neben dem Holz einreißt. Um die definierte Abrisskante zu begünstigen und die Feuchteaufnahme des Holzes zu reduzieren, sollte auch eine Farbbeschichtung, zumindest mit der Grundbeschichtung, vor dem Verputzen der Ausfachung etwas um die Holzkante herum an der Flanke aufgetragen werden.

In den Regen Geneigte Fassaden lassen sich eigentlich nur reparieren, indem eine hinterlüftete Wetterschutzbekleidung angebracht wird [WTA-Merkblatt 8-4]. Diese sollte die Schiefstellung der Fassade möglichst ausgleichen. Dazu ist eine konisch nach oben dicker werdende Unterkonstruktion erforderlich. Fensterleibungen werden so auch konisch und in den oberen Geschossen sehr tief. Die senkrechte Bekleidung ist jedoch deutlich fehlertoleranter als eine in Fassadenneigung angebrachte Bekleidung. Meist hat die schräge Fassade bereits zu so intensiven Pilzschäden am Holz geführt, dass nahezu die gesamte Fassade erneuert wird. Das ist eine Gelegenheit die Schiefstellung bereits in der Fachwerkwand gegenüber dem Vorzustand zu verringern.

Sockelbereiche müssen so umkonstruiert werden, dass die Schwellen bzw. Ständerfüße mindestens 30 cm über Gelände liegen. Wenn ein vollflächiger Geländeabtrag oder eine Erhöhung des Sockelmauerwerks (Abb. 9) nicht ausführbar sind, sollte zumindest eine Rinne von ca. 30 x 30 cm² Querschnitt vor der Fassade angelegt werden. Die Rinne kann mit einem Gitterrost abgedeckt werden. Das Wasser, das sich in der Rinne sammelt muss geordnet abgeführt werden. Außerdem sollte so konstruiert werden, dass eine regelmäßige Reinigung leicht möglich ist. Es ist vorteilhaft neue Untermauerungen von Schwellen so auszuführen, dass die Schwellenvorderkante und das Mauerwerk bündig stehen oder die Schwelle sogar etwas hervor steht. Unter optimalen Bedingungen kann man eine Abtropfnut in die Schwelle

einarbeiten. Querschnittsabdichtungen im Sockelbereich sollten nicht unmittelbar unter dem Holz angeordnet werden. Sonst kann sich der angestrebte Feuchteschutzeffekt ins Gegenteil verkehren. Wenn Wasser an der Schwellenunterkante in die Kapillarfuge zwischen Abdichtung und Holz eindringt, steht das Holz praktisch in einer Wasserwanne. Die Abdichtungslage sollte immer mindestens durch eine Kalkmörtelfuge als Pufferschicht vom Holz getrennt sein. Besser ist die Abdichtung eine Steinlage unter der Sockelkrone einzubauen. Gerade bei Natursteinsockeln lohnt es sich zu überprüfen wie saugfähig das Steinmaterial ist und wie groß ein feuchteleitender Fugenanteil ist. Beispielsweise Ruhsandstein mit wenigen Fugen lässt Feuchtigkeit kaum passieren. Der Effekt einer Sperrlage ist hier gegen den Aufwand abzuwägen. Es empfiehlt sich die Sperrlage im Sockel an eine Absperrung der Sohlplatte anzuschließen.

Bei weit nach außen vorstehenden Sockelmauerwerk kann geprüft werden, ob eine geneigte Blechabdeckung, ähnlich der zu Fensterstürzen vorgestellten Bleche, eine Option darstellt, die Feuchtelast für die Holzbauteile zu senken.

Zapfenlöcher in Schwellen sollten mit einer Entwässerungsbohrung versehen werden. Blattverbindungen bei Schwellenreparaturen sollten als stehende Blätter bzw. stehende Scherzapfen gewählt werden. So kann aus der Ausfachungsfuge von oben einwirkendes Wasser durch die Verbindung nach unten ablaufen, ohne sich im Blatt anzustauen [z. B. HÄHNEL 2003].

Chemisch vorbeugender Holzschutz kann ungünstige Konstruktionsweisen nicht auf Dauer kompensieren. Deshalb kann er nur als „Notlösung“ betrachtet werden, wenn tatsächlich nicht zu umgehende Zwänge zu einer ungünstigen Konstruktion führen. Wenn für ganze Fassadenabschnitte solche „Notlösungen“ erforderlich werden, ist die Frage zu stellen, ob Sichtfachwerk die geeignete Bauweise ist, oder ob eine Wetterschutzbekleidung erforderlich wird. Die Imprägnierung von Kantholz durchdringt praktisch nur bei gut kesseldruckimprägnierter Kiefer (*Pinus sylvestris*) den gesamten Splint. Selbst solche Ware weist im Kernanteil nur marginale Eindringtiefen auf. Fachwerkreparatur bedeutet handwerkliche Anpassung der Reparaturhölzer an den Bestand. Regelmäßig können Abschnitte, Blätter und Zapfen nicht vor einer Kesseldruckimprägnierung angebracht werden. Die gut imprägnierte Zone wird also zwangsläufig beim Einpassen der Hölzer angeschnitten. An den feuchtebelasteten Verbindungsknoten wird nicht imprägniertes Holz frei gelegt. Formal ist dieses im Anstrichverfahren nachzuschützen. Einerseits stehen dafür (GK 3.1–3.2) am Markt fast nur Mittel, die nicht für tragende Konstruktionen gedacht sind bzw. nicht für den gewerblichen Einsatz ausgelobt sind, zur Verfügung¹. Desweiteren dringen Anstriche mit Holzschutzmitteln fast gar nicht in die Tiefe. An einzelnen Gefahrenstellen, wie z. B. Schwellenstücken, die sich objektiv tatsächlich nicht ganz aus der Spritzwasserzone entfernen lassen, kann erwogen werden Boratstäbchen als Depot in Bohrlöchern einzubringen. Wenn das Holz feucht wird, diffundiert der Wirkstoff ein und erzielt so eine bessere, wenn auch punktweise, Verteilung als ein Anstrich.

1 Recherche zu verkehrsfähigen Produkten in Listen von: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, der Europäischen Chemikalienagentur, des Deutschen Instituts für Bautechnik und bei Produktherstellern im Frühjahr 2018.



Abb. 9: Die öffentliche Verkehrsfläche ist in den letzten Jahrzehnten bis in Schwellenhöhe angehoben worden. Bei der anstehenden Sanierung des Fachwerks wurde die Holzkonstruktion unten eingekürzt und ein höherer Sockel ausgeführt. Darunter leidet jedoch die Proportion des Fachwerkbilds. Erkennbar sind auch dunkle Gerbstoffauswaschungen an den sonst hellen Fugen.

Fachwerk als Vormauerschale sollte bei Sanierungsarbeiten möglichst umkonstruiert werden. Hier sind in der Praxis häufig Grenzen gesetzt, weil ein Umbau praktisch den Verlust der vorhandenen Gebäudesubstanz bedingt. Dann sind die Hohlräume zwischen Innenschale und Fachwerk bauphysikalisch im Einzelfall zu untersuchen. Dazu eignet sich Messtechnik in Kombination mit Bauteilsimulationen nach DIN EN 15026. Selbst solche Abschätzungen können Abweichungen zur Realität aufweisen. Sehr sinnvoll ist, die bewitterte Fachwerk-„Vormauerschale“ mit einer hinterlüfteten Wetterschutzbekleidung zu versehen. Dann ist die Einwirkung von Regenfeuchte ausgeschaltet. Bereits geschädigte Hölzer sind selbstverständlich zuvor zu reparieren.

Auch bei zu großen Schlagregenbelastungen von historischem Sichtfachwerk ist die Wetterschutzbekleidung häufig die beste Wahl. Jeder Fassadenbereich ist individuell auf seine Schlagregenexposition zu untersuchen. Hilfestellung geben die WTA-Merkblätter 8-1 und 8-4 sowie das ZHD-Arbeitsblatt „Schlagregenbeanspruchung von Fachwerkfassaden“.

Wasserführende Trockenrisse im Holz können ausgespant werden. Dazu sind konisch passgenau ausgearbeitete, trockene Holzstücke in die Fuge einzutreiben. Die Lagesicherung entsteht zum Einen dadurch, dass das Holz trockener als in Gebrauchsfuge eingebaut wird und so an die Fugenflanke quillt. Zum Anderen können die Späne mit kleinen Nägeln oder einer einseitigen Leimangabe fixiert werden. Die Oberfläche der Ausspannung wird erst nach dem Eintreiben beigeputzt. Brüstungsfugen an Holzverbindungen können auch ausgespant werden. Damit das Ausspannungsholz nicht zerbricht, muss hier der Faserverlauf in der Längsachse des Spans gewählt werden und der Span darf nicht zu dünn sein. Eventuell sind deshalb Riegelbrüstungen u. ä. noch etwas nachzuschneiden. Vorteilhaft ist diesen Schnitt leicht konisch auszuführen. So kann ein konischer Span stramm eingetrieben werden (Abb. 10). Wenn waagerechte Hölzer erneuert werden, ist deren Einbaulage mit der Rissneigung abzugleichen. Zu erwartende Trockenrisse sind immer radial zum Mark

gerichtet. Einschnitt und Holzauswahl sollten also so gewählt werden, dass solche Rissbildungen nach unten und nicht nach oben geöffnet sind.



*Abb. 10: Konisch
ausgespante Zapfen-
brüstungen.*

Grundsätzlich ist das Ausspänen nur dort erforderlich, wo wirklich ohne Ausspänung viel mehr Wasser in die Wand eindringen kann. Kleinere Trockenrisse im Holz lassen sich, wenn eine Farbbeschichtung aufgetragen wird, mit einem dünnen Pinsel gut austreichen. Es werden im Handel auch lehm-basierte Pasten zum Ausfüllen vergleichbarer Risse und Spalte angeboten. Der Unterzeichnende sieht diese Produkte nur in Einzelfällen als sinnvoll an. Mit der Zeit können die Fugenfüllungen schwinden und verspröden. In den Rezepturen sind diverse Naturöle vorhanden. Diese können in das anliegende Holz diffundieren. Damit steigt die Versprödungsneigung. Deshalb sollte vor dem Einsatz solcher Pasten die Holzoberfläche der Fuge mit Schellack oder anderen Beschichtungen vorbehandelt werden. Außerdem werden diese oxidativ trocknenden Öle in den Pasten mit der Zeit von allein fester. Deshalb ist mit einer Versprödung der Fugenfüllung über die Zeit zu rechnen.

Ungeeignete Schichten auf der Innenseite von Fassaden sollten beseitigt werden. Beim Neuaufbau der innenseitigen Schichten von Sichtfachwerk ist es immer sinnvoll einen durchgehende Innenputzlage auf dem Fachwerk aufzutragen. Der Innenputz verhindert, dass Schlagregen auf der Fachwerkrückseite abläuft, indem er die eindringende Wassermenge puffert. Außerdem wird die ohnehin eher bescheidene Luftdichtheit der Fachwerkkonstruktion mit der Putzlage maßgeblich verbessert. Möglichst luftdichte Aufbauten vermindern das Risiko von punktuellen Kondensatfeuchteanreicherungen an Konvektionsfugen und verbessern den Schallschutz. Als Putzmaterial haben sich Lehmputz und Kalkputz bewährt.

Bei der Planung weiterer Schichten auf der Innenseite gibt das WTA-Merkblatt 8-5 Hilfestellung. Insbesondere wenn innere Aufbauten mit Vorsatzschalen gewählt werden, ist der Luftdichtheit auch an den Schalen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Sehr sinnvoll sind Schichtaufbauten aus mineralischen Stoffen, die nur eine begrenzte Einbaufeuchte verursachen. So werden keine für biologischen Angriff anfälligen organische Baustoffe eingebracht und die Feuchtebelastung wird begrenzt. Ideal ist es, wenn diese Materialien ein großes Feuchtepuffervermögen aufweisen. Entsprechende mineralische Dämmplatten sind jedoch spröde und müssen unbedingt hohlraumfrei angebracht werden. Das erfordert einen sehr ebenen Ausgleichsputz auf der Wandoberfläche (Abb. 11). Auch dürfen die Fertigoberflächen nicht mit Kunstharzfarben beschichtet werden, damit der Feuchteaus-tausch zur Raumluft gewahrt bleibt.



Abb. 11: Ausgleichsputz als Vorbereitung einer Innendämmung. Die noch sichtbaren Holzoberflächen werden später noch durch den vollflächig aufzutragenden Kopplungsmörtel der Calciumsilikat-Dämmplatten überdeckt.

4 Neubau von Sichtfachwerk

Immer wieder werden Sichtfachwerkgebäude als Neubau erstellt. Von solchen Bauvorhaben ist dringend abzuraten!

Die Schichtfachwerkbauweise mit planmäßig bewittertem Holztragwerk ist anfällig. Die Erhaltung des historischen Fachwerkbestands ist, wie oben beschrieben, nur schwierig möglich. Wer solche unzeitgemäßen, anfälligen Konstruktionen neu herstellt, handelt riskant. Außerdem ist fragwürdig, in wie weit die anerkannten Regeln zum baulichen Holzschutz bei Neubau von Sichtfachwerk umgesetzt werden. Beispielsweise DIN 68800-2 verlangt als grundsätzliche bauliche Maßnahme eine Witte-rungsschutzbekleidung oder zumindest eine solche Feuchteableitung, dass keine unzuträgliche Veränderung des Feuchtehaushalts eintritt [DIN 68800-2 Abs. 5.2.1.1] Unter den in der Norm genannten Wetterschutzmaßnahmen für Wände [DIN 68800-2 Abs. 5.2.1.2] finden sich keine Lösungen mit direkt bewittertem Skelett-Tragwerk. Neue Sichtfachwerkgebäude müssen also als Sonderkonstruktion betrachtet werden. Der Planer / Bauträger hat damit Hinweispflichten zu den möglichen Nachteilen im Feuchteschutz und daraus resultierende Risiken von Holzschädlingsbefall. Wer das Bedürfnis hat, in einem Fachwerkgebäude zu wohnen, sollte sich auf ein historisches Gebäude einlassen und dort die Möglichkeiten zur Ertüchtigung und zum Erhalt des Kulturguts ausschöpfen. Alternativ eine neue Risiko-Konstruktion zu erbauen, kann nicht empfohlen werden. Es gibt viele leistungsfähige, ökologische Holzbauweisen, die besser an unsere modernen Anforderungen an Gebäude angepasst sind. Wer mit Holz neu bauen möchte, hat also sinnvolle Alternativen zu Sichtfachwerk.

5 Zusammenfassung

Die Sichtfachwerkbauweise weist ein planmäßig bewittertes Holztragwerk auf. An Fassaden gibt es hunderte von Metern mit Fugen, die zu Feuchteanreicherungen führen und nicht dauerhaft mit Acryl, Silikon o. ä. geschlossen werden können. Die daraus resultierende Feuchtegefährdung führt neben der Gefahr von Frostschäden an Ausfachungen und vermindertem Wärmeschutz vor allem zu einer Gefährdung durch holzerstörende Pilze. Als besonders häufig von Schäden betroffen erweisen sich in der Praxis die Traufbereiche, Fenster- und Türöffnungen sowie die Wandsockel. Dem Wasserfluss von Regen auf der Fassade folgend werden diese Schadensbilder erläutert und prinzipielle Sanierungsmöglichkeiten dargestellt. Die Wechselwirkung zwischen Schlagregenbelastung, geplanten Wärmedämmschichten auf der Innenseite und der Gesamtkonstruktion müssen immer betrachtet werden. Daraus ergibt sich, dass nicht immer Sichtfachwerkbauweisen möglich sind. Konstruktionen mit Sichtfachwerk analog zu einer Klinkervormauerschale sind nicht wie reine Klinkerschalen zu bewerten. Von solchen Konstruktionen wird genauso wie vom Neubau von Sichtfachwerk abgeraten.

Quellen/Literatur

ARNOLD, ULRICH (2010): „Feuchteschutz an historischen Fachwerk- und modernen Holzhäusern – Grundlagen, Schäden, Sanierung“ Skript 39. HFN-Holzschutztagung 04./05. März 2010 Rostock, Schwerin.

ARNOLD, ULRICH (2016A): „Baulicher Holzschutz“ Rudolf-Müller Verlag, Köln.

ARNOLD, ULRICH (2016B): „Dem Wasser Zeigen wo es langgeht“ Bautenschutz + Bausanierung 39. Jahrgang Heft 7/2017 S. 42-45.

DIN 18945:2013-08 Lehmsteine – Begriffe, Anforderungen, Prüfverfahren.

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

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

DIN EN 350:2016-12 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Prüfung und Klassifizierung der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff, einschließlich Berichtigung 2017-05.

