



TAGUNGSBAND

des
EIPOS-Sachverständigentages

Holzschutz

2015

Beiträge aus Praxis, Forschung
und Weiterbildung

EIPOS

Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages
Holzschutz

2015

EIPOS

Tagungsband

des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz

2015

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

Autoren:

Dr. rer. nat. Simon Aicher
RA Volker Hafkesbrink
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl
Dipl.-Ing. Claudia Koch
Dr. Dirk Lukowsky

Dipl.-Designer Tom Kaden
Dipl.-Ing. Architekt Holger Schmidt-Schuchardt
Dipl.-Ing. (FH) Björn Weiß
Dipl.-Ing. (FH) Günter Wilmanns

Herausgeber:

EIPOS GmbH

Dr. Uwe Reese
Geschäftsführer EIPOS GmbH

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

ISBN (Print): 978-3-8167-9532-2
ISBN (E-Book): 978-3-8167-9533-9

Einband und DTP-Satz: EIPOS GmbH
Druck: 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: Freiberger Straße 37, D-01067 Dresden
Telefon: (03 51) 4047042-10
Telefax: (03 51) 4047042-20
E-Mail: eipos@eipos.de
Internet: www.eipos.de
Geschäftsführer: Dr. Uwe Reese
Dezember 2015

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, 2015

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

<i>Uwe Reese, Grit Zimmermann</i>	3
---	---

Beiträge vom 19. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz am 1. Dezember 2015

Kleben tragender Holzbauteile im Bestand und in der Denkmalpflege

<i>Simon Aicher</i>	7
---------------------------	---

Planungsfehler im Holzbau – Folgen für Unternehmer

<i>Volker Hafkesbrink</i>	25
---------------------------------	----

Tauwasserschutz im Holzbau – Neue Regeln und alte Erkenntnisse

<i>Daniel Kehl</i>	37
--------------------------	----

Sicher ist sicher – Terrassen aus Holz

<i>Claudia Koch</i>	45
---------------------------	----

Wie kommt der Holzbockkäfer ins Holz?

<i>Dirk Lukowsky</i>	55
----------------------------	----

Weitere Beiträge

Mehrgeschossiger Holzbau in der Stadt

<i>Tom Kaden</i>	63
------------------------	----

Bewitterte BSH-Konstruktion – Konstruktiver Holzschutz im Wandel

<i>Holger Schmidt-Schuchardt</i>	71
--	----

Holzanatomische Untersuchungen für die Praxis

<i>Björn Weiß</i>	83
-------------------------	----

Schäden an Spielplatzgeräten aus Holz

<i>Günter Wilmanns</i>	97
------------------------------	----

Autorenverzeichnis	109
---------------------------------	------------

Publikationsverzeichnis	111
--------------------------------------	------------

Vorwort

EIPOS feierte im September sein **25jähriges Jubiläum**. Zurückblickend sind wir sehr stolz auf unsere geleistete Arbeit – auf die Ausbildung zum Sachverständigen für Holzschutz ganz besonders! Über 300 Teilnehmer haben bisher diese Fachfortbildung erfolgreich absolviert und konnten sich wertvolles Wissen im Holzschutz erarbeiten. Damit stehen Sie als kompetenter Ansprechpartner mit besonderer Sachkunde für alle Aufgaben bereit.

Holz, als nachwachsender Naturrohstoff, bietet so vielfältige Möglichkeiten für eine Nutzung im Außen- und Innenbereich wie kaum ein anderer Baustoff. Gerade die moderne Betrachtung der Nachhaltigkeit prägt dabei seinen Einsatz maßgebend. Der Einsatz dieses Werkstoffes ist und bleibt ein zukunftsorientiertes Thema. Dies bedeutet aber auch Erhalt und Schutz des Holzes vor verschiedenen mechanischen, biologischen, chemischen und physikalischen Einflüssen.

Weiterbildung auf diesem Gebiet ist unerlässlich, Informationen über neue anwendungsreife Erkenntnisse sollten alle am Bau Beteiligte erreichen. Was könnte eine bessere Plattform zum Wissens- und Erfahrungsaustausch sein als ein Branchentreff? Mit den **Sachverständigentagen Holzschutz** bietet EIPOS eine Veranstaltung, die in hoher Qualität Maßstäbe setzt und auf deren Fortsetzung man jedes Jahr gespannt sein kann.

Die Vorträge informieren über aktuelle Entwicklungen, neue Herausforderungen und Lösungsansätze für den baulichen, vorbeugenden sowie bekämpfenden Schutz des Holzes. Damit bilden die Themen der Tagung eine Kombination aus wegweisenden Vorschlägen und praxiserprobten Hinweisen für alle am Holzschutz Beteiligten.

Ein Tag voller fachlicher Highlights geht mit folgenden ausgewählten Vorträgen in die 19. Runde:

- Kleben tragender Holzbauteile im Bestand und in der Denkmalpflege
- Sicher ist sicher – Terrassen aus Holz
- Wie kommt der Holzbockkäfer ins Holz?
- Planungsfehler im Holzbau – Folgen für Unternehmer
- Tauwasserschutz im Holzbau – Neue Regeln und alte Erkenntnisse

Erfolgreiche Weiterbildung gelingt nur durch den Einsatz aller Beteiligten. An dieser Stelle geht der herzliche Dank an all diejenigen, deren Leistung und Engagement den Erfolg ermöglicht haben: allen voran unseren Referenten und Dozenten. Wir danken unseren Teilnehmern und Absolventen sowie unseren Kooperationspartnern für eine langjährige und vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Der vorliegende Tagungsband dokumentiert die Fachbeiträge des Sachverständigentages und stellt mit weiteren vier Veröffentlichungen eine Vielfalt der Themen rund um den Baustoff Holz umfassend dar.

Seien Sie gespannt – auf folgenden Seiten erfahren Sie mehr!

Dresden, 1. Dezember 2015

*Dr. Uwe Reese
Geschäftsführer EIPOS GmbH*

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

Beiträge

19. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz

1. Dezember 2015

Kleben tragender Holzbauteile im Bestand und in der Denkmalpflege

Simon Aicher

Kurzfassung

Im vorliegenden Beitrag wird der Versuch unternommen, die in verschiedenen Quellen festgelegten Vorschriften und Ausführungsrandbedingungen sowie einige wesentliche Details zur Instandsetzung tragender Holzbauteile mittels Klebung zusammenzuführen. Hierbei wurde die hierarchische Verkettung der Vorgaben nach Musterbauordnung, Muster-, Hersteller- und Anwenderverordnung, nationalem Anwendungsdokument zum Eurocode 5 – Teil 1, der DIN 1052-10 und instandsetzungsmäßig spezifischen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen berücksichtigt.

Instandsetzungsmaßnahmen in Bestandsbauten aus Holz sowie in denkmalgeschützten Holzbauten resultieren sehr häufig aus offensichtlichen Holzschutz- Dauerhaftigkeitsproblemen, die vom Holzschutzsachverständigen zunächst eingehend zu analysieren und zu bewerten sind. Im nachfolgenden Schritt der Instandsetzung sind sodann in Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner statisch konstruktive Lösungen der Sanierung und Ertüchtigung umzusetzen, die im deutschen baurechtlichen Rahmen den gleichen Stellenwert wie die Erstellung neuer Bauteile, Bauarten und Bauwerke haben.