DIN EN 15026:2007-07 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation

GERNER, MANFRED; KLOPPER, REINER; KUGELE, CARMEN; KUSCHNIK, BERND (1998): „Anschuen, Verstärken und Auswechseln“ ZHD Propstei Johannesburg, Fulda.

HÄHNEL, EKKEHART (2003): „Fachwerkinstandsetzung – ein Praxishandbuch“ Huss Medien, Berlin.

WTA-Merkblatt 8-1 „Fachwerkinstandsetzung nach WTA I: Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkgebäude“ Wissenschaftlich- Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege. WTA-Publications München 2014.

WTA-Merkblatt 8-3 „Fachwerkinstandsetzung nach WTA III: Ausfachungen von Sichtfachwerk“ Wissenschaftlich- Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege. WTA-Publications München 2010.

WTA-Merkblatt 8-4 „Fachwerkinstandsetzung nach WTA IV: Außenbekleidungen“ Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege. WTA-Publications München 2015.

WTA-Merkblatt 8-5 „Fachwerkinstandsetzung nach WTA V: Innendämmungen“ Wissenschaftlich- Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege. WTA-Publications München 2018.

ZHD-Arbeitsblatt „Schlagregenbeanspruchung von Fachwerkfassaden“ (Hrsg.): Zentrum für Handwerk und Denkmalpflege Propstei Johannesburg Bearbeiter: Eckermann, Wulf; Veit, Jürgen, Fulda 1996.

ZHD-Arbeitsblatt „Gefachputz“ (Hrsg.): Zentrum für Handwerk und Denkmalpflege Propstei Johannesburg Bearbeiter: Gaul, Bernhard, Fulda 2000.



Arnold, Ulrich

Dipl.-Ing. FH; M. Sc.

1993–1995: Ausbildung zum Zimmerer
1996–2001: Studium Architektur
2007–2009: Studium Materialwissenschaften
2016–2018: Studiengang Restaurator im Zimmerer-Handwerk

Arbeit als Zimmerer (vor und während des 1. Studiums)

Arbeit für Architekturbüro

Selbstständig mit Bauplanungs- und Gutachterbüro

Kontinuierliche Weiterbildungen im Holzschutz, z. B. Sachkunde bekämpfender Holzschutz, Sachverständigenausbildung (EIPOS), öffentliche Bestellung und Vereidigung

Diverse Veröffentlichungen, z. B. Arnold, U.: Baulicher Holzschutz Rudolf Müller Verlag 2016



Android



iOS



FEUCHTEMESSUNG 4.0

Messung starten - Sprachnotiz & Photo hinzufügen - Messung speichern - Prüfbericht erstellen.
All dies geschieht dank Hydroo und der innovativen Smartphone-App in Sekundenschnelle. Legen Sie einzelne Messpunkte oder Messreihen an und verwalten Sie sämtliche Daten direkt in der App.

Wir nennen dies Innovation. Sie nennen es Zeitersparnis.
Ideal für Sachverständige und Holzbauprofis.



Präzise

Aktuell stehen über 40 Kennlinien für Bauhölzer zur Verfügung. Die Temperaturkorrektur erfolgt automatisch.



Intuitiv

Über die Smartphone-App werden sämtliche Messungen (Messreihen & Messpunkte) gesteuert und verwaltet.



Smart

Legen Sie eigene Kennlinien an, um individuelle Baustoffe zu messen. Oder führen Sie Dauermessungen durch. Hydroo bietet nahezu unendlich viele Möglichkeiten.



E-Mail
info@hydroo.net



Website
www.hydroo.net



Hydroo Messgeräte GmbH
Hauptstraße 1
D-04603 Windischleuba

Urbaner Holzbau – Neue Dimensionen für den Baustoff Holz?

Tom Kaden

1 Einleitung

Seit der Fertigstellung des Projekts e_3 im Mai 2008 in Berlin hat sich im Bereich des urbanen mehrgeschossigen Holzbaus viel getan: Gebaut werden mittlerweile bis zu 14-geschossige Holzkonstruktionen und geplant werden über 25-geschossige Gebäude mit einem signifikanten Holzanteil in der Primärkonstruktion.

Solche sprichwörtlichen „Leuchttürme“ sind durchaus wichtig für die allgemeine Entwicklung des urbanen Holzbaus. Sie zeigen die mittlerweile vorhandene Leistungsfähigkeit der Tragwerksplaner, Brandschutzingenieure und Holzbaufirmen. Gleichzeitig verweisen sie auf die zukünftigen Entwicklungspotentiale des Werkstoffes Holz, auch in die „Höhe“ der Gebäudeklasse Hochhaus zu bauen. Die eigentliche Zukunft liegt jedoch eher in der „Fläche“, in den Gebäudeklassen 4 und 5, also der 4- bis 7-geschossigen Konstruktionen. Aber bei aller Euphorie: Der aktuelle Marktanteil des mehrgeschossigen Holzbaus liegt in Deutschland lediglich bei 2%!



Bild 1: Straßenfassade c13 Berlin, Christburger Straße 13, Entwurf Tom Kaden (Kaden Klingbeil), Bauherr: Stiftung Bildung Werte Leben Berlin

Dabei gibt es derzeit im Wesentlichen drei unterschiedliche konstruktive Ansätze: der klassische Holzrahmenbau im Rasterabstand von 60 - 80 cm, die Pfosten - Riegelkonstruktion und in zunehmendem Maße die sogenannte Massivholzkonstruktion. Keine der drei Konstruktionsarten sollte grundsätzlich für besser oder schlechter erachtet werden:

Die Wahl der Konstruktion ist immer eine Frage der jeweiligen Bauaufgabe, des Zusammenhanges von Grundstücksgegebenheiten, Geschosshöhe, Bauherrenwunsch und vorhandenem Budget. Betont werden muss, dass gerade in diesem Kontext der differenzierten Bauaufgaben die innerstädtischen Bebauungen immer auch als Hybridkonstruktionen gedacht werden kann. Dafür gibt es sowohl architektonische als auch tragwerks- und brandschutztechnische Gründe. Der signifikante Planungsansatz sollte sein: Nicht so viel wie möglich Holz zu verbauen, sondern so viel wie notwendig. Es geht immer um intelligente Holzkonstruktionen, die im besten Fall hybrid mit anderen Baumaterialien gedachte werden können.

2 Architektur und Tragwerk

Unser städtebaulich-architektonisches Verständnis orientiert sich – um mit Julius Posener zu sprechen – an der „Geschichte der neuen Architektur“: Es kommt darauf an zu fragen, „wann die gesellschaftlichen Umstände auch für das Bauen neue Gedanken angeregt haben und in welchen Formen sich solche Gedanken jeweils niederschlagen können“. Die Antwort: In Formen „neuer“ Materialien zum Beispiel! Der aktuelle Holzbau ist neben seinen altbekannten Komponenten „nachwachsend“ und „kohlenstoffbindend“ insofern eine neue Form des Bauens, als er mit den traditionellen mehrgeschossigen europäischen, japanischen und chinesischen Holzkonstruktionen (Fachwerk, Stab- und Steckkonstruktionen) nichts mehr zu tun hat.

Wir reden heute sowohl was den Stab und die Stütze (z. B. BSH, KVH, Furnierschichtholz) als auch was die Wand (z. B. Tafel, Massivholz, CLT, Furnierschichtholz etc.) und die Decke (z. B. Brettstapel, CLT, HBV) anbelangt von industriell gefertigten Halb-oder Fertigprodukten, die auf der Baustelle nur noch montiert werden müssen, aufgrund ihrer ausgeprägten Präfabrikation kurze Bauzeiten ermöglichen und zudem im Vergleich mit den herkömmlichen Materialien Ziegel oder Stahlbeton mindestens 5 % weniger Konstruktionsfläche und insofern mehr Wohn- bzw. Nutzfläche generieren.

Gute „Holzarchitektur“ in der Stadt ist also durchaus als Ausdruck einer gesellschaftlich determinierten Notwendigkeit zu verstehen: Wir reagieren mit architektonisch-ingenieurtechnisch neuen Lösungsansätzen auf den dramatischen klimatischen Imperativ. Alle sind sich einig: Es gibt einen riesigen Veränderungsdruck im Neubaubereich, dem keinesfalls mit immer dickeren Dämmschichten aus geschäumten Heizöl zu begegnen ist! Wenn wir stattdessen den nachwachsenden Baustoff Holz klug in den Primärkonstruktionen der Wohn- und Gewerbebauten einsetzen, können wir zumindest im Baugewerbe den Anteil der grauen Energie erheblich senken.

3 Baurecht

Baurechtlich gibt es in Deutschland noch immer keine einheitliche Genehmigungssituation und der Föderalismus treibt absurde Blüten: Während in den Ländern Baden-Württemberg, Hamburg und seit März 2018 auch in Berlin praktisch bis zur Gebäudeklasse 5 auf die üblichen Kapselkriterien, Abweichungen und Kompensationsmaßnahmen verzichtet werden kann, ist es im Land Brandenburg noch immer schwierig, 3-geschossige Holzkonstruktionen in einem brandschutztechnisch sinnvollen und mithin vertretbaren Rahmen zu realisieren. Hier sind nicht nur die unterschiedlichen Landesbauordnungen (LBO) von Belang, sondern auch und womöglich vor allem die unterschiedlich verteilten Kompetenzen in den jeweiligen Genehmigungsbehörden. Was nicht zwangsläufig ausschließlich als Vorwurf an die jeweiligen Bauämter zu verstehen ist, sondern mehr als allgemeines „Bildungsproblem mehrgeschossiger Holzbau“ gelesen werden muss!

4 Holz in der Stadt – für welchen Bauherren?

Unsere nunmehr über zehnjährige „urbane Holzbaugeschichte“ zeigt eines deutlich: Der mehrgeschossige Holzbau in Deutschland steht auch im Jahr 2015 erst am Anfang seiner tatsächlichen Wiederkehr in den städtischen Raum. Das allgemeine Interesse am Baustoff Holz entwickelt sich nur relativ verhalten und zögerlich auch in die „Breite“. Neben den privaten, hochindividuellen und vor allem partizipativ orientierten Bauherren der Baugruppen nehmen die Projektanfragen von Wohnungsbaugesellschaften und „klassischen“ privaten Investoren zu. Das bedeutet, das vermeintlich gut bekannte Thema der Präfabrikation weiterzuentwickeln oder auch radikal neu zu überlegen, da davon auszugehen ist, dass die Zukunft für den im positiven Sinne zu betrachtenden „Massenmarkt“ in eben diesem Marktsegment liegt: im klassischen Mietwohnungsbau der Wohnungsbaugesellschaften, Genossenschaften und privaten Vermietungsunternehmen.

Den gerade in den Großstädten zunehmenden Druck auf den Wohnungsmarkt muss man aus stadtsoziologischer Sicht verurteilen, wenn weiterhin so agiert wird wie es derzeit Usus ist: Verdrängung der vermeintlich oder auch wirklich Einkommensschwachen aus den zentralen und attraktiven Stadtvierteln! Natürlich ist es naiv zu glauben, dass der urbane Holzbau diese Probleme lösen könnte. Wenn es allerdings gelingt, den Anteil am Verdichtungspotential der Städte signifikant mit dem Thema Holzbau zu besetzen, wäre allen geholfen: den öffentlichen und privaten Waldbesitzer im Sinne einer nachhaltigen Forstwirtschaft, den Sägewerken und Holzverarbeitenden Betrieben, den kleinen, mittelständigen und großen Zimmereibetrieben, den Besitzern und Nutzern der Gebäude sowie dem Klima. Aber lassen wir uns bitte nicht täuschen vom inflationären Gebrauch der Begrifflichkeit „Nachhaltigkeit“: Produktion und Konsumtion sind immer ressourcenverbrauchend - außer, wenn dem Wald im Sinne von Hans Carl von Carlowitz, dem „Erfinder“ der Nachhaltigkeit tatsächlich nur so viel Holz entnommen wird, wie nachgepflanzt werden kann!

5 Wie lösen wir aktuelle Bauaufgaben?

Sowohl die anfänglich der Partizipation und dem Gemeinschaftsgedanken verpflichtete, am Ende aber leider oft im Partikulareplänkel endende Baugruppe, als auch die Wohnungsbaugesellschaft, die Stiftung oder der private Wohnungswirtschaftler haben eine große Gemeinsamkeit - und diese ist dem präfabrizierten Holzbau sozusagen implementiert: der modulare Grundsatz! Dabei bedeutet Modularität nicht zwangsläufig gestalterische Gleichförmigkeit. Das belegen die Projekte aus der Praxis.

5.1 c_13 in Berlin-Prenzlauer-Berg

Die im Vorderhaus 7-geschossige Massivholzkonstruktion und im Seitenflügel 5-geschossige Holzrahmenkonstruktion sind komplett mit einem strengen Tragwerksraster hinterlegt worden und zeigt trotzdem ein hohes Maß an individueller Gestaltungsvielfalt sowohl in der Straßen- als auch in der Seitenflügelfassade. In diesem als Multifunktionsgebäude geplanten Objekt gleicht kein Grundriss dem anderen. Im EG gibt es ein Café, einen großen Veranstaltungssaal, und eine Kita, im 1. OG einen kleinen Veranstaltungssaal, zwei Büroeinheiten und ein Künstleratelier, im 2. OG eine Kinderarztpraxis, eine logopädische und eine psychologische Praxis, während im 3. OG eine große Studenten-WG zu finden ist. Erst ab dem 4. OG wurden 5 komplett individuelle Wohnungen gebaut.



Bild 2: Blick zum Treppenhaus, c13 Berlin, Christburger Straße 13, Entwurf Tom Kaden (Kaden Klingbeil), Bauherr: Stiftung Bildung Werte Leben Berlin



Bild 3: Blick zum Hinterhaus, c13 Berlin, Christburger Straße 13, Entwurf Tom Kaden (Kaden Klingbeil), Bauherr: Stiftung Bildung Werte Leben Berlin



Bild 4: Blick aus dem 7. OG, c13 Berlin, Christburger Straße 13, Entwurf Tom Kaden (Kaden Klingbeil), Bauherr: Stiftung Bildung Werte Leben Berlin

5.2 p1 in Berlin-Weißensee

Das Projekt für 48 Baufamilien einer Baugruppe gliedert sich in 10 Einzelhäuser auf und wurde mit einem strengen Stützrastermaß von 3,50 m hinterlegt, in welches zusätzlich die Module Terrasse und Balkon von den Bauherren im Rahmen des statischen Grundgerüsts eingefügt werden konnten. Am Ende des Planungsprozesses stehen 48 grundsätzlich unterschiedlichen Wohnungs- und Gewerbegrundrisse zur Verfügung.



Bild 5 und 6: p1 Berlin, Kaden Klingbeil / Kaden und Lager

5.3 Hochhaus in Heilbronn



Das 10-geschossige Hochhausprojekt für eine Wohnungsbaugesellschaft in Heilbronn geht natürlich von einer sehr strengen Grundrisslösung, immer übereinanderliegenden Wänden und Stützen aus und ist mithin prädestiniert für den modularen kostengünstigen Holzbau.



Bild 7: Straßenfassaden Heilbronn, Kaden und Lager

6 Zusammenfassung

Es steht außer Frage, dass der aktuelle Holzbau in Deutschland ingenieur- und fertigungstechnisch allen anstehenden Bauaufgaben gewachsen ist und dass der konsequente Einsatz des Werkstoffes Holz einen wesentlichen Beitrag zum Ressourcen schonenden Bauen liefern kann.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass noch längst nicht alle Möglichkeiten des Verbundbaustoffes Holz ausgeschöpft sind – im Gegenteil! Der Forschungsbedarf im Holzbau ist nach wie vor sehr hoch und eine einzige deutsche Universität (TU München) mit einem hervorragenden Ausbildungsangebot im Holzbau für Architekten reicht bei Weitem nicht aus um, den Bildungsstau aufzuheben!

Es muss auch konstatiert werden, dass der deutsche Holzbau im Gegensatz zu unseren Nachbarländern Österreich und Schweiz keine wirtschaftlich starke und mit hin politisch prägende Lobby hat. Das wiederum hat zur Konsequenz, dass es im Normungswesen und in der Überarbeitung der LBO (mit der bereits erwähnten Ausnahme Baden-Württemberg, Hamburg und Berlin) kaum Fortschritte gibt und wir nach wie vor in vielen Projekten außerhalb der jeweiligen LBO mit Ausnahmeregelungen und Kompensationsmaßnahmen arbeiten müssen, was an der ein oder anderen Stelle die Konkurrenzfähigkeit in Frage stellt. Zufall?



Kaden, Tom
Univ.-Prof.

- 1982–1985: FH für angewandte Kunst, Schneeberg
 - 1986–1991: Kunsthochschule Berlin-Weißensee, Dipl.-Designer
 - 1991–1993: Angestellt bei Architektur Ingenieur Consult Eisenhüttenstadt
 - 1993–1996: Mitgesellschafter der Gesellschaft für Architektur Ingenieurwesen mbH Berlin
 - 1996–2002: Architektur Büro Kaden
 - 2002–2013: Kaden Klingbeil Architekten
 - seit 2014: Lehrauftrag Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde am Fachbereich Holztechnik
 - 2015: Kaden + Lager GmbH mit derzeit 25 festangestellten Mitarbeitern
 - 2016: Berufung als Mitglied des Konvents der Bundesstiftung Baukultur
 - 2017: Univ. Prof. für Architektur und Holzbau, IAT – Institut für Architekturtechnologie Technische Universität Graz
- diverse Preise und Auszeichnungen

Holzfeuchtemessungen auf der Baustelle – Welche Schlüsse und Fehlschlüsse ziehen wir daraus?

Ingo Dreger

Kurzfassung

Die von der Mykologie und Normung verwendeten exakten Holzfeuchteangaben stellen in der Praxis ein Problem dar. Ein Datenabgleich auf der Witterung ausgesetzten Baustelle, mit Geräten die seit drei Generationen nach dem gleichen indirekten Prinzip arbeiten, ist nahezu unmöglich. Wie wir trotzdem vor Ort das wichtige Kriterium Holzfeuchte in unsere Diskussion einbeziehen können, wird im Nachfolgendem diskutiert.

1 Einleitung

Seit über 1000 Jahren entstehen in Mitteleuropa beeindruckende Zeugnisse der Bau- und Konstruktionsgeschichte mit nicht maßhaltigen Hölzern. Mindestens bis zu den gotischen Kirchendachstühlen zurück können wir als Sachverständige näherungsweise die Herstellungsprozesse durch genaues Beobachten vor Ort „lesen“ (Abb. 1). Eine oft in diesem Zusammenhang diskutierte Frage ist die verwendete Einbaufeuchte der Laub- und Nadelhölzer (vgl. HOLZER, STEFAN M.; Statische Beurteilung historischer Tragwerke Band 2 Holztragwerke; 2015; S. 11). Bei einer erkennbaren hohen Dauerhaftigkeit stellt sich nach aktuellem Wissensstand die Frage, wie wurden in der Vergangenheit die Holzfeuchten beurteilt? War die Einbaufeuchte nur für maßhaltige Hölzer von Belang? Hatte die Einbaufeuchte Einfluss auf die Dauerhaftigkeit?

Des Weiteren erkennen wir bei unseren Begutachtungen, dass überwiegend die Traufen und Balkenaufleger nach der Nutzungszeit geschädigt sind. Hier ist fast durchgängig die Feuchteanreicherung die Ursache. Wie können wir bereits während der Untersuchung die Holzfeuchte zuverlässig messen? Lässt sich von der Feuchteverteilung auf die Schadensverteilung schließen?

Und wie gehen wir heute mit den normativen Regeln der Einbaufeuchte um? Muss der angespannte Termin nach der Holzlieferung auf die Baustelle sein? Was messen (schätzen) wir bei der ersten Qualitätsprüfung, Holzfeuchte, ohmschen Widerstand? Messen wir die Einbaufeuchte eines Holzquerschnittes oder schätzen wir den Feuchtegehalt in 6 cm Tiefe quer oder längs zur Faser ab? Fällt damit die Verwendung der bis zur Gebrauchsklasse 3.1 dauerhaften Eiche in Zukunft aus? Wie muss man vor diesem Hintergrund die heutige Fixierung auf 20 Masse Prozent sehen? Lassen sich über Holzfeuchtemessungen Prognosen über die Vitalität unserer Hausfäulepilze ableiten? Und die gefährlichen Myceleinwachsungen in das Mauerwerk? Gibt es Kausalitäten zwischen Einwachsung und Materialfeuchte?

Fragen, die uns fast täglich bewegen, deren vollständige Beantwortung aber erst in den nächsten Jahren zu erwarten ist.



Abb. 1: Renaissance-Decke Görlitz, Obermarkt 23 mit deutlicher Trennung zwischen nicht maßhaltigen Deckenbalken (Mann-an-Mann-Decke) und maßhaltiger Friesdielung (DREGER, 2018)

2 Blick in die Vergangenheit

„Das Bauen mit Holz, das uns bis heute eine derart große Zahl an historischen Tragwerken hinterlassen hat, steht zugleich auch am Anfang des modernen Ingenieurwesens. Früher als in allen anderen Bereichen des Bauwesens ist im Holzbau neben die traditionelle Wissensvermittlung durch die mündliche Anleitung und das Vor- und Nachmachen auch die Wissensvermittlung durch Fachbücher getreten. Schon ab der Mitte des 17. Jahrhunderts erschienen sowohl in Deutschland als auch in Frankreich die ersten Zimmermannsbücher. Es handelt sich dabei zumeist um reich illustrierte Werke mit relativ wenig Text, in denen Abbildungen exemplarischer Konstruktionen und die Zuordnung der entsprechenden Fachterminologie im Vordergrund stehen ... Auch die Techniken der praktischen Realisierung des Bauwerks vor Ort werden so gut wie nie erläutert, weil dieses Know-how auf der Baustelle vom Meister an den Lehrling vermittelt wurde.“ [ebenda S. 8].

Diese Situation erschwert uns den Blick in die Vergangenheit. Unverfälscht hingegen sind die Spuren an unseren Dachstühlen. Während der Begutachtung des Fachwerkhäuses Friedrich-Ebert-Straße 12 in der zweiten barocken Stadterweiterung Potsdams wurden auf dem Dachstuhl Floßverbindungen (Abb. 2) nahe dem Sparrenaufleger entdeckt.



Abb. 2: Floßverbindung (Floßnagel) erkennbar an einem barocken Sparren (DREGER, 2016)

Bis zum nennenswerten Ausbau der Eisenbahn (nach 1850) waren die Transportkosten im Bauwesen dominierend. Dies führte in unserer wasserreichen Berliner Gegend fast immer zu Wassertransportlösungen. Die schlechten Wege und Straßen stellten keine echte Alternative dar. Aus vielen dendrochronologischen Untersuchungen wissen wir, Bauholz wurde im weniger arbeitsreichen Winter geschlagen, während des Frühjahrshochwassers geflößt, und unmittelbar vor dem Abbund saftfrisch in Faserrichtung bebeit [MIELKE 1998, S. 48]. Das mühselige Einschneiden von Kehlbalken und Aufschieblingen (halbtrockene Halb- oder Viertelhölzer) mit der Rahmensäge war die Ausnahme (Abb. 3).



Abb. 3: Fasergerechte Bebeitung mit dem Breitbeil [FINSTERBUSCH/THIELE 1987, S. 84]



Abb. 4: Aufschieb-
lingsbalken des Guts-
hauses Zeesen (bei
Königs Wusterhau-
sen) mit erkennbarer
typischer Neigung der
Rahmensäge sowie
dem Ausbruchskeil
des Sägerichtungs-
wechsels (DREGER,
2018)

„Die wichtigsten Bearbeitungstechniken setzten mehr oder weniger voraus, dass das Bauholz in saftfrischem Zustand verarbeitet wurde, also nicht schon vorher (aus) getrocknet war. Trotz der seit dem späten 18. Jahrhundert in den Fachbüchern häufiger werdenden Forderungen nach vorheriger Trocknung des Bauholzes (z. B. [VOCH 1780, S. 54-56]), verbaute man daher auch noch im 19. Jahrhundert meist frisches Holz, wie man anhand der engen Übereinstimmungen dendrochronologisch ermittelter Fälljahre und archivalisch überlieferten Bauzeiten leicht nachweisen kann.“ [HOLZER 2015, S.14–15].

Erste Hinweise auf eine technische Holz Trocknung fallen mit der industriellen Revolution zusammen. Finsterbusch illustriert einen Querschnitt durch eine Trocknungsanlage, die grundsätzlich auch für nicht maßhaltige Hölzer geeignet ist (Abb. 5).

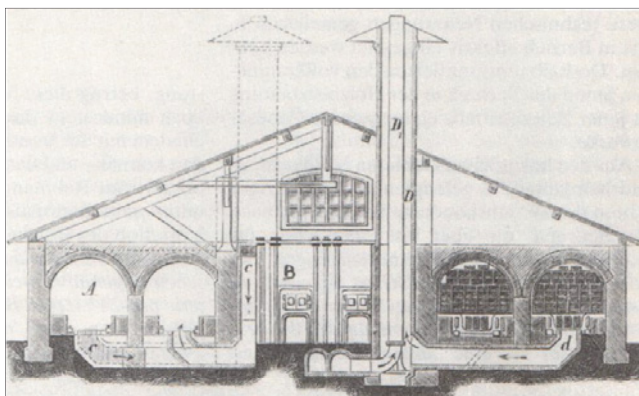


Abb. 5: Schnittholz-
trockner um 1885
[FINSTERBUSCH/THIELE
1987, S. 249]

Hinweise auf Messungen der Holzfeuchte fehlen vollständig. Der sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts durchsetzende chemisch Holzschutz, benötigte bei den verwendeten öligen Steinkohlenteerdestillaten keine Tränkreife. (Abb. 6) Ungeachtet dessen war bei den untersuchten Dachstühlen nicht erkennbar, dass getrocknete Hölzer verwendet wurden. (Abb. 7) Einfache Schwindmaßberechnungen bestätigen dies (Abb. 8).



Abb. 6: Corrensplatz 1, Umweltbundesamt Berlin-Dahlem, Ab-bund 1911 mit Karbo-lineum-Behandlung der Sparrenfüße (DREGER, 2018)



Abb. 7: Correnzplatz 1, Umweltbundesamt Berlin-Dahlem, auffälliges Schwindmaß als Indiz für hohe Einbau-feuchten (DREGER, 2018)

$$\begin{aligned}\Delta b &= \alpha_u / 100 (u_o - u_{gi}) b \\ u_o - u_{gi} &= \Delta b \cdot 100 / \alpha_u \cdot 150 \text{ mm} \\ &= 20 \text{ mm} \cdot 100 / 0,24 \cdot 150 \text{ mm} \\ u_o &= 14\% + 55,5\% \\ u_o &= 69,5\% \\ u_o (\text{Einbaufeuchte}) &> \text{als Fasersättigung } (\approx 28\% \text{ für Kiefer})\end{aligned}$$

Abb. 8: Einfache Schwindmaßbe-rechnung (DREGER, 2018)

Der direkte Verlauf der Schwindrisse durch Abbundzeichen ist ein weiteres sicheres Indiz für eine saftfrische Einbaufeuchte auf dem Abbundplatz.

Die von Holzer beschriebenen senkrechten Harzspuren auf schräg eingebauten Hölzern als Hinweis für eine zumindest kurzfristige Zwischenlagerung auf dem Dachstuhl, wurden im Untersuchungsgebiet (Norddeutschland) des Verfassers noch nicht beobachtet [HOLZER 2015, S. 25].

Erst ein Weltkrieg, eine Inflation und eine Rezession später (1926) wurde die Problematik der Holzfeuchte in einer verbindlichen Norm festgehalten. Die „Allgemeinen Bedingungen für die Lieferung, Abnahme und Aufstellung von Holztragwerken“ aus den „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft“ (Dezember 1926) beschreibt für nicht maßhaltige Hölzer in Punkt d) auf der Seite 7:

„Das Holz soll bei seiner Verarbeitung tunlichst lufttrocken sein. Der Feuchtegehalt luftgetrocknenen Holzes beträgt 15 bis 18% des Trockengewichts. Frisch geschlagenes Holz darf ohne künstliche Trocknung zu Dauerbauten nicht verwendet werden. Künstliche Trocknung darf nur langsam vor sich gehen; bei weichen Hölzern ist dabei höchstens eine Temperatur von 50° bis 60° und bei Harthölzern eine solche von höchstens 40° zulässig.“

1927 wurde durch den Amerikaner A. J. Stamm erstmals der logarithmische Zusammenhang zwischen der elektrischen Leitfähigkeit und der Holzfeuchte veröffentlicht. „Stamm untersuchte insgesamt 150 Proben von 25 Holzarten und verglich dabei elektrische Messungen mit im Darrverfahren ermittelten Feuchtwerten. Er stellte fest, daß die Genauigkeit der Feuchtemessungen nach dem Widerstandsprinzip im Feuchtebereich von 7 bis 18 % besser als $\pm 2\%$ sein kann, wenn die Feuchteverteilung über den Querschnitt gleichmäßig ist.“ [DU/GEIßEN/NOACK 1991, S. 49].

1938 beklagt NUSSE, dass „...Holzfeuchten aufgrund irgendwelcher Annahmen in höchst zweifelhafter Weise geschätzt wurden...“ [NUSSE 1938, S. 30].

In Zusammenarbeit Nusser/Graf (MPH der TH Stuttgart) entstanden in Deutschland die ersten praxistauglichen Feuchtemessgeräte. Die größten Schwierigkeiten bereiteten dabei die Messung der großen Widerstände (bis $10^{10} \Omega$), wozu ein spezieller Röhrenverstärker genutzt wurde [ebenda S.418]. Die verwendeten Elektroden waren Schraubzwingen artig.

Gleichzeitig wurden nachfolgende, bis heute gültigen, theoretischen Grundlagen geklärt.

1. „Eine gesetzmäßige Abhängigkeit der Messergebnisse vom Raumgewicht war nicht festzustellen;
2. die Widerstandsunterschiede in tangentialer und radialer Stromrichtung, die bei Holz in Brettform bei Verwendung der vorliegenden Elektroden allein in Frage kommen, waren unwesentlich.
3. Auch eine nach starker Trocknung wieder aufgenommene Feuchtigkeit zeigte kein abweichendes Verhalten.“ [ebenda S. 418].

4. Der Einfluss der Brettstärke auf die Holzfeuchte Messgenauigkeit liegt unter 1%.
5. Unabhängig von dieser Erkenntnis wurde grundsätzlich ein längenabhängiger Widerstand berücksichtigt, der für den Bereich von 8-18% Holzfeuchtigkeit folgenden logarithmischen Zusammenhang ergab:
 $\log \varrho = 13,25 - 0,32 \times u$
6. Der spezifische Widerstand des völlig trockenen Holzstoffes beträgt mindestens $1,6 \times 10^{14} \Omega \text{cm}$ [ebenda S. 419].
7. Durchschnittsfeuchten von Holzstücken der Dicke d lassen sich mit der geringsten Abweichung in Tiefen von $t = 0,1 \times d$ ermitteln. Versuche mit Tiefen bis $0,3 \times d$ ergaben Abweichungen bis 4%. Als Hauptgrund wurde bei den sogenannten scharfen Trocknungen Holzfeuchtegefälle von der trockenen Oberfläche zum feuchteren Inneren von 14 % angegeben [ebenda S. 419].
8. Nicht abgeschlossen sind die Versuche mit unterschiedlichen Elektroden Formen, der sehr wahrscheinlichen ungleichmäßigen Feuchteverteilungen und den damit zusammenhängenden Messgenauigkeiten.

Ein erstes Feuchtemessgerät nach diesen theoretischen Grundlagen entstand ebenfalls 1938, hergestellt und vertrieben von der Firma Ing. R. Daiker aus Fellbach bei Stuttgart (Abb. 9).

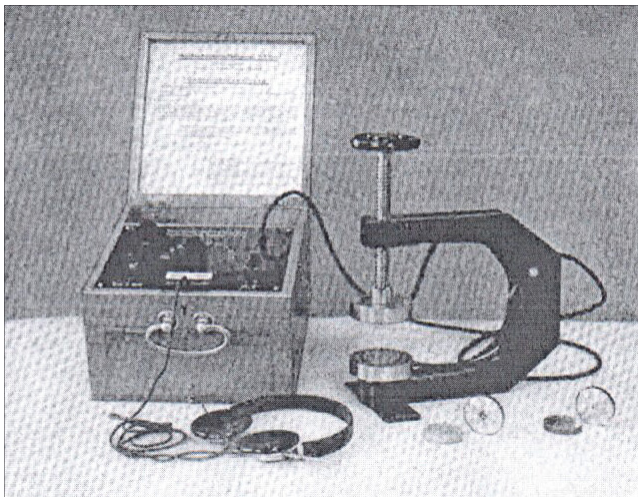


Abb. 9: 1938, das erste Holzfeuchtemessgerät mit Spannelektroden nach NUSSE [ebenda S. 420]

Parallel wurden in den USA Messgeräte mit nebeneinander liegenden Elektroden der Länge von nur 1 cm, befestigt an einem Bügel, entwickelt. Zu Recht wurde von deutscher Seite kritisiert, dass damit nur die trockenen Außenschichten gemessen werden können. Die angestrebte Durchschnittsfeuchte ließ sich so nicht ermitteln [ebenda S. 420].