Die zentrale Stellung des Eignungsnachweises D der DIN 1052-10 zur Instandsetzung von Holzbauten mittels Klebung und wichtige diesbezügliche Details werden verdeutlicht. Der Aufsatz leistet einen Beitrag dazu, die baurechtlichen und technischen Anforderungen an geklebte Instandsetzungen von Holzbauten – einem gesamtheitlich sehr komplexen Thema, mit Fachleuten unterschiedlicher Zielrichtungen – komprimiert darzustellen.

1 Einleitung

Die Europäische Holzbaunorm DIN EN 1995-1-1:2012-10 [1], nachfolgend EC5-1-1 genannt, enthält nur wenige Angaben zur Ausführung und zu den Randbedingungen des Klebens von tragenden Holzbauteilen. Im Wesentlichen werden industriell gefertigte geklebte Holzprodukte/-bauteile, z. B. Brettschichtholz adressiert und sodann die Bemessung spezieller geklebter Bauteile, z. B. von I- und Kastenträgern sowie von Holztafelelementen. Im EC5-1-1, Abschnitt 10, wird zur Ausführung und Überwachung unter deren Voraussetzung die Bemessungsnorm anwendbar ist, zu geklebten Verbindungen lediglich folgendes ausgeführt: „Für den Fall, dass die Festigkeit der Klebfugen eine Voraussetzung für die Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist, sollte die Herstellung der geklebten Verbindung einer Qualitätskon-

trolle unterliegen, um sicherzustellen, dass die Zuverlässigkeit und die Qualität der Verbindung der technischen Spezifikation entspricht.“ Die weiteren Ausführungen zum Kleben sind äußerst allgemein formuliert und weitestgehend nicht dazu geeignet, die Erfüllung der Hauptforderung betreffend zuverlässiger und sicherer Verklebungen zu bewirken.

Im Gegensatz zum EC5-1-1 enthalten die Europäischen Produktnormen für Brettschichtholz und Balkenschichtholz DIN EN 14080:2013 [2], für keilgezinktes (Bau)Vollholz DIN EN 15497:2014 [3] und für Brettsperrholz DIN EN 16351 [4] sowie der Normentwurf für geklebte Rippenplatten FprEN 14732:2013 [5] dezidierte Ausführungen betreffend die Voraussetzungen und die nachhaltige Sicherstellung ausreichender Klebfugenleistungsfähigkeiten, die im Rahmen von Erstprüfungen und laufenden Überwachungen sicherzustellen sind.

Vorgaben respektive Details zu Holzklebungen im Bestand, bei Schadensfällen oder gar im Falle von überlagerten Denkmalschutzvorgaben werden im EC5-1-1 weder thematisiert noch konkretisiert und können aus den vorstehend genannten Angaben zum Kleben im Allgemeinen und zu geklebten harmonisierten Holzbauprodukten, wenn überhaupt, nur in sehr allgemeiner Form abgeleitet werden.

Deutlich weiterführende Vorgaben zum Kleben im Bestand und diesbezügliche bauaufsichtliche Regelungen existieren sodann jedoch in den deutschen nationalen Bau- rechtsvorschriften und in den einschlägigen Normenwerken. Darüber hinaus werden in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) spezielle Sachverhalte mit hoher Relevanz für Holzbauten im Bestand, nämlich die Ertüchtigung und Sanierung geschädigter, gerissener Holztragwerke und die Verstärkung mit eingeklebten Stahlstäben umfassend behandelt.

In dem vorliegenden Beitrag werden die baurechtlichen, normativen und zulassungsmäßigen Randbedingungen sowie wichtige Ausführungsdetails zum Kleben tragender Holzbauteile im Bestand und in der Denkmalpflege zusammengestellt und diskutiert. Hierbei werden auch Regelungslücken aufgezeigt, deren sich der Tragwerksplaner und das ausführende Unternehmen insbesondere auch im Hinblick auf Gewährleistungsansprüche bewusst sein sollte.

2 Regelungen deutscher Verordnungen und Normen zu tragenden Holzverklebungen im Bestand

2.1 Allgemeines, MHVO und MBO

Der Begriff „Kleben tragender Holzbauteile im Bestand“ repräsentiert keinen wörtlichen Oberbegriff in relevanten Verordnungen und Normen, wird jedoch in Verbindung mit dem synonymen Begriff „Instandsetzung“ eindeutig in DIN EN 1995-1-1/NA [9] und DIN 1052-10 [6], siehe nachfolgend, thematisiert.

Die sicherlich zentralste und übergreifendste Regelung zum Kleben tragender Holzbauteile ist in der Muster- und Anwenderverordnung (MHAVO) [7] festgeschrieben. In der genannten Verordnung wird u. a. mit Bezug auf § 17 Abs. 5 der Musterbauordnung (MBO) [8] festgelegt, dass „(4) die Ausführung von Leimarbeiten zur Herstel-

lung tragender Holzbauteile und von Brettschichtholz der Hersteller und der Anwender über Fachkräfte mit besonderer Sachkunde und Erfahrung sowie über besondere Vorrichtungen verfügen muss. Die erforderliche Ausbildung und Erfahrung der Fachkräfte sowie der erforderlichen Vorrichtungen bestimmen sich nach § 3 MBO zu ...“

Der in der MHAVO [7] in Bezug genommene Abs. 5 des §17 der MBO wird nachstehend wörtlich wiedergegeben:

„(5) Bei Bauprodukten nach Absatz 1 Nr. 1, deren Herstellung in außergewöhnlichem Maß von der Sachkunde und Erfahrung der damit betrauten Personen oder von einer Ausstattung mit besonderen Vorrichtungen abhängt, kann in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, in der Zustimmung im Einzelfall oder durch Rechtsverordnung der obersten Bauaufsichtsbehörde vorgeschrieben werden, dass der Hersteller über solche Fachkräfte und Vorrichtungen verfügt und den Nachweis hierüber gegenüber einer Prüfstelle nach § 25 zu erbringen hat. In der Rechtsverordnung können Mindestanforderungen an die Ausbildung, die durch Prüfung nachzuweisende Befähigung und die Ausbildungsstätten einschließlich der Anerkennungsvoraussetzungen gestellt werden.“

Vorstehendes wird sodann inhaltlich in geringem Umfang im deutschen nationalen Anwendungsdokument DIN EN 1995-1-1/NA [9] und sodann ausführlich in DIN 1052-10 [6] geregelt.

2.2 Nationales Anwendungsdokument DIN EN 1995-1-1/NA

Die Ausführungen in DIN EN 1995-1-1/NA [9] umfassen im Rahmen der DIN EN 1995-1-1 nicht widersprechenden Regelungen, NCI (noncontradictory complementary information) genannt, in Abschn. NCI NA.11 „Geklebte Verbindungen“ unter Allgemeines (NCI NA.11.1) einen wichtigen Bezug zu geklebten Instandsetzungsmaßnahmen:

„(NA.2) Für die Ausführung von Klebarbeiten zur Herstellung tragender Holzbauteile und geklebter Verbindungen muss der Hersteller bzw. der Ausführende im Besitz des jeweils erforderlichen Nachweises der Eignung sein (siehe DIN 1052-10). Ein Nachweis der Eignung muss auch für die Ausführung von Klebarbeiten zur Instandsetzung tragender Holzbauteile vorliegen. Bei Instandsetzungsmaßnahmen ist vorab eine ingenieurmäßige Bauteil-/Bauwerksanalyse hinsichtlich der Schadensursache erforderlich, auf deren Basis ein sachgerechtes Instandsetzungskonzept zu erstellen ist. Bei der Planung und Ausführung der Klebarbeiten sind die Vorgaben des Eignungsnachweises des Klebstoffs zu beachten.“

Im Weiteren sind in [9] sodann umfangreiche Angaben zur Bemessung und konstruktiven Ausführung von eingeklebten Stahlstäben, Schäftsverbindungen und seitlich aufgeklebten platten- oder brettförmigen Verstärkung enthalten. Die diesbezüglichen Vorgaben sind im Rahmen der Instandsetzungsmaßnahmen vollumfänglich anzuwenden.