Auf beiden Seiten des Atlantiks gab man an, dass die Entwicklung von Feuchtemessgeräten für große Bauholzdicken noch im Versuchsstadium ist.

Die erste Gütebestimmung für Bauholz, die DIN 4074 aus dem März 1939, weicht die sehr strengen Anforderungen der Reichsbahn auf:

Punkt 4 der Tafel 2

„Das Holz darf halbtrocken eingebaut werden, aber so, daß es bald auf den trockenen Zustand für dauernd zurückgehen kann.“

Diese etwas aufgeweichte Regel übernimmt auch die erste DIN 68800 aus dem September 1956 auf der Seite 2 Abschnitt 2.12:

„Das Holz soll möglichst trocken (trockenes Bauholz mit höchsten 20 % Feuchtigkeit bezogen auf das Darrgewicht) eingebaut werden, die sicherstellen, daß es bald austrocknet. ... Die Austrocknung darf nicht durch zu frühzeitiges Aufbringen eines Lack- oder Ölfarbanstriches behindert werden. Linoleum und andere dichte Beläge dürfen auf Holzböden in der Regel erst nach 2 Jahren verlegt werden.“

Erstmalig werden hier Trocknungszeiten für die Beschreibung von Trocknungsqualitäten herangezogen. Ein Indiz für die geringe Verbreitung geeigneter Messtechnik. Einen vorläufigen Tiefpunkt in der Entwicklung Holzfeuchtemessung stellt der Kommentar zur DIN 68800-3:1990-04 dar. Die nachfolgende Formulierung kann nur im Zusammenhang mit der notwendigen Tränkreife für wassergelöste Holzschutzmittel gesehen werden: „Ob ein Holz die Fasersättigungsfeuchte (ca. 30%) erreicht oder unterschritten hat, ist am einfachsten mit der Kopierstiftmethode nachzuweisen. Über den Holzquerschnitt, der genügend weit vom Hirnende frisch herzustellen ist, oder über einen mittels Zuwachsbohrer gezogenen Bohrkern wird ein Strich mit einem Kopierstift mittlerer Härte gezogen. Dieser läuft aus, soweit die Holzfeuchte über Fasersättigung liegt.“ Hier der Versuch die ersten beiden Fragen der Einleitung zu beantworten:

Wie wurde die Holzfeuchte in der Vergangenheit beurteilt?

Der Verfasser geht davon aus, dass eine rein sensorische Beurteilung erfolgte.

Wurden Feuchtemessungen nur an maßhaltigen Hölzern durchgeführt?

Auch dort nicht, es kann davon ausgegangen werden, dass Holzfeuchten maßhaltiger Hölzer über Trocknungszeiten abgeschätzt wurden.

Ergaben sich aus den oben genannten Umgangsweisen verringerte Dauerhaftigkeiten?

Schäden, die auf zu hohe Einbaufeuchten zurückzuführen sind, konnte der Verfasser in den letzten 15 Jahren ununterbrochener Sachverständigentätigkeit nicht ermitteln.

3 Eine alltägliche Baustellensituation

So oder so ähnlich stellt sich die Holzfeuchteproblematik auf der Baustelle dar. Für alle die nicht in der Objektplanung und Objektüberwachung tätig sind, hier eine kurze Beschreibung am Beispiel der Chorsanierung der St. Nikolaikirche in Pritzwalk:

Winter 2016

Die Holzqualität wurde entsprechend des normativen Standes nach DIN 4074-1:2012-06 beschrieben: **Kantholz DIN 4074- S10 TS-KI**

Uns war klar, dass eine chemische Imprägnierung und gleichzeitige Trocknung nicht praktikabel sind. Nach ausgiebiger Diskussion entschieden wir uns, in Absprache mit dem Kirchlichen Bauamt, für eine technische Trocknung ohne chemische Imprägnierung.

Die immer erstrebenswerte Verwendung von Keilgezinktem Vollholz (KVH nach DIN EN 15497:2014-07) war auch hier, wie oft in der Denkmalpflege, nicht möglich. Da die Einbaufeuchte wegen der massiven Myceldurchwachsung der Mauergleiche eine überragende Bedeutung besaß, wurde ein vorgezogener Besprechungstermin im Februar 2017 mit der bezuschlagten Zimmerei sowie dem Holzlieferanten abgehalten. Eine erste Holzliste für die insgesamt erforderlichen 35 m³ Kiefernholz wurde erarbeitet.

April 2017

Die ersten 7 m³ Listenholz eines namenhaften Berliner Holzhändlers kommen auf die Baustelle (Abb. 10).



Abb. 10: Kiefernholzlieferrung nach der technischen Trocknung (DREGER, 2017)

Die Zimmerei, die neu mit unserem Büro zusammenarbeitete, versäumte es bereits auf dem LKW die Holzfeuchte zu messen. Zirka 1 Stunde nach der Lieferung kam der Verfasser auf die Baustelle, es begann die typische Prüfung der Holzfeuchte (Abb. 11).



Abb. 11: Holzfeuchte Einzelwerte > Fasersättigung ermittelt über das Widerstandsverfahren mit der GANN RTU 600 (DREGER, 2017)

Bevor der nun anschließende Gerätevergleich begann, verständigten wir uns auf die Feststellung der Gleichgewichtsfeuchte an einem der ersten warmen Tage 2017 (Abb. 12).



Abb. 12: Gleichgewichtsfeuchten unter 10 % ließen Wetterdiskussionen verstummen (DREGER, 2017)

Der anschließende Gerätevergleich führte zu sehr differenzierten Ergebnissen (Abb. 13, 14).



Abb. 13: Auf der Baustelle zur Verfügung stehender Gerätepark (DREGER, 2018)

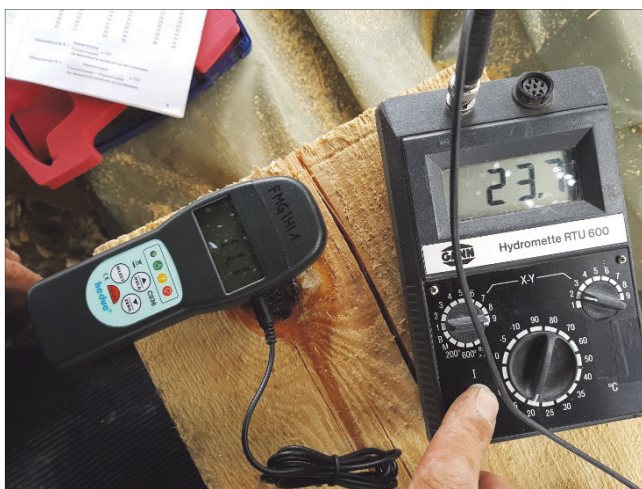


Abb. 14: Gleiche Holzcharge zwei Messgeräte, zwei Elektroden-systeme Einzelwerte 11,2m% und 23,7m%. (DREGER, 2018)

Auch die Nutzung einer gemeinsamen Elektrode mit Anschluss beider Geräte führte nicht zu sinnvollen Ergebnissen. Auffällig war, dass Geräte ohne Temperaturkorrektur und einer sehr groben Holzartengruppenwahl sich regelmäßig zu vereinfachter Kennlinien für den Zusammenhang elektrischer Widerstand zur Holzfeuchte bedienen (Abb. 15).

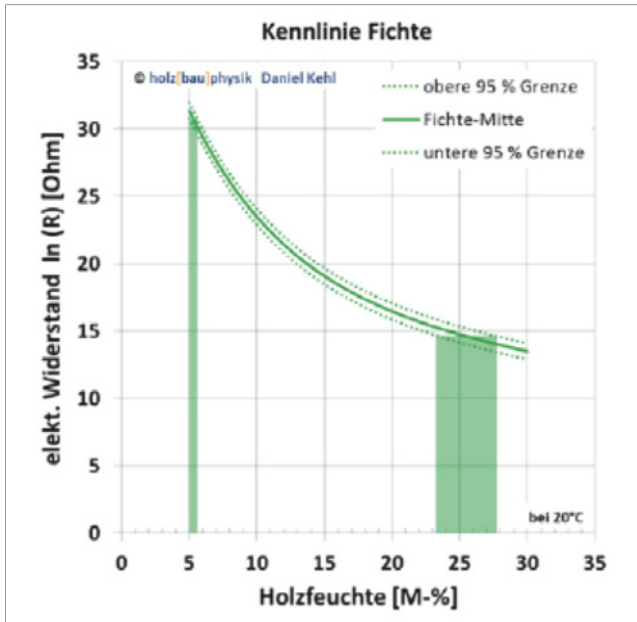


Abb. 15: Beispiel für eine Kennlinie mit dem Zusammenhang elektrischer Widerstand/Holzfeuchte mit den Konstanten Holzart (Fichte) und Temperatur (20°) [KEHL 2018, S. 2]

Mai 2017

Die Holzlieferung wurde nun verbindlich beim Holzhändler reklamiert. Dies bedingte eine weitere Holzfeuchtemessrunde mit einem Wettbewerb an Geräten. Um als Sachverständiger nicht die Oberhand zu verlieren, entschied sich der Verfasser für die Nutzung eines transportablen Darrtrockners der Firma Sartorius mit integrierter Infrarotheizung und einer hinreichend genauen Waage. Der Vorteil war, die Darrtrocknung konnte im Beisein des Bauherrn, der Zimmerei, des Holzlieferanten sowie des Sägewerks an trockenen Hölzer geprobt und anschließend verbindlich durchgeführt werden (Abb. 16, 17).



Abb. 16: Eine Späneprobe wird gewogen und anschließend auf Massegleichgewicht getrocknet (DREGER, 2017)



Abb. 17: Holzfeuchten (Masseprozent) können unmittelbar am Gerät abgelesen werden (DREGER, 2017)

Damit herrschte über die Feststellungen des Termins Einigkeit. Streitpunkt war lediglich der Umgang mit den ungenügend getrockneten Hölzern. Hier war natürlich der Auftragnehmer, die Zimmerei in der Verantwortung. Das Holz wurde einen Tag nach der aufwendigen Gerätemessung zu einer erneuten Trocknung abgefahren.

Nach langen (für den Bauablauf schwierigen) vier Wochen, erfolgte die erneute Lieferung. Die nächste Messung erfolgte beim Berliner Holzändler in der Zwischenlagerung (Abb. 18).



Abb. 18: Einzelwerte bis 25 m% waren nicht wirklich befriedigend, gut erkennbar die Ausharungen nach erneuter Trocknung (DREGER, 2017)

Die Ergebnisse waren nach der erneuten Trocknung nicht befriedigend. Einzelwerte zwischen 23 m% und 28 m% zwangen uns zu erneuten Abstimmungen.

An dieser Stelle intervenierte der Bauherr mit seinen Fachvertretern das Kirchliche Bauamt. Der Bauablauf war in Gefahr, die Unzufriedenheit wuchs. Es wurde die Frage gestellt, ist es überhaupt möglich, Deckenbalkenquerschnitte der Dimension 25/32 auf eine pilzunverträgliche Holzfeuchte zu trocknen.

Nach guter fachlicher Diskussion wurde folgendes beschlossen:

- a) Das Holz mit der bis zu 8 m% erhöhten Holzfeuchte darf für die Schwammsanierung in der Traufe verwendet werden (Abb. 19, 20). Eine Abnahme der Leistung wird bis zum nachweislichen Erreichen der geforderten Holzfeuchte abgelehnt. Die Gefahr für eventuelle fehlgeschlagene Sanierung trägt die Zimmerei.
- b) Alle stehenden Blattverbindungen erhalten sogenannte „Spaltbolzen“ zur Schaffung einer mechanisierten Nachstellmöglichkeit (Schlagschrauber) nach Einstellung der Ausgleichsfeuchte (ca. 16 m%) und weitestgehendem Abschluss des tangentialen und radialen Schwindprozesses (Abb. 19).

- c) Die Lagerung der Listenhölzer erfolgt witterungsgeschützt unter einem separat zu erstellenden Schleppdach.
- d) Die Zimmerei beschafft sich gebunden für die Baustellen ein qualifiziertes Messgerät mit spezifischer Holzarten- und Temperaturkorrekturmöglichkeit. Mit dem Gerät werden einmal täglich die Holzfeuchten gemessen und im Bautagebuch dokumentiert.



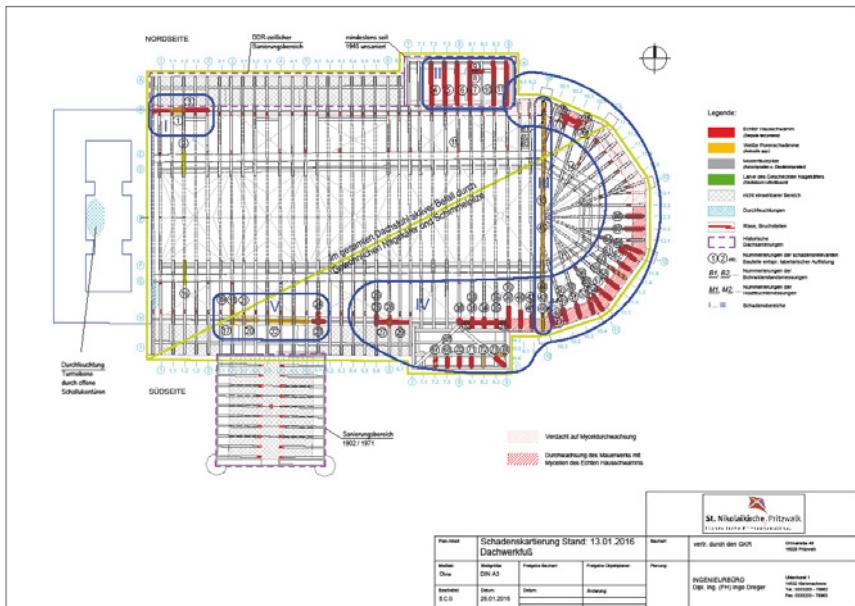
Abb. 19: Stehende Blattverbindung mit sechs Stabdübeln und statisch nicht wirksamen zwei Spaltbolzen (DREGER, 2017)



Abb. 20: Die Schäftung der Sparrenfüße sowie Deckenbalkenköpfe konnte im verspäteten Frühjahr endlich beginnen (DREGER, 2017)

Die Schmerzgrenze für die Zimmerei war erreicht. Die Gefahr blieb beim Auftragnehmer, das zusätzliche Schleppdach bedeutete für zwei Zimmerer einen Tag Arbeit und ca. 500 € Materialkosten. Das 800 € teure Messgerät, inkl. einer Einschlagelektrode von 100 € war auch aus Sicht der Zimmerei eine sinnvolle Investition, die nicht ausschließlich unserer Baustelle zugeordnet werden kann.

An diesem konkreten Beispiel ist mit der ungenügenden statistischen Fallzahl „Eins“ festgestellt worden, dass weder die nachweislich hohe Einbaufeuchte der Bauzeit (1823) noch die überhöhte Einbaufeuchte in der Sanierungsphase (2017) zu Schäden oder Mängeln führten. Alle Pilzschäden konnten eindeutig Mängeln in der Dachentwässerung in der Traufe zugeordnet werden (Abb. 21).



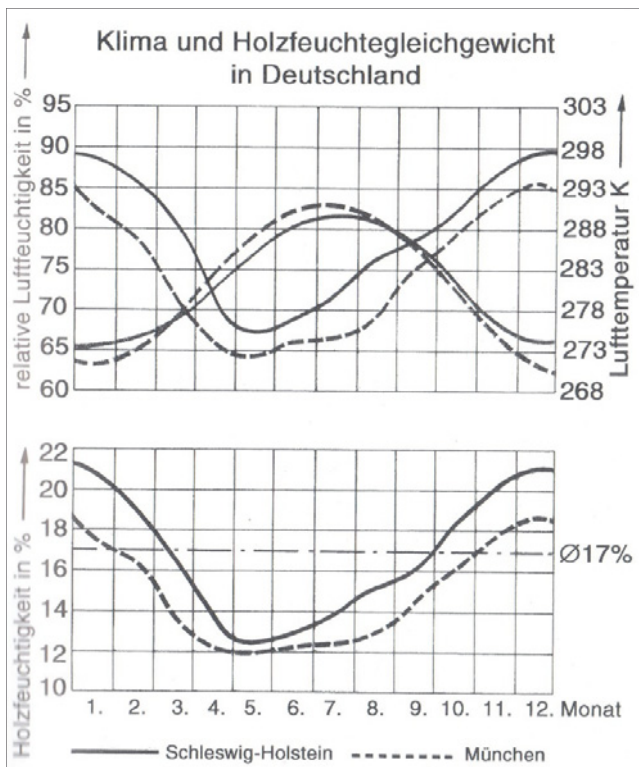


Abb. 22: Klima- und Holzfeuchtigkeit in Deutschland
[TRÜBSWETTER 2006, S. 29]



Abb. 23: Abgleich der Holzfeuchteverteilung mit den Schädigungen im Deckenbalkenquerschnitt in Görlitz am Obermarkt 1
(DREGER, 2017)

2. Die regelmäßig diskutierte Variante der ersatzweisen chemischen Imprägnierung ist nicht zulässig. (vgl. Abschnitt 8.1.2 DIN 68 800-4 :2012-02) Mit der zusätzlichen tiefenwirksamen Imprägnierung werden die Ungenauigkeiten der elektrischen Holzfeuchteabschätzungen zur Qualitätseinschätzung größer. Die Zimmererei hätte sich zwischen einer qualitativ hochwertigen Imprägnierung oder einer sinnvollen Trocknung entscheiden müssen. Eine Entscheidung, die das Biozidminimierungsgebot aus dem Abschnitt 4 der DIN 68800-2:2012-02 bereits vorgibt. Regelmäßig weisen die Zimmerer auch auf Aspekte des Arbeitsschutzes hin. Imprägnierte Hölzer können zu Hautirritationen führen. Wir arbeiten alle mit einem natürlichen Baustoff. Eine Vergiftung des Substrates ist keine zeitgemäße Strategie.
3. Unter witterungsgeschützten normalen Feuchteverhältnissen (kein monolithischer Estrcheinbau, keine Rücktrocknungsverhinderung nach Dampfsperreneinbau, kein Vollwärmeschutz auf Holzständerwerk, keine Leichtlehmminenschale über den Mindestwärmeschutz hinaus) ist bei Kiefernholz mit einer Trocknung bis zur Gleichgewichtsfeuchte innerhalb eines Jahres zu rechnen.
4. Holzfeuchtemessungen nach EN 13183-1:2002-07 (Darrverfahren) sind nicht mit Holzfeuchteabschätzungen nach EN 13183-2:2002-07 zu vergleichen. Die Einschlagelektrode misst ausschließlich im Randbereich oder offenen Blattbereich. Tendenzen lassen sich daraus ableiten, Schwindverformungen und Wiederbefallsgefahren jedoch nicht (Abb. 24).

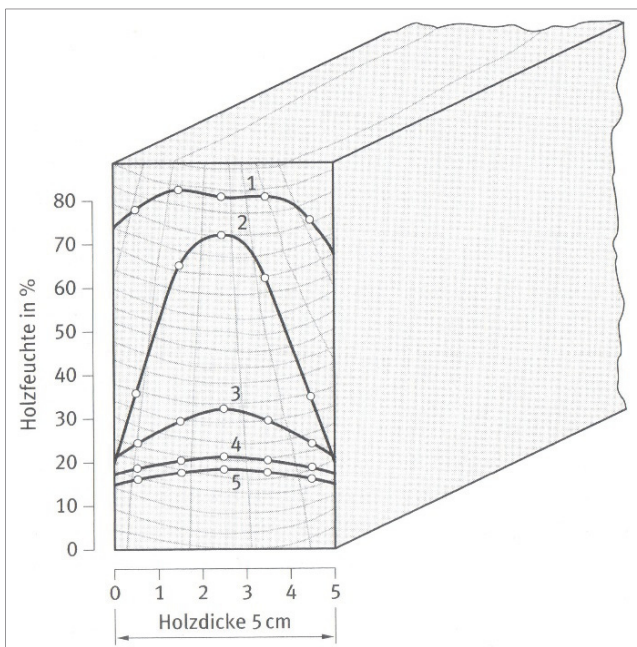


Abb. 24: Veränderung der Holzfeuchteverteilung in einer 50 cm dicken Buchenbohle während der Lagerung auf dem Holzplatz [TRÜBSWETTER 2006, S. 34]

5. Die Fällzeit hat keinen messbaren Einfluss auf die erzielbare Feuchte nach der technischen Trocknung. Lediglich die ungleichmäßige Feuchteverteilung ist im Sommer größer als im Winter. Dieser Effekt wird jedoch durch die noch größeren Unterschiede zwischen Stamm- und Zopfende überdeckt.
6. Eine Messung der Holzfeuchte nach EN 13183-1 (Darrverfahren) ist unter Baustellenbedingungen nicht möglich. Ziel ist es, eine normative Holzfeuchteabschätzung gemäß EN 13183-2 (Widerstandsmessverfahren) durchzusetzen.
7. Aus den während einer Begutachtung erzeugten Momentaufnahmen mit Holzfeuchteabschätzungen lassen sich keine Schlüsse auf Schadensverteilungen ziehen.
8. Unsere wichtigste Gefährdungsabschätzung geht von Feuchtemessungen an fehlerfreien Proben im Stapelversuch aus (Abb. 25).
9. Feuchteangaben über Mycelwachstum im Mauerwerk fehlen vollständig, obwohl die Vielfalt des Mauerwerks mit hoher Wahrscheinlichkeit mit der Vielfalt der Feuchteverteilungen im Holz vergleichbar ist.

Tab. 10: Feuchtigkeitsansprüche einiger Hausfäulepilze an Kiefernspiltholz bei Masseverlusten von über 2% im Minimum (türkis), über 10% im Optimum (blau) und über 2% im Maximum (dunkelblau); nach HUCKFELDT/SCHMIDT (2015)

Holzfeuchte	20-30 u _m % ¹	30-40 u _m % ¹	40-50 u _m % ¹	50-100 u _m % ¹	> 100 u _m % ¹
Brauner Kellerschwamm <i>Coniophora puteana</i>	21,5 u _m %	36,4-210 u _m %			<
Tannenblätling <i>Gloeophyllum abietinum</i>	21,6 u _m % ²	40,1-208 u _m %			<
Schmalporige Braunfäuletramate <i>Antrodia sinuosa</i> (Porenschwamm)	24,0 u _m % ²	33,0-147 u _m %			<
Echter Hausschwamm <i>Serpula lacrymans</i>	24,7 u _m %	45-150 u _m %			<
Marmorierter Kellerschwamm <i>C. marmorata</i>	26,7 u _m % ²	36,4-103 u _m %			<
Ausgebreiteter Hausporling <i>Donkioportia expansa</i>	27,0 u _m % ²	34,4-126 u _m %			<
Wilder Hausschwamm <i>Serpula himantoides</i>	27,0 u _m %	34-93 u _m %			<
Breitsporige Braunfäuletramate <i>Antrodia vaillantii</i> (Weißer Porenschwamm)	28,6 u _m %	51,5-150 u _m %			<
Zaunblätling <i>Gloeophyllum sepiarium</i>	30,3 u _m % ²	46,1-207 u _m %			<
Balkenblätling <i>Gloeophyllum trabeum</i>	30,7 u _m % ²	45,7-179 u _m %			<
Mehliger Stachelporling <i>Trechispora farinacea</i>	32,5 u _m % ²	37,9-50,3 u _m %			<
Großporiger Feuerschwamm <i>Phellinus contignus</i>	34,8 u _m % ²	39,3-96,4 u _m %			<
Kiefern-Fältlingshaut <i>Leucoglyphana pinastri</i>	36,5 u _m % ²	43,9-151 u _m %			<

¹ Die Werte beziehen sich auf die Trockenmasse (m), das „u“ gibt an, dass die Messungen nach DIN 52183 (ersetzt durch DIN EN 13183-1) erfolgten.

² Angaben aus Versuchen mit 3 Parallelproben; Abbauzeit: 8-12 Wochen

Aufsteigende Feuchte kann durch Sperrschichten, Kellerschosse und Dränagen vermindert werden, letztere sind regelmäßig zu warten / zu reinigen. Gleichfalls sind Regenrinnen und andere wasserableitende Bereiche zu pflegen.

Der Zerstörungsprozess beschleunigt sich, wenn erst einmal Schäden entstanden sind. Wasser dringt dann vermehrt in Ritzen und Fehlstellen des Holzes ein. Zudem sind einige Hausfäulepilze in der Lage die Holztrocknung durch die Bildung von derben Mycelien zu verzögern, so z. B. der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioportia expansa*). Eine stärkere Durchfeuchtung bedingt eine längere Zeit zur Austrocknung, so haben die auf hohe Holzfeuchten angewiesenen Hausfäulepilze länger Zeit, das Holz zu zerstören.

Abb. 25: Holzfeuchteansprüche ermittelt an fehlerfreien Proben [HUCKFELDT 2017, S. 9]

10. Die technische Trocknung von Eichenkanthölzern ist mit Stand 2018 nicht möglich. Bei Trocknung der saftfrischen Eiche auf die Sollfeuchte von 20 m% kommt es regelmäßig zu Innenrissen (Kollabierung des Querschnitts). Gleichzeitig entstehen bei Temperaturen > 30 °C Dunkelfärbungen in den Randzonen. Eine übermäßig lange Blockierung der Trockenkammer wäre die Folge [Trübswetter 2006, S. 73].
11. Kontinuierliche Feuchtemessung (Finnmoist-Messanlagen) befinden sich noch in der Entwicklungsphase.

Quellen/Literatur

DEUTSCHE REICHSSBAHN-GESELLSCHAFT:1926-12 Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke (BH), Amtliche Ausgabe, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

DU, Q. P.; GEISSEN, A; NOACK, D. (1991): Forschung und Praxis, Holz als Roh- und Werkstoff 49, Die Genauigkeit der elektrischen Holzfeuchtemessung nach dem Widerstandsprinzip, Springer-Verlag.

FINSTERBUSCH, E; THIELE, W. (1987): Vom Steinbeil zum Sägegatter – Ein Streifzug durch die Geschichte der Holzbearbeitung, VEB Fachbuchverlag, Leipzig.

HOLZER, S. (2015): Statische Beurteilung historischer Tragwerke Band 2 Holzkonstruktionen, Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin.

HUCKFELDT, T. (2017): Schäden durch Fäulepilze an Holzfenstern, Institut für Holzqualität und Holzschäden, IF Holz, Dr. Rehbein und Dr. Huckfeldt GbR, Hamburg.

KEHL, D. (2018): Neues aus der holz [bau] physik - 6, Wissen kompakt, Holzfeuchte – Widerstandsmessung, Leipzig, 18.05.2018, www.holzbauphysik.de.

MIELKE, F. (1998): Potsdamer Baukunst, Das klassische Potsdam, Ullstein Buchverlage GmbH & Co. KG, Propyläen Verlag, Berlin.

NUSSER, E. (1938): Holz als Roh- und Werkstoff, Die Bestimmung der Holzfeuchtigkeit durch Messung des elektrischen Widerstandes, 1.Jahrgang, August 1938, Heft 11.

TRÜBSWETTER, T. (2006): Holztrocknung, Verfahren zur Trocknung von Schnittholz – Planung von Trocknungsanlagen, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München Wien.

DIN EN 844-9:1997-08 Rund- und Schnittholz – Terminologie – Teil 9: Begriffe zu Merkmalen von Schnittholz; Deutsche Fassung EN 844-9:1997 (ersatzlos zurückgezogen).

DIN 4074:1939-03 Bauholz, Gütebedingungen.

DIN 4074-1:2012-06 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadel-schnittholz, Beuth Verlag.

DIN EN 13183-1:2002-07 Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz – Teil 1: Bestimmung durch Darrverfahren; Deutsche Fassung EN 13183-1:2002, Beuth Verlag.

DIN EN 13183-2:2002-07 Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz – Teil 2: Schät-

zung durch elektrisches Widerstands-Messverfahren; Deutsche Fassung EN 13183-2:2002.

DIN 15497:2014-07 Keilgezinktes Vollholz für tragende Zwecke – Leistungsanforderungen und Mindestanforderungen an die Herstellung; Deutsche Fassung EN 15497:2014, Beuth Verlag.

DIN 68800:1956-09 Holzschutz im Hochbau (zurückgezogen).

DIN 68800-3:1990-04 Holzschutz, Vorbeugender chemischer Holzschutz (zurückgezogen).

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

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

DIN 68800-4:2012-02 Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten, Beuth Verlag.

E DIN 68800-1/A1:2018-02 – Entwurf Holzschutz – Teil 1: Allgemeines, Beuth Verlag.



Dreger, Ingo
Dipl.-Ing.

Studium des Konstruktiven Ingenieurbaus

1997: EIPOS-Ausbildung zum Sachverständigen für Holzschutz

2006: Dozent an der BTU Cottbus

seit 2007: Dozent bei EIPOS

seit 2008: Beratender Ingenieur mit Bauvorlageberechtigung

2009: Öffentliche Bestellung und Vereidigung zum Sachverständigen für das Fachgebiet Holzschutz durch die Brandenburgische Ingenieurkammer

seit 2012: Objektplanungen für kirchliche Bauten Berlin/Brandenburg

2013: Gründungsmitglied der Gesellschaft für Bautechnikgeschichte

2014: Sachverständige Beratung zu Holzfenstern

seit 2015: Mitglied der Arbeitsgruppe „Gefährdete Zeugnisse der Bautechnikgeschichte“ in der Gesellschaft für Bautechnikgeschichte

Hausverbot für Pilze und Insekten

Referenzobjekt Kloster Altzella bei Dresden
Bekämpfung des gescheckten Nagekäfers mit Koratect® Ib

Bildgeschicke verbindlich zu verwenden. Vor Gebrauch stets Etikett und Produktinformationen lesen.



Kurt Obermeier GmbH & Co. KG
www.kora-holzschutz.de

WIR MACHEN HOLZ STARK.



Flachdach in Holzbauweise

Eine differenzierte Betrachtung eines anspruchsvollen Bauteils

Daniel Kehl

1 Einleitung

Das Flachdach ist im Vergleich zum geneigten Dach ein anspruchsvolles Bauteil; da sind sich die Sachverständigen sicherlich einig. Dies gilt sowohl für Beton- als auch für Holzflachdächer. In Holzbauweise können Flachdächer auf verschiedene Arten und Weisen ausgebildet werden. Je nach Bauweise ist das Bauschadensrisiko sehr unterschiedlich. Hier ist eine differenzierte Betrachtung notwendig. Neben Begrifflichkeiten wird die hygrothermische Bauphysik von Holzflachdächern erläutert und am Ende eine Risikobewertung vorgenommen.

Hinweis: Anfang 2019 erscheint das Informationsdienst-Holz-Heft zu Flachdächern im Holzbauweise. In der Schrift werden viele Aspekte des Flachdachs behandelt und auch auf Details eingegangen.

2 Vier verschiedene Bauweisen

Letztendlich findet man vier verschiedene Grundarten von modernen Flachdachausführungen in Holzbauweise. Die folgenden Erläuterungen zu den verschiedenen Bauweisen dienen der Klärung von Begrifflichkeiten. Am Ende des Beitrages wird eine differenzierte Analyse des Bauschadenspotentials vorgenommen. (Weitergehende Infos der vier verschiedenen Aufbauten kann unter www.holzbauphysik.de → Downloads kostenlos heruntergeladen werden.)

2.1 Bauteilaufbau I – nicht belüftetes Holz-Flachdach mit Aufdachdämmung

Bei dem nicht belüfteten Flachdach des Aufbaus I (siehe Abb. 1) befindet sich der wesentliche Teil der Wärmedämmung oberhalb der Tragkonstruktion. Nach [WTA-Merkblatt 6-8: 2016] dürfen sich 1/3 des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes auch in der Tragkonstruktion befinden. Bauphysikalisch ist Aufbau I denkbar einfach und dem Flachdach im Massivbau gleichzusetzen. Direkt oberhalb der Tragkonstruktion befindet sich die Dampfsperre (dient auch als untere Abdichtungsebene) und auf der Dämmung die Dachabdichtung – als obere Dichtebene.

Die Tragkonstruktion aus Holz wird überwiegend nur dem Raumklima ausgesetzt und ist durch den oberen Dachaufbau mit zwei Abdichtungsebenen nicht feuchtegefordert. Dieser Aufbau hat sich seit über 30 Jahren bewährt und ist bereits seit 1996 in der [DIN 68800-2: 1996] als nachweisfreie Konstruktion für die GK0 verankert. Es

ist in den letzten Jahrzehnten zu keiner wesentlichen Schadenshäufung gekommen. Der Aufbau I wird in der Fachliteratur unstrittig als robuste Bauweise beschrieben.

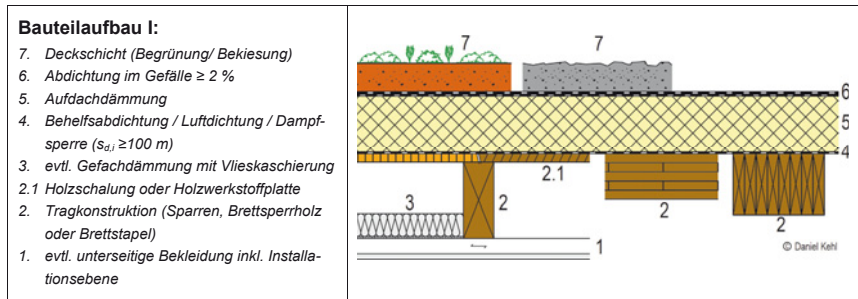


Abb. 1: Erste von vier verschiedene Arten von Flachdächern in moderner Holzbauweise (Prinzip).