2.3 DIN 1052-10

2.3.1 Allgemeines, Klebbefähigungsnachweis

Die deutsche Norm DIN 1052-10 [6] zur Herstellung und Ausführung von Holzbauwerken – ergänzende Bestimmungen – regelt neben anderen wichtigen Details (u. a. zu Stahlstangen, Klammern und Nägeln) insbesondere zentrale Aspekte betreffend den sogenannten „Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen“ häufig verkürzt als „Leimnachweis“ oder „Klebbefähigungsnachweis“ bezeichnet. Des Weiteren werden sodann die im Hinblick auf Verklebungen im Bestand sehr wichtigen Detail-Aspekte betreffend

- genereller Produkt- und Verklebungsanforderungen,
- Schraubenpressklebung,
- aufgeklebte Verstärkungen,
- Verbindungen und Verstärkungen mit eingeklebten Stahlstäben sowie
- Schäfteungen

umfassend adressiert.

In DIN 1052-10, Abschn. 5, sind die zentralen Punkte, die in Bezug auf erstmalige Qualifikationen und Weiterführung des Klebbefähigungsnachweises baurechtlich vorgegeben sind, zusammengefasst. Nachstehend werden diesbezüglich auszugsweise nur die für Klebungen im Bestand wichtigsten Punkte aufgeführt. Von grundlegender Bedeutung ist Absatz (1), der die technisch sicherheitsrechtlich gleichwertige Stellung von neu hergestellten tragenden geklebten Bauteilen / Bauwerken und von instandgesetzten Bauteilen festschreibt:

„(1) Die Ausführung von Klebarbeiten zur Herstellung oder Instandsetzung tragender Holzbauteile erfordert eine besondere Sachkunde der damit betrauten Personen und eine besondere Ausstattung der Betriebe mit geeigneten Einrichtungen.“

Im Absatz (2) wird sodann vorgegeben: *„Betriebe, die Klebarbeiten zur Herstellung oder Instandsetzung tragender Holzbauteile ausführen wollen, müssen deshalb gegenüber einer dafür anerkannten Prüfstelle den Nachweis erbringen, dass sie über die erforderlichen Fachkräfte, geeignete betriebliche Einrichtungen sowie über eine ausreichende werkseigene Produktionskontrolle verfügen.“*

In den Absätzen (3) und (4) sind sodann Einzelheiten der Betriebsprüfung und der Qualifikation des Personals geregelt, die u. a. durch Nachweis einer erfolgreichen Teilnahme an einem mehrtägigen Lehrgang einer anerkannten Prüfstelle über das Verkleben tragender Holzbauteile nachzuweisen ist. Speziell betreffend Instandsetzungen gibt der Abs. (4) weiterhin vor: *„Für die Instandsetzung tragender Bauteile durch Verklebung nach Tabelle 2 ist zusätzlich die erfolgreiche Teilnahme an einem Lehrgang über Instandsetzung bei einer anerkannten Prüfstelle nachzuweisen.“*

Die Absätze (5) - (7) behandeln Aspekte von Probenprüfungen zum Nachweis der Qualifizierung, die zeitlichen Gültigkeiten der ausgestellten Nachweise sowie Vorgaben zu Verlängerungen der jeweiligen Bescheinigungen A - D, die unterschiedliche Produkte und Bauarten betreffen. Die Bescheinigung D gilt für geklebte Instandsetzungen.

2.3.2 Bescheinigung D

Von grundlegender Bedeutung für Klebungen im Bestand, die im Allgemeinen Instandsetzungen und Ertüchtigungen darstellen, ist nach [6] sodann der Abs. (8), der wie folgt lautet:

„(8) Bei Betrieben, die erstmalig im Rahmen der Bescheinigung D Instandsetzungen an tragenden Bauteilen nach Tabelle 2 durchführen, sind die ersten vier repräsentativen standsicherheitsrelevanten Instandsetzungsmaßnahmen der anerkannten Prüfstelle anzuzeigen. Diese Instandsetzungsmaßnahmen sind auf der Basis einer Begutachtung durch einen erfahrenen Sachverständigen für den Holzbau durchzuführen und von der anerkannten Prüfstelle zu begleiten.“

Die Tabelle 2 der DIN 1052-10, nachstehend auszugsweise in Tab. 1 des vorliegenden Beitrages wiedergegeben, beinhaltet sodann die baurechtlich geregelten Inhalte der Bescheinigungen für den Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen und hierbei im Speziellen der Bescheinigung D zur Instandsetzung tragender Holzbauteile mittels Klebung.

	1	2
1	Bescheinigung	Nachgewiesene Qualifikationen
2	–	–
3	–	–
4	C1	Bauproducte und Bauarten mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung ^{a)}
5	–	–
6	–	–
7	D ^{b)}	Instandsetzung tragender Holzbauteile mittels <ul style="list-style-type: none">– Rissverfüllung– Eingeklebter Stahlstäbe– Aufgeklebter Verstärkungen– Schäftsverbindungen

a) die zulässige Bauteilgröße kann in den Bescheinigungen beschränkt werden

b) für den Erwerb der Bescheinigung D ist der Nachweis aller Qualifikationen aus Spalte 2 erforderlich

Tab. 1: Auszug der in DIN 1052-10, Tabelle 2 [6], geregelten Bescheinigungen für den Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen

Details zu den geklebten Instandsetzungsmaßnahmen

- eingeklebte Stahlstäbe,
- aufgeklebte Verstärkungen und
- Schäftsverbindungen

werden sodann in weiteren Abschnitten in DIN 1052-10, Abschn. 6, geregelt. Abweichend hiervon wird jedoch der in den meisten Fällen wesentlichste Punkt von

Instandsetzungsmaßnahmen, nämlich die Rissverfüllung nicht weiter erwähnt. (Anmerkung: Dieser Sachverhalt ist im Rahmen einer Normergänzung dringlichst zu ändern). Die normativen baurechtlichen Vorgaben zu Instandsetzungen mittels Rissverfüllung gemäß [9] folgen implizit ausschließlich aus Abschnitt 6.1 (Allgemeines):

„(1) Der Klebstoff darf als geeignet angesehen werden, wenn es sich bei dem Klebstoff um ein für den jeweiligen Anwendungsbereich (Anmerkung: hier Rissverfüllung) geeignetes, geregeltes Bauprodukt nach DIN EN 301 [10] und DIN 68141 [11] handelt. Ist dies nicht der Fall, ist der Nachweis der Eignung des Klebstoffes für den vorgesehenen Anwendungsbereich über einen bauaufsichtlichen Verwendungs nachweis zu führen.“.

Hierzu ist verkürzt auszuführen, dass es weder im Rahmen der deutschen noch der europäischen Normung bislang einschlägige Normen für Instandsetzungs- bzw. Sanierungsklebstoffe für gerissene Holzbauteile¹ gibt. Dies bedeutet, dass für Klebstoffe, die für Rissverfüllungen verwendet werden sollen, ein nationaler bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis erforderlich ist. Diesbezüglich gibt es in Deutschland zwei Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen [12], [13], auf deren Regelungen nachstehend in Abschnitt (4) eingegangen wird.

Zum Zeitpunkt der Beitragsabfassung waren deutschlandweit 23 Betriebe im Besitz eines gültigen Klebbefähigungs nachweises D und somit berechtigt, alle in Zeile 7 der Tabelle 1 genannten verklebungsbasierten Instandsetzungsmaßnahmen durchzuführen.²

3 Eingeklebte Stahlstäbe nach DIN 1052-10 und DIN EN 1995-1-1/NA

DIN 1052-10, Abschnitt 6.4 [6] regelt Verbindungen und Verstärkungen mit eingeklebten Stahlstäben. Es gilt grundsätzlich, übereinstimmend mit Abschnitt 6.1 (1) der Norm, dass für Verbindungen und Verstärkungen mit eingeklebten Stahlstäben ein Klebstoff mit bauaufsichtlichem Verwendungs nachweis zu verwenden ist. Des Weiteren sind einige allgemeine Punkte zur Verklebungsdurchführung, die unabhängig vom jeweiligen Klebstoffsystem sind, sowie die Holzfeuchten und Aspekte der Sicherstellung des Zusammenwirkens mehrerer Stangen thematisiert. Wesentliche Details zu Ausführungen und zur Bemessung von eingeklebten Stahlstangen sind unabhängig von deren Verwendung in neuen Bauteilen / Bauarten oder bei Klebungen im Bestand in den jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt.

Zum heutigen Zeitpunkt gibt es in Deutschland drei allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für in Holz eingeklebte Stahlstäbe für tragende Zwecke [15-17]. In einer weiteren abZ [18] werden unabhängig vom jeweiligen allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Klebstoffprodukt ergänzende Bemessungs- und Ausführungsregeln für auf Druck beanspruchte Stangen und betreffend der Mindestabstände geregelt.

1 Anmerkung: Die DIN EN 15274 [12], die in Deutschland baurechtlich nicht anwendbar ist, ist technisch nicht geeignet, Klebstoffe im Hinblick auf instand zusetzende Holzbauteile zu bewerten.

2 Eine Liste der Unternehmen, die im Besitz einer Bescheinigung D sind, kann unter http://www.mpa.uni-stuttgart.de/organisation/fb_1/abt_12/listen_und_verzeichnisse/pdf_files/verzeichnis_leimbau_01_10_2015.pdf eingesehen werden.

Die heute verfügbaren Klebstoffe zur Verwendung für ein baurechtlich geregeltes Einkleben von Stahlstäben sind entweder Zweikomponenten-Epoxidharze oder Zweikomponenten-Polyurethanklebstoffe. Als Stahlstäbe dürfen gemäß den Zulassungen entweder Betonrippenstäbe aus BSt 500 B oder S nach DIN 488-2 oder Gewindegelenkbolzen mit metrischem Gewinde aus Kohlenstoffstahl der Festigkeitsklassen 4.8, 5.6, 5.8 oder 8.8 nach DIN 976-1 verwendet werden. Die tragenden Holzbauteile die mittels der eingeklebten Stangen anzuschließen oder zu verstärken/instandzusetzen sind, sind in allen Zulassungen auf die Holzbaustoffe

- Brettschichtholz nach DIN EN 14080 in Verbindung mit DIN 20000-3 und
- Furnierschichtholz aus Nadelholz nach DIN EN 14374

beschränkt. Bezuglich der hierbei zulässig verwendbaren Holzarten sind in allen Fällen ausschließlich die Holzarten Fichte (*Picea abies*), Tanne (*Abies alba*) und Kiefer (*Pinus sylvestris*) genannt.

Aus den vorgenannten Beschränkungen betreffend die Holzbaustoffe und die hierbei verwendbaren Holzarten ergeben sich hinsichtlich Instandsetzungsmaßnahmen in Bestands- und Denkmalschutzbauten i. d. R. unmittelbar baurechtliche Schwierigkeiten. Sehr häufig repräsentieren die instandzusetzenden Holzbaustoffe Vollholz und im Falle von Brettschichtholz (BSH) handelt es sich nahezu ausnahmslos um BSH, hergestellt nach DIN 1052:1969; 1988, 1996; 2008 in Verbindung mit den Klebefähigungsachweisen A und B. In selteneren Fällen handelt es sich auch um BSH aus dem Zeitraum von 1918 bis rd. 1950 in dem keine oder nur limitierte Produkt-Herstellvorgaben existierten.

Die im Falle der Instandsetzung von BSH-Bauten sehr alten Herstelldatums auftretenden Probleme liegen weniger in dem eigentlichen Verstärkungsvorgang und der hierbei zu erwartenden Verklebungsfestigkeit als vielmehr in der Festlegung der im jeweiligen Falle vorliegenden BSH-Festigkeitsklasse, die seitens des Tragwerksplaners im Rahmen des rechnerischen Ertüchtigungsnachweises anzusetzen ist.

Im Falle des Vorliegens von Vollholz, das in den abZ nicht als Holzbaustoff angeführt ist, liegt der Sachverhalt komplizierter. Der Grund dafür, warum Vollholz bislang keinen Eingang in die abZ für in Holzbaustoffe eingeklebte Stahlstäbe fand, resultiert daraus, dass infolge häufiger Rissbildungen in Vollholzbauteilen in den DIBt-Gremien Bedenken hinsichtlich einer ordnungsgemäßen Klebstoffverfüllung vorlagen. Diesem technisch problematischen Sachverhalt kann jedoch durch Maßnahmen wie u. a. mittels sorgfältigen Abklebens sowie Abgleich von rechnerischen und effektiven Verfüllmengen entgegengewirkt werden. Es ist aber in jedem Falle erforderlich, dass seitens der ausführenden Firmen, sodann bestätigt durch den involvierten Tragwerksplaner oder die Prüfstelle MPA Universität Stuttgart, ein belegter Nachweis der ordnungsgemäßen Durchführung vorgelegt wird.

Eine weitere Problematik resultiert aus der Beschränkung auf die Nadelholzarten Fichte, Tanne und Kiefer. Sehr häufig repräsentieren die instandzusetzenden Holzbauteile jedoch Eichenholz, insbesondere bei älteren denkmalgeschützten Bauwerken. Im Falle der Instandsetzung von Eichenholzbauteilen durch eingeklebte Stahlstäbe ist zwingend eine gutachtliche Stellungnahme basierend auf einem experimentellen

Nachweis zur Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Verklebung erforderlich. In grundsätzlicher Hinsicht ist zu in Eichenholz eingeklebten Stahlstäben auszuführen, dass zumindest mit speziellen Klebstoffen sehr hohe Leistungsfähigkeiten erzielbar sind (vgl. [19]).

Die meisten Regelungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für in Holzbauteile eingeklebte Stahlstäbe betreffend Ausführungs- und Verarbeitungsbedingungen gelten sodann gleichermaßen für Anschlüsse und Verstärkungen in neuen Bauteilen wie bei Instandsetzungsmaßnahmen.