2.2 Bauteilaufbau II – belüftetes Flachdach

Ein belüftetes Flachdach wird hier wie in Aufbau II definiert. Oberhalb einer vollgedämmten Balkenlage befindet sich eine diffusionsoffene Unterdeckung. Oberhalb der Unterdeckung befindet sich die eigentliche Belüftungsebene. Somit sind prinzipiell ein nach außen diffusionsoffener Aufbau und die Einstufung des Holzes in die Gebrauchsklasse 0 nach [DIN 68800-2: 2012] möglich.

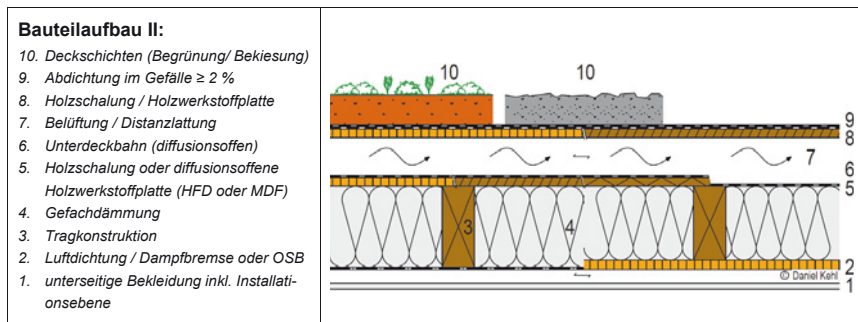


Abb. 2: Zweite von vier verschiedene Arten von Flachdächern in moderner Holzbauweise (Prinzip).

Die Belüftung erfolgt im Wesentlichen nur durch die Antriebskraft Wind. Damit kommt dem Lüftungsspalt, den Zu- und Abluftöffnungen, der Anströmsituation des Daches und den ggf. „störenden“ Bauteilen besondere Bedeutung zu. Die Holzschutznorm [DIN 68800-2: 2012] fordert bei Dachneigungen $\leq 15^\circ$ min. 80 mm Belüftungshöhe bzw. bei Dächern mit Deckschichten wie Gründächern mit Dachneigungen von 3° bis 5° min. 150 mm Belüftungshöhe. Diese Angaben gelten für Dachlängen bis 15 m.

Anmerkung: Dem Autor ist es durchaus bewusst, dass es sich rein normativ um eine „nicht belüftete Dachkonstruktion mit zusätzlicher belüfteter Luftschicht unter Abdich-

tung“ handelt; eine komplett umständliche Umschreibung für einen simplen Sachverhalt. Wenn die beiden Regelwerke [DIN 4108-3], [ZVDH MB 2015] von belüfteten Flachdächern „sprechen“, befindet sich direkt oberhalb des Dämmstoffes und zwischen den Sparren die belüftete Luftschicht (siehe Abb. 3). Diese tradierte Bauweise ist unter heutigen Randbedingungen nicht mehr praxistauglich. Der Aufbau stammt aus Zeiten mit geringeren Dämmstärken. Bei heutigen geforderten Dämmstoffdicken (ca. $d \geq 20$ cm) ist es rein handwerklich kaum möglich, die Dämmung fachgerecht in das Gefach einzubauen, ohne die Belüftung zu beeinträchtigen. Der Dämmstoff kommt heute zunehmend als komprimierte Ware auf die Baustelle, die im Gefach expandiert und aufwölbt. Zudem dürfen Gefachdämmungen (Typ DZ nach [DIN 4108-10: 2015]) merkliche Materialtoleranzen haben. In der Toleranzklasse T2 ist ein Übermaß von + 15 mm zulässig. Bei einem zulässigen Luftspalt von mindestens 50 mm Höhe nach ZVDH [ZVDH MB 2015] wird es knapp.

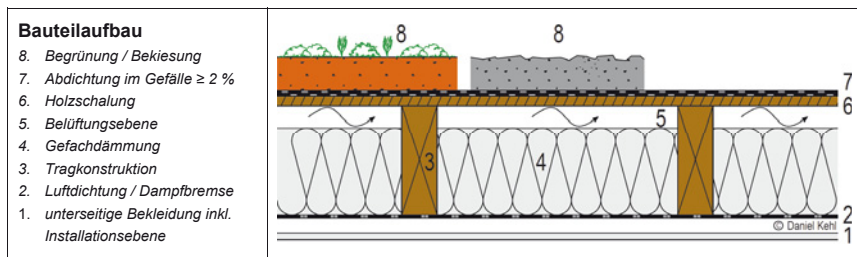


Abb. 3: Belüftetes Dach $< 5^\circ$ mit Abdichtung nach ZVDH. Unter heutigen Bedingungen nicht praxistauglich und nicht mehr fachgerecht zu bauen (siehe Text).

Anmerkung: Auf unterschiedliche zulässige Belüftungshöhen wird hier nicht eingegangen. Die Erfahrung in der Praxis zeigt, dass die minimierte Luftschicht gemäß ZVDH-Regeln so nicht eingehalten werden kann! Zwei Punkte sind noch zu ergänzen: Wechsel, Lichtkuppeln, Attikaaufbauten usw. lassen eine durchlaufende Belüftungsebene oft nicht zu. Wie Untersuchungen des Fraunhofer Instituts für Bauphysik zeigen, kommt es außerdem bei steigender Dämmdicke auch zu einer häufigeren Taupunktunterschreitung unterhalb der Dachhaut und damit zu mehr Sekundätauwasser, das die Konstruktion befeuchten kann [KÜNZEL 1998].

2.3 Bauteilaufbau III – nicht belüftetes Holz-Flachdach mit Gefachdämmung

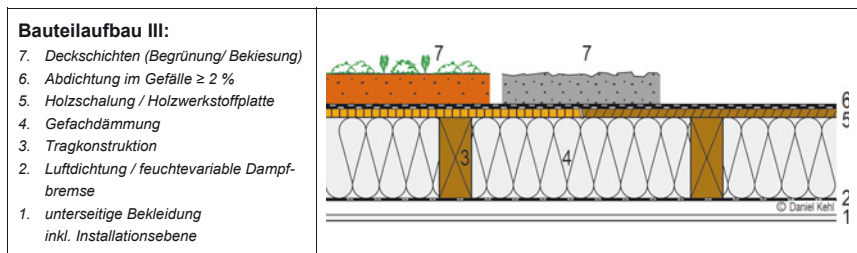


Abb. 4: dritte von vier verschiedene Arten von Flachdächern in moderner Holzbauweise (Prinzip)

Unbelüftete Flachdächer mit Vollsparrendämmung, einer Abdichtungsebene auf der Schalung/Beplankung sowie einer Dampfbremse (Abb. 4: Schicht 2) unterhalb können allgemein als „einschalige“ Holz-Flachdächer bezeichnet werden. Diese Bauweise hat sich in der Vergangenheit aus verschiedensten Gründen als schadensträchtig erwiesen; insbesondere wenn die Dampfbremse einen s_d -Wert von 100 m aufwies. Darauf wird nochmals am Ende des Beitrages eingegangen.

Das bauphysikalische Prinzip von nicht belüfteten Flachdächern mit Zwischensparrendämmung ist etwas komplexer. Im Winter diffundiert Feuchtigkeit in das Bauteil bis zur Abdichtungsebene und kann dort nicht nach außen dringen. Neben dieser Feuchte gelangt, trotz guter handwerklicher Ausführung, noch weitere Feuchte über Konvektion in das Bauteil (verbleibende Luftundichtheiten) (Abb. 5, links). Im Sommer muss diese Feuchte wieder aus dem Bauteil diffundieren können (Abb. 5, rechts). Dies wird als „Umkehr- oder Rückdiffusion“ bezeichnet.

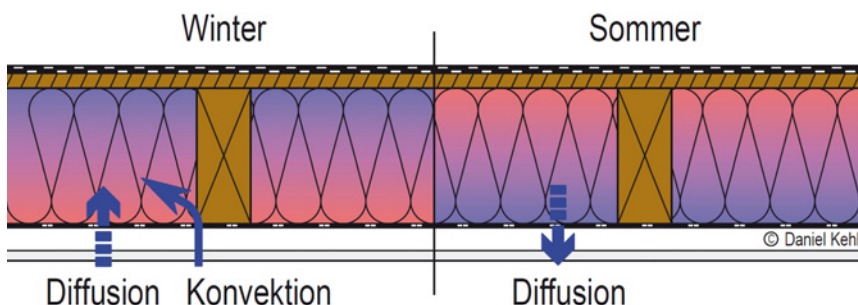


Abb. 5: Bauphysikalisches Prinzip eines unbelüfteten Flachdaches (Aufbau III und IV). Die Feuchte, die im Winter in das Bauteil dringt (links) (Diffusion und Konvektion über verbleibende Luftundichtheiten), muss im Sommer auf gleichem Weg nach innen wieder zurüctrocknen (rechts). Wie gut dies funktioniert, hängt von vielen Faktoren ab.

Da die äußere Abdichtung i.d.R. s_d -Werte oberhalb von 20 m aufweist, kann die Konstruktion zum größten Teil nur zum Raum hin rüctrocknen. Somit kommt der Dampfbremse auf der Raumseite eine hohe Bedeutung zu. Sie darf im Winter nur geringe Mengen Feuchte in die Konstruktion diffundieren lassen. (Anmerkung: In der vereinfachten Diffusionsberechnung nach Glaser war schon immer eine gewisse Tauwassermenge zulässig.) Und im Sommer muss sie so viel Diffusion zulassen, dass die eingedrungene Feuchte wieder rüctrocknet. Die Trocknung wird nicht nur durch die Dampfbremse sondern auch durch Absorption von Solarstrahlung auf die Bauteiloberfläche bestimmt. Verschattungen, helle Abdichtungen, Bekiesung oder Begrünung reduzieren die Rüctrocknung zum Raum hin und können zur kontinuierlichen Auffeuchtung führen.

2.4 Aufbau IV – unbelüftetes Holzflachdach mit Gefach und Aufdachdämmung

Bei dem nicht belüfteten Flachdach des Aufbaus IV befindet sich ein großer Teil der Dämmung ebenfalls im Gefach. Im Vergleich zu Aufbau III sind nun aber zusätzlich eine Aufdachdämmung und eine zweite Abdichtungsebene vorhanden.

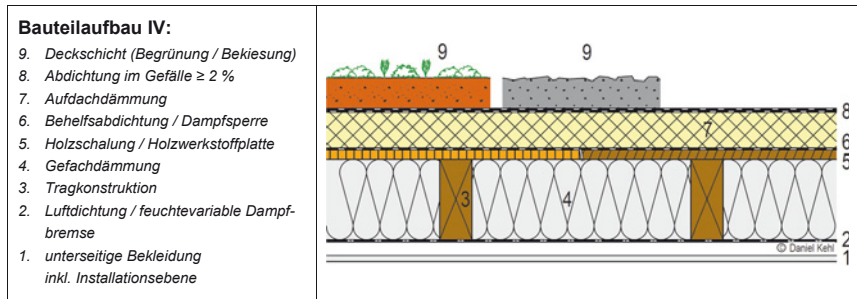


Abb. 6: vierte von vier verschiedenen Arten von Flachdächern in moderner Holzbauweise (Prinzip)

Die Aufdachdämmung in Verbindung mit einer Dampfsperre auf der Holzschalung wirkt insofern positiv, als sie die obersten Holzbauteile warm hält und die bis dorthin eingedrungene Feuchte geringere relativen Luftfeuchten auslöst und zu keiner Kondensatbildung führt. Da die bereits oben genannten Randbedingungen (Außenklima, Farbe der Abdichtung, Verschattung, Deckschichten etc.) nicht in einer vereinfacht Diffusionsbilanz erfassbar sind, können sie nur über dynamische hygrothermische Simulationsmodelle abgebildet werden. Das Bauteil ist folglich mit allen Einflussgrößen zu bemessen.

3 Regelwerke

Getreu dem Gedanken „Innen dichter als außen“ verursacht ein außen dampfdichtes Dach (Aufbau III und IV) bei einigen Planern und Handwerkern immer noch die reflexartige und falsche Reaktion, auf der Innenseite eine Dampfsperre ($s_d \geq 100$ m) einzusetzen (Schicht 2 in Aufbau III und IV). Die Rückdiffusion, wie sie oben beschrieben wurde, kann nicht mehr stattfinden. Solche sogenannten Dicht-Dicht-Aufbauten haben sich als besonders schadensanfällig erwiesen und die Normung hat in den letzten Jahren an dieser Stelle sinnvoll darauf reagiert:

- A) In der alten Normungsausgabe der DIN 4108-3 von 2001 (Abs. 4.3.3.2) gab es für einen nicht belüfteten Dachaufbau mit nicht belüfteter Dachdeckung eine Nachweisbefreiung, wenn die Dampfbremse auf der Innenseite einen $s_{d,i}$ Wert von ≥ 100 m aufwies. Die dazu gehörige Anmerkung in der Norm mit einem (Warn-)Hinweis, dass solche Dächer kein Trocknungsvermögen aufweisen, wurde regelmäßig bei Flachdächern ignoriert, da sie sich streng genommen nur auf „nicht belüftete Dachdeckung“ und nicht auf „nicht belüftete Abdichtung“ bezog. (Es lässt sich übrigens vermuten, dass der Passus seit Erscheinen missverstanden wurde und nie für Holzflachdächer sondern nur für Massivdächer mit Aufdachdämmung galt.) Dass dies die gleichen bauphysikalischen Auswirkungen

hat und sinngemäß übertragbar ist, ist endlich in der Normenfassung von 2014 eingeflossen. Nun sind nur noch Dächer in Holzbauweise ohne rechnerischen Nachweis möglich, wenn der äußere s_d -Wert auf 2 m begrenzt und damit ein hohes Trocknungsvermögen nach außen vorhanden ist. Dem Planer bleibt nach der neusten Fassung der Norm [DIN 4108-3: 2018] nur noch der Weg der hygrothermischen Simulation, da die vereinfachte Diffusionsbilanz (Glaser-Verfahren) nicht mehr eingesetzt werden darf.


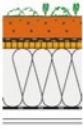
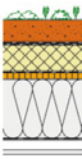
- B) Das vereinfachte Diffusionsbilanzverfahren darf für Flachdächer mit Begrünungen (DIN 4108-3: 2001; Abs. A2.1) bereits seit über 15 Jahren (!) nicht angewendet werden. Hintergrund hierfür: In Folge der normativen sommerlichen Randbedingungen der vereinfachten Diffusionsbilanz wird bei Dächern ein hohes Rücktrocknungsvermögen berechnet, was aber auf Grund der Deckschichten in Realität wesentlich geringer ausfällt und eben zu Auffeuchtungen des Bauteils führt. In der gerade erschienenen Fassung der Norm [DIN 4108-3: 2018] wurde der Anwendungsbereich weiter eingegrenzt. Jetzt gilt das Diffusionsbilanzverfahren auch nicht mehr für Flachdächer mit Bekiesung und Terrassen, da diese, wie die Begrünung, die Rücktrocknung reduzieren. In solchen Fällen wird nun auf die hygrothermische Simulation bzw. auf den Abschnitt 7.5 der [DIN 68800-2: 2012] verwiesen.
- C) Seit 2012 fordert die DIN 68800-2 unter Abs. 7.5 für „Flach geneigte oder geneigte, voll gedämmte, nicht belüftete Dachkonstruktionen mit Metalleindeckung oder Abdichtung auf Schalung oder Beplankung“ einen hygrothermischen Nachweis nach DIN EN 15026. Dies erfordert eine dynamische hygrothermische Simulation mit einem validierten Rechenmodell; sprich bspw. WUFI®. Bei unseren Schweizer Nachbarn ist dies bereits seit 2007 der Fall [SIA 271: 2007].

4 Risikobewertung

Neben den bauphysikalischen Zusammenhängen und den Regelwerken ist eine Risikobewertung der Aufbauten erforderlich. Die drei unbelüfteten Flachdächer (Aufbau: I; III; IV), die im folgenden Text weiter behandelt werden, sind im Schadensrisiko unterschiedlich zu betrachten.

4.1 Feuchte Technische Beanspruchungen

Um eine Bewertung vorzunehmen, wurde eine Matrix in Anlehnung an [MOHRMANN 2016] erstellt (siehe Tabelle 1). Darin sind zum einen die Feuchtebeanspruchungen bzw. bauphysikalischen Einflüsse aufgelistet (erste Spalte) und zum anderen werden die drei Aufbauten einzeln in vier Stufen (robust-kritisch) bewertet. Dabei bedeutet das obere linke Dreieck eine grundlegende und das untere rechte Dreieck eine modifizierte Bewertung, wenn qualitätssichernden Maßnahmen angewendet werden.

<div>Aufbau</div> <div>Beanspruchung</div>	I Aufdachdämmung	III Gefachdämmung	IV Gefach – und Zusatzdämmung
			
Holzfeuchte		< 20 M-% Kontrolle Holzfeuchte	< 20 M-% Kontrolle Holzfeuchte
Feuchte durch angrenzende Nassbauteile		vom Nassbau trennen	vom Nassbau trennen
Feuchte durch Diffusion und Konvektion	(ohne Nachweis)	HTS* Luftdichtheitsmessung	HTS* Luftdichtheitsmessung
Wassereintritt obere Abdichtung (Ausführung)	2te Abdichtungsebene (Behelfsabdichtung)	Ausführungskontrolle	2te Abdichtungsebene (Behelfsabdichtung)
technische Lebensdauer obere Abdichtung	2te Abdichtungsebene (Behelfsabdichtung)	Wartung und Monitoring	2te Abdichtungsebene (Behelfsabdichtung)
Einflüsse auf feuchtetechnisches Verhalten			
helle Farbe der Abdichtung	(kein Einfluss)	HTS*	HTS*
Verschattung (Solaranlage, Terrassen, Bäume etc.)	(kein Einfluss)	HTS*	HTS*
Deckschichten (Grün – Kies)	(kein Einfluss)	HTS*	HTS*

* Berücksichtigung / Überprüfung erfolgt über hygrothermische Simulation

robust	weniger sensibel	sensibel	kritisch
--------	------------------	----------	----------

Tabelle 1: Risikobewertung (ganzes Feld bzw. oben links): Durch qualitätssichernde Maßnahmen kann eine geringere Risikobewertung erreicht werden (unten rechts). Damit wird das Flachdach hin zu einer robusten Konstruktion verändert. Für alle Bauteile gilt: Befeuchtung in der Bauphase ist zu verhindern. Wenn dies dennoch eintritt, sind Trocknungsmaßnahmen durchzuführen und deren Erfolg messtechnisch zu prüfen.

Dazu folgende Erläuterung:

Material (Holz) / angrenzende Nassbauteile: Durch die Holzfeuchte oder durch angrenzende Nassbauteile können die Gefache des Tragwerks unzutraglich mit Feuchte beansprucht werden. Dies ist durch den Einsatz von trockenem Bauholz und durch das Trennen gegenüber angrenzenden Nassbauteilen zu begrenzen. Bspw. sind einbindende Wände sowohl gegenüber deren Neubaufeuchte als auch gegen Dampfkonvektion im Inneren von Hohlkammersteinen dampf- und luftdicht zu verschließen.

Diffusion/Konvektion: Der Feuchteeintrag über Konvektion stellt eine periodisch auftretende Feuchtebeanspruchung für den Hohlraum dar. Dabei wird von einer üblichen Ausführungsqualität ausgegangen. Durch eine Luftdichtheitsmessung kann die Qualität überwacht und ggf. nachgebessert werden. Bei der hygrothermischen Simulation (HTS) werden Undichtheiten rechnerisch berücksichtigt. Damit wird sichergestellt, dass der Aufbau eine solche Feuchtelast „verträgt“.

Wassereintritt obere Abdichtung (Ausführung): Abdichtungen können schon bei der Ausführung geringfügige Fehlstellen aufweisen, die nicht sofort bemerkt werden. Es ist folglich die Frage zu stellen, wie hoch die Folgeschäden dadurch sein können. Eine zweite Abdichtungsebene (Behelfsabdichtung) kann das Bauteil vor größeren Schäden bewahren. Auch Monitoring-Systeme sind ggf. eine sinnvolle Maßnahme.

Lebensdauer obere Abdichtung: Abdichtungen haben eine begrenzte technische Lebensdauer. Auch hier ist die Frage zu stellen, wie hoch die Folgeschäden bei Versagen sind bzw. ob der Schaden ggf. begrenzt ist.

Eine zweite Abdichtungsebene (Behelfsabdichtung) kann das Bauteil vor größeren Schäden bewahren. Auch Monitoring-Systeme sind ggf. eine sinnvolle Maßnahme.

4.2 Bewertung der drei Aufbauten

Aufbau I (Aufdachdämmung) kann in allen Kriterien als robust (grün) und bewährt eingestuft werden. Die Holzbauteile bleiben stetig im Trocknen. Auch bei Leckagen in der oberen Abdichtung (Ausführung / techn. Lebensdauer) bleibt der Schaden auf die Aufdachdämmung begrenzt. Das Dach trägt alle baulichen Veränderungen (Kies, Grün, Verschattung, Solaranlagen etc.) auf der Außenseite.

Aufbau III (Gefachdämmung – einschalig) ist in einigen Bereichen besonders kritisch. Insbesondere ist dies bei der Abdichtung der Fall, bei der die Schadensfreiheit von einer absoluten fehlerfreien Ausführung oder der technischen Lebensdauer abhängig ist. Im Versagensfall ist mit einem großflächigen Schaden zu rechnen. Außerdem reagiert Aufbau III sensibel auf Nassbauteile (z. B. einbindende mineralische Innenwände). Bauliche Veränderungen (helle Abdichtung, Kies, Grün, Verschattung etc.) führen schnell dazu, dass der Aufbau auffeuchtet und Schaden nimmt. Mittels hygrothermischer Simulation können letztgenannte Effekte abgebildet werden. Das Ergebnis der Berechnung führt i.d.R. zu Aufbau IV mit Zusatzdämmung oder Aufbau I.

Aufbau IV (Gefach + Aufdachdämmung) reagiert bei eingeschlossener Feuchte etwas weniger sensibel als Aufbau III, da die Temperaturen im Gefach durch die Aufdachdämmung höher liegen. Die Maßnahmen zur Trennung zwischen Nass- und Holzbau sind die gleichen wie bei Aufbau III. Wie in Aufbau I schützt die Behelfsabdichtung den Holzbau vor größeren Schäden bei Undichtheiten in der oberen Abdichtung. Um den Feuchteeintrag über Konvektion zu reduzieren, ist eine Luftdichtheitsmessung mit Leckageortung notwendig. Sowohl die eindringende Feuchte über Konvektion durch Restleckagen als auch die anderen Randbedingungen (helle Ab-

uchtung, Kies, Grün, Verschattung etc.) werden bei einer hygrothermische Simulation erfasst und berechnet. Damit wird die Dicke der Aufdachdämmung bemessen. Solche Aufbauten haben sich bewährt und können zu den anerkannten Regeln der Technik gezählt werden [MOHRMANN 2016].

5 Fazit

Die Bauphysik von Flachdächern im Holzbau kann je nach Bauweise anspruchsvoll sein. Die bauphysikalischen Prinzipien sind im Holzbau auf Grund der Konstruktionsvielfalt komplexer als im Massiv(nass)bau. Neben der Bauphysik ist eine Risikoabschätzung erforderlich. Über geeignete qualitätssichernde Maßnahmen kann das Schadensrisiko minimiert werden.

Literatur

[DIN 4108-3: 20XX] DIN 4108: Teil 3 – Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Beuth Verlag, Berlin in den Fassungen 2001, 2014, 2018.

[DIN EN 15026: 2007] EN 15026: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation, Beuth-Verlag, Berlin 2007.

[DIN 68800-2: 1996 / 2012] DIN 68800-2: Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Beuth Verlag, Berlin in den Fassungen 1996, 2012.

[Künzel 1998] Künzel, H.M.: Warm eingepackt – Kann auf eine Hinterlüftung im geneigten Dach verzichtet werden. Beitrag in der Zeitschrift bausubstanz, 1998.

[Mohrmann 2016] Mohrmann, M.: Flachgeneigte Holzdächer nach aktuellen Normen – welche Bauweisen erfüllen die a.R.d.T.?, Beitrag zu den Aachener Bausachverständigentage 2016, Aachen 2016.

[SIA 271: 2007] Hrsg.: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 271 – Abdichtungen im Hochbau, Zürich 2007.

[WTA MB 6-8 2016] Hrsg. Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.: Merkblatt 6-8: Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation, IRB-Verlag, München 2016.

[ZVDH MB 2015] Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks: Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand, Rudolf Müller Verlag, Köln 2015.



Kehl, Daniel
Dipl.-Ing. (FH)

- seit 2014: Selbständig, Büro für Holzbau und Bauphysik, Leipzig
2012–2014: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, TU Dresden, Institut für Bauklimatik
2007–2011: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Berner Fachhochschule (CH),
Forschungseinheit Holz- und Verbundbau
2003–2007: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, MFPA Leipzig GmbH
Brand- sowie Wärme- und Feuchteschutz
2000–2002: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Leipzig,
Lehrstuhl für Stahlbau und Holzbau
1995–2000: Studium Holzbauingenieurwesen, FH Hildesheim
seit 2000: Fachautor von über 50 Publikationen aus den Bereichen Wärme-,
Feuchte- sowie Holzschutz
seit 2005: Mitarbeiter in der WTA-Arbeitsgruppe „Innendämmung“
seit 2010: Leiter der WTA Arbeitsgruppe „Hygrothermische Bemessung von
Holzkonstruktionen“
-



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:
21.01.–01.02.2019 (Prüfung: 08.02.2019)

Wochenendkurs, Sonderkonditionen für Studenten (Fr/Sa):
September bis November 2019

Weitere Informationen: www.sachkunde-holzschutz.de

Nächste Sächsische Holzschutztagung am 16. März 2019 in Leipzig

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



WIR SIND DA, WO DAS HOLZ GEFORMT WIRD.

Vor allem aber sind wir ganz nah bei Ihnen: Durch den persönlichen Kontakt mit unseren Verkäufern im Außendienst und in über 400 Niederlassungen. Durch ständige Präsenz und Erreichbarkeit per Internet, App und Telefon. Und durch viele Services, die Ihnen die tägliche Arbeit erleichtern. Entdecken Sie 100% Qualität und 100% Service – überall und zu jeder Zeit.

Über 1500 mal in Europa und immer in Ihrer Nähe: www.wuerth.de

NAH. NÄHER.
WÜRTH!

**Beitrag von der 27. Sächsischen Holzschutztagung
am 17. März 2018**

Frischholzinsekten – Holzschutz beginnt im Wald

Michael Gunter Müller

Kurzfassung

Die Abhandlung enthält, ausgehend von allgemeinen Ausführungen zum Holz als Nahrung, Lebensgrundlage und Habitat für Insekten, die Definition zu Frischholzinsekten und die Vertiefung zu einigen dieser Arten. Zu den wichtigsten Arten und Artengruppen (Bäckerbock, Asiatischer Laubholzbockkäfer, Holzbrütende Borkenkäfer und Holzwespen) werden sowohl die Rückwirkungen, gegenwärtigen und zukünftigen Gefahren in der Waldbewirtschaftung als auch die Wirkungen für die Holzverwendung abgeleitet. Hinzu kommen Kernaussagen zu Vorbeugungs- und Abwehrmaßnahmen sowie zu künftigen Risikofaktoren.

1 Einleitung

Für Insekten kann Holz

- als direkte Nahrung dienen, was vor allem von der Holzart und dem Nährstoffgehalt des Holzes abhängt,
- Grundlage für die Pilzzucht sein, wobei sich die Insekten dann von diesen Pilzen ernähren und
- als Habitat (Lebensraum) dienen, wobei bestimmte oder länger gleichmäßige Holzfeuchte und Holztemperatur bei unterschiedlichen äußeren Bedingungen die Habitateignung charakterisieren (MÜLLER, 2005).

Folge dieser Habitatnutzung in Bezug auf die Holzverwendung durch Menschen sind dann die direkte Holzerstörung, die Infektion mit Holz zerstörenden Organismen und die Verbreitung potentieller Wald- und Holzschädlinge.

Ausführungen, die in diesem Artikel nicht mit Literaturquellen untersetzt sind, zählen zum forstlichen Standardwissen und können vertiefend z. B. bei SCHWENKE (1974), SCHWERDTFEGER (1981) sowie ALTENKIRCH ET AL. (2002) nachgelesen werden.

2 Frischholzinsekten

Als Definition und Abgrenzung können Frischholzinsekten wie folgt gekennzeichnet werden:

Frischholzinsekten besiedeln lebende Bäume, frisches Rohholz oder gelagertes Rohholz (im Wald oder an anderen Orten unter vergleichbaren Bedingungen). Die Holzzerstörung und/oder die Insektenentwicklung reichen bis in den Holzverarbeitungsprozess oder sogar bis in das Endprodukt hinein.

Ein Wiederbefall des gleichen Holzes ist i. d. R. ausgeschlossen, weil sich im Verlaufe einer Insektengeneration die Habitatqualität des Holzes deutlich verändert und dann den Ansprüchen für die Habitatwahl durch die Imagines (Vollinsekten) nicht mehr entspricht.

Prinzipiell ist zu beachten, dass alle für den Holzschutz relevanten Insekten vom evolutionären Ursprung her Waldinsekten sind.

3 Wichtige Arten – Lebensweise, Bedeutung, Vorbeugung und Abwehr im Wald

3.1 Bächerbock, *Monochamus galloprovincialis* (Olivier 1795)

Der Bächerbock (Abb. 1) kommt natürlich in Mittel- und Südeuropa vor, wurde jedoch inzwischen weltweit verschleppt. Er besiedelt vorwiegend Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*), selten andere Nadelhölzer, z. B. wenn diese gemeinsam mit Gemeiner Kiefer gelagert werden. Die Eiablage und Individualentwicklung beginnt an stark vorgeschädigten Bäumen und berindetem Rohholz im Spiegel- und Übergangsrindenbereich (Abb. 2). Der Reifungsfraß der Imagines erfolgt an Zweigen und Nadeln von vitalen Bäumen.



Abb. 1: Imago von *Monochamus galloprovincialis*



Abb. 2: Befall und Genagselauswurf von *Monochamus gallo-provincialis*

Die wirtschaftliche Bedeutung des Bächerbocks im Wald, an Holzlagerplätzen und in Holzverarbeitungsstätten (soweit Holz noch berindet) liegt in der technisch starken Entwertung des gesamten Holzkörpers.

Eine zusätzliche Bedeutung kann der Bächerbock erlangen, weil er die Übertragung des Kiefernholz-nematoden (*Bursaphelenchus xylophilus*) ermöglichen kann, der inzwischen in Portugal und Spanien auch in Wälder eingeschleppt wurde. Bisher ist dieser Fadenwurm, der die so genannte Kiefernwelke verursacht, in Deutschland noch nicht im Wald aber in Holzprodukten nachgewiesen worden. Der Kiefernholz-nematode ist einer der bedeutsamsten Quarantäneschädlinge weltweit.

Die Prävention gegen diese Gefahr besteht darin, den Lebensraum des Vektors, d. h. des Bächerbocks zu begrenzen. Das ist möglich durch Entrindung, kurze Lagerfristen von Rohholz im Wald, intensive Holzverarbeitung (= Zerstören der Larven und Puppen) und Einschränkung der Holztransportentfernung. Zu beachten ist, dass es keine regulären Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln zur Abwehr dieses Schadfaktors gibt. Beim Holzeinschlag sollte die Holzausformung durch Harvester bis in den Kronenraum erfolgen, weil die Andruckrollen den anfänglich notwendigen Entwicklungsraum für die Larven des Bächerbocks im Rinden- und Splintbereich zerstören.

Der Quarantäneschädling *Bursaphelenchus xylophilus* ist deshalb so brisant, weil wirksame Gegenmaßnahmen darin bestehen, befallene Bäume vollständig zu fällen und zu vernichten oder das befallene Holz einer Hitzebehandlung zu unterziehen bis die Käferlarven und Nematoden abgestorben sind, d. h. 30 min bei 60 °C.

3.2 Asiatischer Laubholzbockkäfer, *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky 1853)

Die natürliche Heimat des Asiatischen Laubholzbockkäfers (Abb. 3) ist in Asien, vor allem in China und Korea (LINGAFELTER AND HOEBEKE, 2002). Er ist inzwischen nach Nordamerika und Europa eingeschleppt worden. Es werden nach bisherigem Erkenntnisstand in Deutschland mit Ausnahme von Rot-Buche (*Fagus sylvatica*), einheimischen Eichen (*Quercus spec.*) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*) sämtliche Laubbaumarten befallen. Bevorzugt werden Laubbäume wie Ahorne (*Acer spec.*), Weiden (*Salix spec.*), Pappeln (*Populus spec.*) auch Rosskastanie (*Aesculus hippocastanus*) und sämtliche Arten der Gattung Sorbus sowie alle Wildobstarten.