4 Instandsetzung tragender Holzbauteile mittels Rissverfüllung

4.1 Allgemeines

Die Instandsetzung von gerissenen tragenden Holzbauteilen mittels Verklebung ist heute inhaltlich durch Vorgaben im Rahmen der Erteilung der Bescheinigung D und den diesbezüglichen Instandsetzungslehrgängen bei der MPA Universität Stuttgart sowie in Verbindung mit zwei allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen [13], [14] geregelt. Bei den beiden Klebstoffen, die nach den jeweiligen Zulassungen für die Verklebung / Verfüllung zugelassen sind, handelt es sich um Zweikomponenten-Epoxidharz-Klebstoffe. Diese Klebstoffgruppe ist insbesondere wegen ihrer sehr geringen Volumenschrumpfung bei gleichzeitig sehr guten Verklebungseigenschaften mit Holz für sehr dicke Klebfugen und damit für eingeklebte Gewindestangen sowie insbesondere großflächige Verfüllungen weit klaffender Risse sehr geeignet [21].

Im Gegensatz zu dem oben erläuterten Sachverhalt des Verstärkens mittels eingeklebter Stahlstäbe umfasst der Anwendungsbereich der abZ für Instandsetzungen nun neben Brettschichtholz auch Vollholz. Bezüglich der Holzarten bestehen die gleichen Einschränkungen wie bei eingeklebten Stahlstäben, d. h. der Anwendungsbereich umfasst ausschließlich die Nadelhölzer Fichte, Tanne und Kiefer. Hinsichtlich des Brettschichtholzes besteht die Festlegung „... nach oder in Anlehnung an DIN 1052“ und für Vollholz gilt: „... nach oder in Anlehnung an DIN 4074-1“.

Ein wichtiger nach [13, 14] zulässiger Anwendungsbereich für Instandsetzungsmaßnahmen besteht auch in der Verfüllung respektive Verklebung von Rissen im Bereich von Anschläßen mit Nägeln, Schrauben, Stabdübeln, Passbolzen und Gewindegelenken, wobei der Außendurchmesser der Verbindungsmittel maximal 20 mm betragen darf.

Die instandgesetzten Bauteile dürfen sich in den klimatischen Umgebungsbedingungen der Nutzungsklassen 1, 2 und 3 nach DIN EN 1995-1-1 befinden und die Bauteiltemperatur darf 60°C nicht überschreiten.

Von zentraler Bedeutung für geklebte Riss-Instandsetzungsmaßnahmen sind die Anwendungsgrenzen für die Abmessungen der Risse in den Holzbauteilen, die in Tabelle 2 für den Klebstoff nach [14] wiedergegeben sind. Wie ersichtlich, liegen bei Rissklaffungen, in [14] als Rissbreiten b_{cr} bezeichnet, bis zu 6 mm keine Beschränkungen hinsichtlich Risslängen und -flächen vor. Im Falle darüberhinausgehender Rissbreiten bis 8 mm sind mit Blick auf die ausgeprägt exotherme Aushärtereaktion

des Klebstoffes, die bei zunehmenden Klebstoffvoluminia in Verbindung mit dem sehr gering wärmeleitenden Werkstoff Holz zu hohen Temperaturentwicklungen und hieraus resultierenden Klebefestigkeitsbeeinträchtigungen führen kann, deutliche Risslängen- und -flächen-Einschränkungen zu berücksichtigen.

Rissbreite b_{cr}^a in mm	Maximale Länge der Risse in m	Maximale zusammenhängende Rissfläche (Rissstiefe ^c x Risslänge) in m ²
$b_{cr} \leq 6,0$	–	–
$6,0 < b_{cr} \leq 8,0$	3,0 ^b	0,40

a Die Rissbreite ist die an der Trägeroberfläche rechtwinklig zur Risslängsrichtung vorhandene Rissöffnung.
b An einem Rissabschnitt mit $6,0 \text{ mm} < b_{cr} \leq 8,0 \text{ mm}$ müssen beiderseits in Richtung der Längsachse des Holzbauteils Holzabschnitte mit einer Länge $\geq 3 \cdot t_{08}$ anschließen, die keine Risse oder Risse mit einer Breite $b_{cr} \leq 6,0 \text{ mm}$ aufweisen. An Rissabschnitten mit $6,0 \text{ mm} < b_{cr} \leq 8,0 \text{ mm}$ im Bereich von Endaufliegern von Holzbauteilen ist diese Forderung nur einseitig, vom Auflager wegführend, zu erfüllen. t_{08} = Länge des Rissabschnitts mit $6,0 < b_{cr} \leq 8,0 \text{ mm}$
c Die Rissstiefe ist mit einer Fühlermesslehre mit einer Genauigkeit von 0,1 mm bis 0,15 mm zu ermitteln.

Tab. 2: Anwendungsgrenzen betreffend Rissabmessungen für die Instandsetzung gerissener tragender Holzbauteile nach [14]

4.2 Voraussetzungen für technisch einwandfreie Rissinstandsetzungen

Es sind die in Tabelle 3 genannten, teilweise von der Rissbreite b_{cr} abhängigen Mindest- und Höchsttemperaturen und die angegebenen Maximalwerte der Holzfeuchten einzuhalten.

Rissbreite b_{cr}	Mindestwerte der Holz- und Raumtemperatur	Höchstwert der Holztemperatur	Höchstwert der Holzfeuchte
mm	°C	°C	%
< 4,0	17	35	18
$4,0 < b_{cr} \leq 8,0$	20		

Tab. 3: Mindest- und Höchstwerte der Temperaturen und Holzfeuchten bei Rissverfüllungen nach [13, 14]

Eine weitere wesentliche Grundvoraussetzung für erfolgreiche Rissinstandsetzungsmaßnahmen besteht insbesondere in der konsequenten Umsetzung der in [13], Abschn. 4.3, zusammengestellten Ausführungsanforderungen:

- „Im Bereich der Risse dürfen keine abgelösten oder lockeren Klebstoffsichten einer ursprünglichen Verklebung oder abgelöste Holzspreißeil vorhanden sein. Im Zweifelsfall sind die Risse mindestens an den Bauteilseitenflächen über Tiefen von ca. 4 bis 10 cm aufzuschneiden.“
- „Die Oberflächenvorbereitung des Risses darf frühestens 3 Tage vor der Verfüllung des Risses erfolgen.“
- „Die durch Klebstoffverfüllung instand zu setzenden Risse müssen staubfrei sein. Dies ist durch Ausblasen der Risse (eventuell aufgesägt) mittels ölfreier Druckluft zu bewerkstelligen.“

Die Notwendigkeit eines Freischneidens der Risse ergibt sich vielfach auch aus dem Sachverhalt, dass bei denkmalgeschützten Holzbauteilen Risse im Brettschichtholz oder in Vollholzbauteilen teilweise mehrfach mit öligen Farb- und/oder Feuerschutz-anstrichen überstrichen wurden. Erläuternd hierzu zeigen die Abb. 1a–e Ansichten einer mittels Rissverfüllung instandgesetzten 1936 errichteten Brettschichtholzkonstruktion und spezieller Sanierungsschritte.