Die wirtschaftliche Bedeutung auch als Quarantäneschädling resultiert aus dem hohen direkten Schadpotential an vitalen Laubbäumen und nachfolgend im Rohholz dieser Bäume (Abb. 4). Die zu erwartende Reaktion der Waldbesitzer/innen (vergleiche Ulmensterben und Eschentriebsterben) besteht in der Vermeidung der Bewirtschaftung gefährdeter Baumarten, was eine Existenzgefährdung für die Edellaubbaumwirtschaft bedeuten könnte.



Abb. 3: Imago von *Anoplophora glabripennis*



Abb. 4: Holzerstörung durch *Anoplophora glabripennis*

Die Prävention und Bekämpfung besteht gleichermaßen darin, an Befallsorten sämtliche gefährdete Laubbäume zu entnehmen und zu vernichten. Dazu gibt es entsprechende Vorschriften zur Abwehr dieses Quarantäneschädlings, der zu den gefährlichsten potenziellen Schadinsekten weltweit gehört.

Nach Ansicht des Autors wäre es aber besser, die Bäume des Erstbefalls zu belassen und als eine Art „lebende Fangbäume“ zu nutzen, was jedoch bedeutet, diese konsequent mit ständig wirksamen Insektiziden zu behandeln sowie nur in der Umgebung besiedlungsfähige Bäume zu entnehmen.

3.3 Holzbrütende Borkenkäfer

In diesem Kapitel wäre eine Vielzahl von Arten zu nennen, die einheimisch sind oder eingeschleppt wurden. Die bedeutsamsten Arten mit ihren natürlichen Herkunftsorten sind:

- Nadelnutzholzborkenkäfer, *Xyloterus lineatus* (Europa, Russland, Nordmongolei, Nordamerika),
- Laubnutzholzborkenkäfer, *Xyloterus domesticus*, (Europa), Abb. 5 und 6,
- Eichennutzholzborkenkäfer, *Trypodendron signatum* (Europa, Sibirien, Japan),
- Amerikanischer Nutzholzborkenkäfer, *Gnathotrichus materiarius* (östlicher Teil Nordamerikas, von Ontario bis Florida),
- Ungleicher Holzbohrer, *Anisandrus dispar* (Europa, Sibirien, Asien, Nordafrika) und
- Schwarzer Nutzholzborkenkäfer, *Xylosandrus germanus* (Ostasien).



Abb. 5 links und 6 rechts: Innere und äußere Befallsmerkmale von *Xyloterus domesticus*

Diese Arten entwerten Rohhölzer durch die Brutanlagen, die insbesondere den oft wertvolleren und astfreien äußeren Stammbereich betreffen. Zudem können die Brutsysteme Eintrittspforten für sehr schnell Holz zerstörende Pilze bieten.

Wegen der essenziellen Symbiose mit Ambrosia-Pilzen ist die Holzfeuchte ein entscheidender Faktor für die Insektenentwicklung. Ziel der Vorbeugung ist es deshalb, das „Pilzzuchthabitat“ zu verhindern bzw. den entsprechenden Zeitraum so kurz wie möglich zu halten. Um das zu erreichen, sind folgende Maßnahmen geeignet:

- Entrinden des Holzes einschließlich schneller Austrocknung,
- sehr starke Trocknung – Lagerung in voller Sonneneinstrahlung,
- nasse Lagerung – Beregnung oder Wasserlagerung,
- rechtzeitige Abfuhr des Holzes aus dem Wald vor der Flugzeit der Vollinsekten und
- Anwenden zugelassener Pflanzenschutzmittel, d. h. Abwehr der anfliegenden Imagines (Stammunterseiten besonders beachten – Applikation auch in die Holzpolter hinein).

3.4 Holzwespen (Siricidae)

Die bedeutsamsten Arten mit ihren natürlichen Herkunftsorten sind:

- Blaue Kiefernholzwespe, *Sirex juvencus* (Europa, Amerika, Australien),
- Riesenholzwespe, *Sirex (Urocerus) gigas* (Europa) und
- Schwarze Fichtenholzwespe, *Xeris spectrum* (Europa, Asien, Nordamerika).

Befallen werden Rohhölzer, aber auch je nach Holzwespenart lebende, vorgeschädigte Bäume sowie Stubben (Abb. 7).



Abb. 7: *Sirex juvenus*
bei der Eiablage

Die wirtschaftliche Bedeutung besteht in der technischen Entwertung des gesamten Holzkörpers. Beim Ausbohren zerstören die Imagines die Holzoberfläche, einschließlich Beschichtungen auch aus Farbe, Putz oder weichem Metall. Der Befall ist sehr schwer zu überwachen, weil es äußere Symptome nicht gibt und auch die Sensoren bei der Holzverarbeitung kaum ansprechen, da die Larvengänge fest mit Bohrmehl verstopft werden und damit dem unversehrten Holz gleichen. Zudem kann die Larvenentwicklung auch im verbauten Holz mehrere Jahre andauern.

Gegenmaßnahmen sind kurze Holzlagerfristen, Nasslagerung, umgehende Verarbeitung wertvoller Rohhölzer und die Anwendung von Holzschutzmitteln.

4 Ausblick

Frischholzinsekten sind und bleiben eine Herausforderung für den Waldschutz, um schadensfreies Holz bereitstellen zu können. Rohholz ist ein Habitat für Frischholzinsekten, weil damit ein naturidentisches Waldhabitat „massenhaft“ bereitgestellt wird. Für die Holz verarbeitende Industrie ist der Wald leider der bedeutendste Lagerplatz für Rohholz. Zukünftige Entwicklungen sind Anlass, dieses Prinzip zu überdenken, zumal die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln möglichst vermieden werden soll. Natürliche Antagonisten können die Schäden durch Frischholzinsekten nicht verhindern. Einige Interaktionen von Frischholzinsekten mit anderen Organismen, die Einschleppung nicht einheimischer Frischholzinsekten und das Eröffnen von Infektionswegen bergen zunehmende Gefahren für lebende Bäume und Rohhölzer.

5 Literatur

ALTENKIRCH, W., MAJUNKE, C. UND OHNESORGE, (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Ulmer, ISBN 3-8001-3684-8.

LINGAFELTER, S. W. AND HOEBEKE, E. R (2002): Revision of Anoplophora (Coleoptera: Cerambycidae), Entomological Society of Washington, ISBN 0-9720714-1-5.

MÜLLER, J. (2005): Holzschutz im Hochbau. Grundlagen – Holzschädlinge – Vorbeugung – Bekämpfung. Frauenhofer IRB Verlag, ISBN-13: 9783816766476.

SCHWENKE, W. (1974): Die Forstschädlinge Europas. Verlag Paul Parey, ISBN 3-490-11016-1.

SCHWERDTFEGGER, F. (1981): Waldkrankheiten. Verlag Paul Parey, ISBN 3-490-09116-7.



Müller, Michael Gunter

Prof. Dr. rer. silv.

- 1983–1988: Studium an der Sektion Forstwirtschaft der TU Dresden in Tharandt
- 1988–1992: Wissenschaftlicher Assistent an der Professur für Forstschutz der TU Dresden
- 1992–1997: Dezernent im Landesforstamt des Landes Brandenburg
- 1993: Promotion zum doctor rerum silvaticarum (Dr. rer. silv.)
- 1997–1999: Referatsleiter für Waldbau, Waldökologie, Waldschutz, Naturschutz und Forstplanung im Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg
- 1999: Berufung auf die Professur für Forstschutz, der Fachrichtung Forstwissenschaften in der Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften an der TU Dresden
- seit 2002: Vorsitzender des Prüfungsausschusses für die Studiengänge Forstwissenschaften an der TU Dresden
- seit 2004: Direktor des Institutes für Waldbau und Forstschutz an der TU Dresden
- 2009–2012: Sprecher (Leiter) der Fachrichtung Forstwissenschaften an der TU Dresden
- 2013: Umbenennung der Professur für Forstschutz in Professur für Waldschutz und des Instituts für Waldbau und Forstschutz in Institut für Waldbau und Waldschutz, Umberufung auf die Professur für Waldschutz der Fachrichtung Forstwissenschaften in der Fakultät Umweltwissenschaften (früher Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften) an der TU Dresden

EIPOSCERT–Zertifizierungsprogramm „Schäden an Gebäuden“ auch für Holzschützer interessant?

Cordula Bölitx

EIPOSCERT bietet drei akkreditierte Zertifizierungsprogramme an:

- **Brandschutz**, Akkreditierung 2018;
- **Schäden an Gebäuden**, Akkreditierung 2017;
- **Immobilienbewertung**, Akkreditierung 2014.



Warum ist die Akkreditierung wichtig?

Nur durch externe Überwachung ist sichergestellt, dass die Anforderungen der Norm DIN EN ISO/IEC 17024 eingehalten werden. In Deutschland ist die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAKkS) die einzige vom Bund beliehene Stelle, die Zertifizierungsprogramme akkreditiert. Mit der Akkreditierung bestätigt die DAKkS, dass EIPOSCERT die gestellten Anforderungen erfüllt.



Diese sind im Wesentlichen

- eine transparente Regelung des Zertifizierungsprozesses,
- unabhängige und unparteiische Prüfungsverfahren,
- auf Sachgebietsebene die Einbindung interessierter Kreise bei der Entwicklung von Zertifizierungsprogrammen und die Berufung geeigneter unabhängiger Prüfer sowie
- die Einhaltung der festgelegten fachlichen Anforderungen.

Die fachlichen Anforderungen legt EIPOSCERT fest. Die Zertifizierungsprogramme orientieren sich an dem von der Fachwelt anerkannten hohen Standard des Wissens und Könnens im jeweiligen Sachgebiet.

Wer braucht eine Zertifizierung?

Zunächst ist wichtig zu wissen, dass der Erhalt eines Zertifikats, beispielsweise zum Abschluss einer Weiterbildung, nicht gleichzusetzen ist mit einer Zertifizierung im Sinne der DIN EN ISO/IEC 17024. Hierfür ist ein unabhängiges Prüfungsverfahren zu absolvieren. Gegenüber einmaligen Prüfungen kommen bei der Zertifizierung eine Überwachungsphase und die sich anschließende Rezertifizierung als wesentliches Qualitätsmerkmal hinzu.

Durch die Zertifizierung dokumentieren Sachverständige Kompetenz und Verantwortung auf hohem Niveau. Sie erreichen eine deutlich verbesserte Positionierung am Markt und erhöhen ihre Chancen, neue Aufträge (auch als Gerichtssachverständige) zu akquirieren.

Kunden von Sachverständigen bietet die Personenzertifizierung nach DIN EN ISO/IEC 17024 ein transparentes Entscheidungskriterium, das den europäischen Grundsätzen des Verbraucherschutzes folgt. Denn für Auftraggeber kann es durchaus schwierig sein, Berufsbezeichnungen wie Fachplaner, Sachverständiger, Prüfsachverständiger, staatlich anerkannter Sachverständiger einzuordnen.

Was muss ein Sachverständiger für eine Zertifizierung tun?

Der Sachverständige muss ein separates Prüfungsverfahren absolvieren. Ein Beispiel: Beim Zertifizierungsprogramm „Schäden an Gebäuden“ besteht dieses aus drei Prüfungsteilen; diese sind

- eine fünfstündige schriftliche Prüfung, in der zwei Kurzgutachten zu vorgegebenen Bauschadenssachverhalten erstellt und Einzelfragen gemäß dem Prüfstoffverzeichnis beantwortet werden müssen;
- eine mündliche Prüfung (35 Minuten);
- die Prüfung von drei in der Berufspraxis des Sachverständigen erstellten Gutachten mit unterschiedlichen Schadensfällen.

Nur wenn alle Teilprüfungen bestanden wurden und die persönlichen Voraussetzungen erfüllt sind, wird die Zertifizierung ausgesprochen. Diese gilt für fünf Jahre, wobei sich der zertifizierte Sachverständige in diesem Zeitraum zu kontinuierlicher Weiterbildung und zur Begutachtung von ihm verfasster Referenzgutachten verpflichtet. Von EIPOSCERT wird dies regelmäßig überprüft. Zum Ende der Überwachungsphase ist für die Rezertifizierung eine erneute Prüfung abzulegen.



Spezifik Holzschutz

Sachverständige für Holzschutz sind Experten für den Baustoff Holz; dennoch begutachten sie oft auch Baumängel und Bauschäden an anderen Baustoffen. Die Zertifizierung als Sachverständiger für Schäden an Gebäuden kann also durchaus für Holzschützer in Betracht kommen.

Ist für eine Zertifizierung ein EIPOS-Abschluss notwendig?

Ein Zertifizierungsverfahren bei EIPOSCERT ist unabhängig von einer Weiterbildung bei EIPOS; entscheidend ist, dass die im Zertifizierungsprogramm definierten Zulassungsvoraussetzungen erfüllt sind.

Zulassungsvoraussetzungen für das Zertifizierungsverfahren im Programm Schäden an Gebäuden sind ein abgeschlossenes ingenieurwissenschaftliches Hochschulstudium, eine mindestens zweijährige praktische Tätigkeit als Sachverständiger und der Nachweis von mindestens 40 Unterrichtsstunden Zusatzqualifizierung im Zertifizierungsbereich.

Vorteil für Absolventen der EIPOS-Fachfortbildung „Sachverständiger für Schäden an Gebäuden – Stufe II“

Die etablierte Sachverständigenausbildung bereitet durch die strukturierte und praxisorientierte Vermittlung der Lehrinhalte auf die öffentliche Bestellung, aber auch auf die Personenzertifizierung nach DIN EN ISO/IEC 17024 vor. Die Abnahme der schriftlichen Abschlussprüfung erfolgt seit 2017 durch EIPOSCERT. Die Kursteilnehmer erhalten nach erfolgreichem Bestehen den anerkannten Abschluss als „Geprüfter Sachverständiger für Schäden an Gebäuden (EIPOS)“. Zusätzlich wird die Abschlussprüfung in einem separaten Zertifizierungsverfahren bei EIPOSCERT anerkannt und verkürzt somit die Zertifizierungsprüfung.

Geänderte Verantwortlichkeiten

Seit Mitte 2018 ist die EIPOSCERT GmbH hundertprozentige Tochter der EIPOS GmbH. Die Geschäftsführung hat Kathleen Pechstein übernommen. Ansprechpartnerinnen rund um die Zertifizierung sind Anja Hanebuth und Cordula Bölitiz.



Kathleen Pechstein
Geschäftsführerin



Anja Hanebuth
Leiterin Zertifizierungsstelle



Cordula Bölitiz
Referentin
Zertifizierungsverfahren

Weiterführende Informationen: www.eiposcert.de

Zertifizierung nach
DIN EN ISO/IEC 17024

EIPOS
CERT

KOMPETENZ PERSONEN ZERTIFIZIERUNG



IMMOBILIENBEWERTUNG



akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17024



SCHÄDEN AN GEBÄUDEN



akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17024



BRANDSCHUTZ



akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17024

WWW.EIPOSCERT.DE

Autorenverzeichnis

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

Sachverständiger für Holzschutz im Bauplanungs- und Gutachterbüro, Castrop-Rauxel

Dreger, Ingo *Dipl.-Ing. (FH)*

Ingenieurbüro Dreger, ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzschutz, Kleinmachnow

Eßmann, Frank *Dipl.-Ing.*

Staatlich anerkannter SV für Wärme- und Schallschutz, zugelassener Energieberater der BAFA, Mölln

Kaden, Tom *Dipl.-Des., Univ.-Prof.*

Univ. Prof. für Architektur und Holzbau, IAT – Institut für Architekturtechnologie Technische Universität Graz

Kehl, Daniel *Dipl.-Ing. (FH)*

Selbständig, Büro für Holzbau und Bauphysik, Leipzig

Müller, Michael Gunter *Prof. Dr. rer. silv.*

Direktor des Institutes für Waldbau und Forstschutz an der TU Dresden

Polleres, Sylvia *Dipl.-Ing.*

Leiterin des Bereichs Holzhausbau an der Holzforschung Austria, Wien

Publikationen (Auszug)

2018

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Immobilienbewertung und Sachverstand am Bau 2018
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
191 S., zahlr. Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-7388-0138-5 (Print)
ISBN 978-3-7388-0139-2 (E-Book)

2017

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2017
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
2017, 136 S., zahlr. farb. Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-8167-9980-1

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2017
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
220 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9814551-6-8

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Immobilienbewertung und Sachverstand am Bau 2017
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung 226 S., zahlr. farb. Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN (Print) 978-3-8167-9898-9
ISBN (E-Book) 978-3-8167-9924-5

2016

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2016
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
124 S., zahlr. farb. Abb., Kartonierte
Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-8167-9698-5

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2016
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
146 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9814551-5-1

EIPOS (Hrsg.)
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Immobilienbewertung und Sachverstand am Bau 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., Kartoniert

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., völl. 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., Kartoniert

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., Kartoniert

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. (Hrsg.)

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 978-3-7388-0146-0



Fraunhofer IRB  **Verlag**