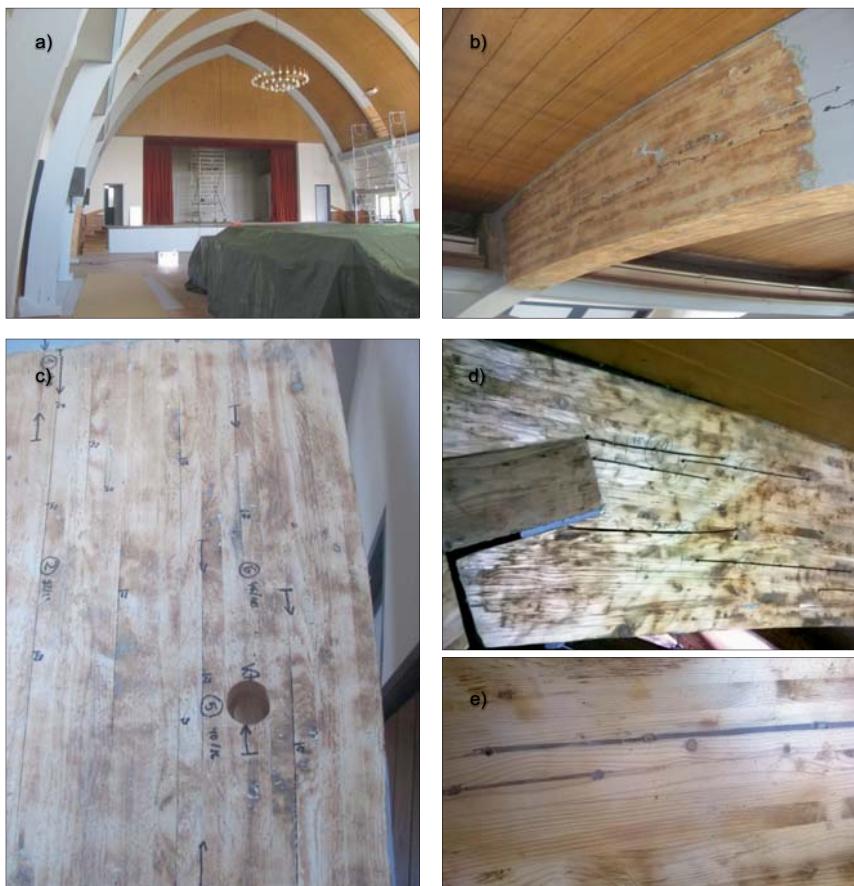


Abb. 1: Ansichten einer mittels Klebung instandgesetzten 1936 erbauten Festhalle in Süddeutschland mit „BSH“-Trägern mit Lamellenstumpfstößen

a) Innenansicht mit partieller Entfernung des Anstrichs bei Erstbegutachtung, b) Detailansicht der durch Anstrichabschliff freigelegten BSH-Oberflächen, c) vermessene klaffende Risse und Bohrkern-entnahmestelle, d) mittels Sägeschnitten freigeschnittene Risse, e) mit Epoxidharz verfüllte Risse

Die Abb. 1a zeigt die Innenansicht der Festhalle mit einem anlässlich der Erstbegutachtung partiell anstrichentfernten BSH-Träger. Die Abb. 1b und c zeigen Detailansichten der freigelegten BSH-Oberflächen mit vermessenen klaffenden Rissen und

einer Bohrkernentnahmestelle. Die Abb. 1d und e veranschaulichen Risse, die mittels Sägeschnitten freigeschnitten und anschließend mit Epoxidharz verfüllt wurden.

4.3 Sicherstellung und Überprüfung einer ordnungsgemäßen Klebeinstandsetzung von Rissen

4.3.1 Allgemeines

Die Sicherstellung einer ordnungsgemäßen Klebeinstandsetzung umfasst einerseits in der Vorbereitungsphase eine genaue Beschreibung des Instandsetzungsverfahrens mit allen auf den jeweiligen Einzelfall abgestimmten Durchführungsschritten betreffend u. a. Freischneiden und Säuberung der Rissflächen, Verspachtelung oder Abkleben der Rissränder mit geeigneten Spachtelmassen und Klebebändern, Festlegung von Durchmessern und Abständen der Befüll- und Entlüftungslöcher, Befüllvorgang über Rückschlagventile oder Bohrungen mit anschließendem Holzdübelverschluss.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil ordnungsgemäßer geklebter Instandsetzungsmaßnahmen besteht in der umfassenden Dokumentation aller instandgesetzter Risse einschließlich aller Auffälligkeiten (vgl. Abb. 7a) und einer Schlussdokumentation, die auch die Ergebnisse der nachstehend aufgeführten Prüfungen an Kontrollbohrkernen umfassen muss. Die Protokolle und die Schlussdokumentation sind von der verantwortlichen Person des ausführenden Betriebes zu unterzeichnen und mindestens 20 Jahre (z. B. in den Bauakten) aufzubewahren.

4.3.2 Bohrkernprüfungen

Ein zentraler Punkt der Verifizierung einer ordnungsgemäß durchgeföhrten Rissinstandsetzungsmaßnahme besteht neben einer gründlichen visuellen Inspektion aller instandgesetzten Risse in der Entnahme von Bohrkernen im Bereich der Klebefugen an statisch unbedenklichen Stellen. Die Bohrkerne müssen die Klebefuge etwa mittig enthalten und einen Durchmesser von mindestens 25 mm haben. Die Länge der Bohrkerne ist an der Tiefe der instandgesetzten Risse zu orientieren und sollte diese möglichst vollständig umfassen. Abb. 2a zeigt einen Bohrkern mit einem auf eine Tiefe von rd. 40 mm freigeschnittenen und verfüllten Riss, wobei im Rahmen des Freischneidens die gesamte Risslänge erfasst wurde. Abb. 2b zeigt einen rd. 100 mm langen Bohrkern aus einem BSH-Träger, der sehr tiefe Risse bis über die halbe Trägerbreite aufwies. Freigeschnitten wurde hierbei nur der äußere deutlich zerfaserte Rissbereich über rd. 45 mm. Wie ersichtlich wurde der Riss jedoch sehr fachmäßig bis zur auslaufenden Rissspitze verfüllt.

Für die Prüfung sind die Bohrkerne sodann gemäß vormaliger DIN EN 392 [20] bzw. nach DIN EN 14080 [2] mit angeschnittenen parallelen und ebenen Flächen zu bearbeiten. Abb. 3 zeigt einen derart bearbeiteten Bohrkern, der für die Scherprüfung sodann noch in drei Segmente unterteilt wurde. Vor der Prüfung der Scherfestigkeit sind an den Bohrkerne bzw. Bohrkernabschnitten sodann der Verfüllungsgrad der instandgesetzten Klebstofffugen (Prozentsatz der verfüllten Fugentiefe bezüglich der

Gesamtrissstiefe), ein eventuell vorhandener Luftporeneinschluss (vgl. auch Abb. 7b) und gegebenenfalls andere Auffälligkeiten festzustellen und zu dokumentieren.

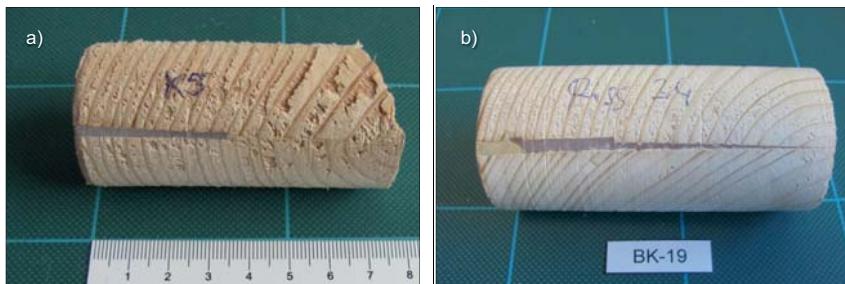


Abb. 2: Bohrkerne entnommen aus freigeschnittenen mittels Epoxidharz verfüllten Rissen.

a) Bohrkern mit vollständig freigeschnittenem Riss

b) Bohrkern mit sehr großer Rissstiefe, freigeschnitten im vorderen 45 mm langen Bereich



Abb. 3: Bohrkern mit angeschnittenen parallelen und ebenen Flächen für die Scherprüfung

Abb. 4 zeigt sodann das Schema der Scherversuche an Bohrkernen aus instandgesetzten gerissenen Fugen. Im Hinblick auf eine zutreffende Bestimmung der Scherfestigkeit des Holz-Klebfugeninterfaces ist es wichtig und in den Zulassungen [13], [14] gefordert, bei den Prüfungen zwischen Klebfugendicken $\leq 1,0$ mm und dickeren Klebefugen zu differenzieren. Bei dicken Klebfugen müssen die Druckstempel der Scherversuchsvorrichtung so positioniert werden, dass eines der beiden Holz-Klebfugeninterfaces geprüft wird und nicht etwa die sehr hohe Scherfestigkeit der monolithischen Klebstofffuge. Die Versuchsergebnisse sind sodann betreffend Scherfestigkeit und Faserbruchanteil auszuwerten und mit Bezug auf die Anforderungen nach [2] zu bewerten.

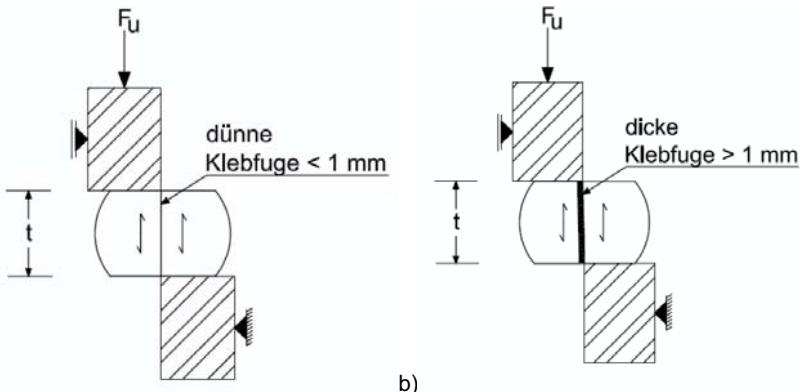


Abb. 4: Schema der Versuchsdurchführung an Bohrkernen aus klebstoffverfüllten Rissen
 a) Bohrkerne mit sehr dünnen Fugen $< 1 \text{ mm}$ – b) Bohrkerne mit freigeschnittenen Fugen $(> 1 \text{ mm})$

Die Bilder in Abb. 5 zeigen Ansichten von Bohrkernscherflächen mit Originalfugen aus harnstoffharzverklebten BSH-Bauteilen mit a) unzureichendem Holzfaserbruchanteil und b) bröckeligen stark gealterten Oberflächen. Im Vergleich dazu zeigen die Bilder in Abb. 6 Ansichten von Bohrkernscherflächen Epoxidharz-verfüllter Risse und veranschaulichen ausreichend hohe bzw. zufriedenstellende Holzfaserbeläge. Die Abb. 7b zeigt die Scherflächen eines Bohrkerns mit einem Lufteinschluss in der Klebefuge. Sofern vergleichbare Befunde in Verbindung mit offensichtlich unzureichend verfüllten und nicht nachgebesserten Rissen auftreten (Abb. 7a), sind weitere Kontrollbohrkerne unerlässlich.

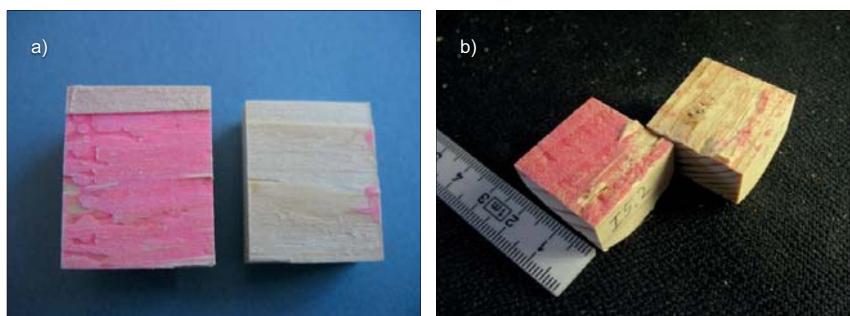


Abb. 5: Ansichten von Bohrkern-Scherflächen mit alten, ungenügenden Harnstoffharz-Klebefugen

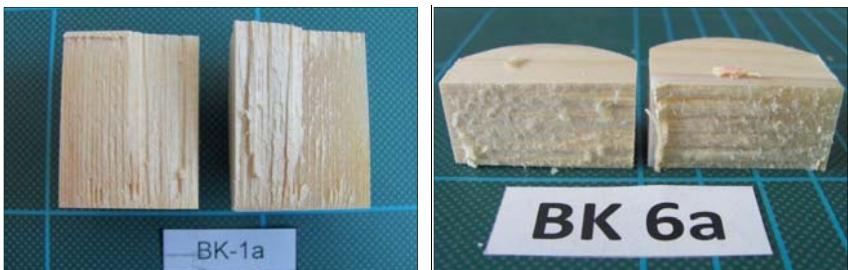


Abb. 6: Ansichten von geprüften Bohrkernen aus instandgesetzten, Epoxidharz-verfüllten Fugen mit ausreichend hohem Faserbruchanteil

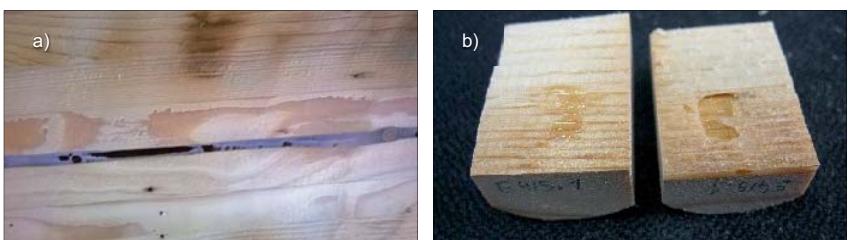


Abb. 7: a) Ansicht eines unzureichend verfüllten freigeschnittenen Risses der nochmals freizuschneiden und zu verpressen war. b) Ansicht eines Lufteinschlusses in einer Epoxidharzfuge eines Kontrollbohrkerns

5 Beispiele für unzureichende Instandsetzungsmaßnahmen

Die vorstehend erläuterten baurechtlichen und normativen Randbedingungen der Instandsetzung von Holzbauten im Bestand und in der Denkmalpflege bleiben oftmals infolge fehlender Kenntnisse der rechtlichen Randbedingungen unbeachtet. Rechtlich brisant werden (geklebte) Instandsetzungsmaßnahmen jedoch dann, wenn unter weitgehender Nichtbeachtung der normativ-technischen Vorgaben Bauteile mit hoher Tragsicherheitsrelevanz ertüchtigt werden. Diesbezüglich lassen sich leider viele Fallbeispiele heranziehen. Exemplarisch wird hierzu auf die mangelhafte Instandsetzung einer Deckenbalkenlage (Abb. 8a) in einem im 18. Jahrhundert erbauten denkmalgeschützten Gebäude verwiesen. Im Rahmen der Instandsetzung der teilweise stark degradierten Gebäude/Holzsubstanz waren auch verrottete Balkenköpfe und auflagernahen Balkenabschnitte zu erneuern, die mittels Überblattungen (vgl. Abb. 8a, b) an die raumseitig anschließenden noch ausreichend tragfähigen Balken anzuschließen waren.



Abb. 8: a) Ansicht einer Instandsetzung von Deckenbalkenköpfen eines denkmalgeschützten Gebäudes aus dem 18. Jahrhundert im Bereich der Wandauflager mittels verklebter Überblattungen
b) Detailansicht einer durch Klebung angeschlossenen Überblattung

Ungeachtet der vorstehenden Erläuterungen zu den baurechtlichen / technischen Sachverhalten wurden die neuen Balkenköpfe von einem nicht im Rahmen der Bescheinigung D autorisierten Betrieb und sodann unter Verwendung eines für die Instandsetzung prinzipiell ungeeigneten Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoffs, der zudem für tragende Zwecke bauaufsichtlich nicht zugelassen war, angeschlossen. Im Rahmen von Verifizierungsprüfungen der Klebfugengüte der Überblattungsanschlüsse seitens der MPA Universität Stuttgart waren rein visuell Klebfugendicken festzustellen, die technisch mit der verwendeten Klebstoffklasse – Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoff – bislang unvereinbar sind. Im Rahmen der Entnahme von (Kontroll-)Bohrkernen aus den Überblattungsklebefugen waren bei den Fugenvermessungen deutlich zu dicke Fugen bis zu rd. 1,5 mm Dicke festzustellen (Abb. 9a, b).

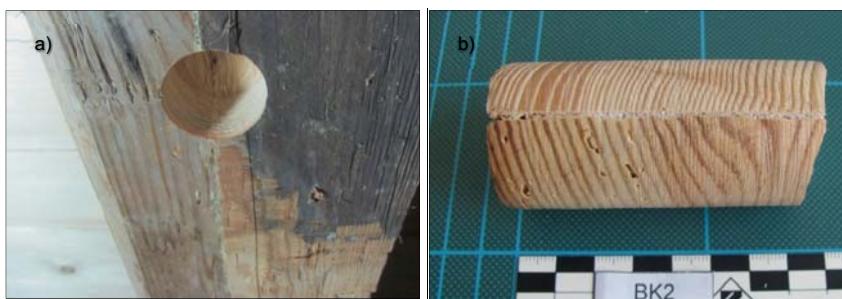


Abb. 9: a) Ansichten der Bohrkernentnahme aus einer stehenden Klebefuge der Überblattung zwischen alten und neuen Holzbalken b) Ansicht des Bohrkerns mit der mittels 1-K-Polyurethan-Klebstoffs verfüllten dicken Klebstofffuge

In den Scherfestigkeitsprüfungen nach DIN EN 14080, ergaben sich sodann sehr niedrige Fugenscherfestigkeiten im Bereich von $0\text{--}1,0 \text{ N/mm}^2$. Die unzureichenden Scherfestigkeiten der Bohrkerne resultieren unstrittig aus den für die verwendete Klebstofffamilie deutlich zu dicken Klebstofffugen bis zu 1,5 mm. Zum Zeitpunkt der Beitragsabfassung waren die zulässigen Klebstofffugen auf maximal 0,3 mm beschränkt. Die Limitierung der Fugendicken resultiert aus dem Sachverhalt, dass bei der Klebstoffaushärtung der speziellen Klebstofffamilie CO_2 -Gas frei wird, das zu Blaseneinschlüssen in der Klebstofffuge führt. Mit zunehmenden Fugendicken über eine Grenze von rd. 0,3–0,5 mm hinaus, ergeben sich sodann die in Abb. 10 gezeigten blasendurchsetzten Fugen, die nur noch äußerst geringe (Scher-)Festigkeiten aufweisen.

Die eingesetzte unzulässige Instandsetzungsmethode berührte neben rechtlichen Belangen insbesondere auch den Denkmal-Aspekt, da bei einem weiteren tragsicherheitsrelevant zwingend erforderlichen Eingriff in die Anschlüsse die schutzbestimmte Bausubstanz nachhaltig verändert werden musste.



Abb. 10: a), b) Ansichten der Scherflächen der mittels 1-K-Polyurethanklebstoffs verklebten, für die Klebstoffklasse wesentlich zu dicken, aufgeschäumten Klebefugen.

5 Literatur

- [1] DIN EN 1995-1-1 (2010): Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Hochbauten – Teil 1-1; Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau.
- [2] DIN EN 14080 (2013): Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz.
- [3] DIN EN 15497 (2014): Keilgezinktes Vollholz für tragende Zwecke – Leistungsanforderungen und Mindestanforderungen an die Herstellung.
- [4] FpREN 16351 (2013): Holzbauwerke – Brettspernholz – Anforderungen.
- [5] FpREN 14732 (2012): Holzbauwerke – Vorgefertigte Wand-, Decken- und Dachelemente – Anforderungen.
- [6] DIN 1052-10 (2012): Herstellung und Ausführung von Holzbauwerken –Teil 10: Ergänzende Bestimmungen.

- [7] (MHAVO) Muster-Hersteller und Anwenderverordnung – Fassung September 2008.
- [8] MBO (2012) Musterbauordnung.
- [9] DIN EN 1995-1-1/NA (2013): Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau.
- [10] DIN EN 301 (2013): Klebstoffe, Phenoplaste und Aminoplaste, für tragende Holzbauteile – Klassifizierung und Leistungsanforderungen.
- [11] DIN 68141 (2008): Holzklebstoffe – Prüfung der Gebrauchseigenschaften von Klebstoffen für tragende Holzbauteile.
- [12] DIN EN 15274 (2015): Klebstoffe für allgemeine Anwendungen in strukturellen Klebverbunden – Anforderungen und Prüfverfahren.
- [13] Z-9.1-750 (2015): DIBt, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Zulassungsgegenstand: WEVO Spezialharz EP 20 / VP1 mit WEVO Härter B 20/1 zur Instandsetzung von tragenden Holzbauteilen. Antragsteller: WEVO-Chemie GmbH, Ostfildern-Kemnat.
- [14] Z-9.1-794 (2012) DIBt, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Zulassungsgegenstand: 2K-EP-Klebstoff WEVO-Spezialharz EP 32 S mit WEVO-Härter B 22 TS zur Instandsetzung von tragenden Holzbauteilen. Antragsteller: WEVO-Chemie GmbH, Ostfildern-Kemnat.
- [15] Z-9.1-705 (2014): DIBt, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Zulassungsgegenstand: 2K-EP-Klebstoff WEVO-Spezialharz EP 32 S mit WEVO-Härter B 22 TS zum Einkleben von Stahlstäben in Holzbaustoffe. Antragsteller: WEVO-Chemie GmbH, Ostfildern-Kemnat.
- [16] Z-9.1-707 (2015) DIBt, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung; Zulassungsgegenstand: 2K-PUR-Klebstoff LOCTITE CR 421 PURBOND zum Einkleben von Stahlstäben in Holzbaustoffe. Antragsteller: Purbond AG, Sempach-Station, Schweiz.
- [17] Z-9.1-778 (2012) DIBt, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung; Zulassungsgegenstand: 2K-EP-Klebstoff GSA-Harz und GSA-Härter für das Einkleben von Stahlstäben in Holzbaustoffe. Antragsteller: neue Holzbau AG, Lungern, Schweiz.
- [18] Z-9.1-791 (2012) DIBt, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung; Zulassungsgegenstand: Verbindungen mit faserparallel in Brettschichtholz eingeklebten Stahlstäben. Antragsteller: Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Wuppertal.
- [19] OTERO, CH., AICHER, S., (2016): Epoxy-bonded steel rods in oak wood. Zur Veröffentlichung eingereicht.
- [20] DIN EN 392 (1996): Brettschichtholz – Scherprüfung der Leimfugen.
- [21] HEZEL, J., STAPF, G., (2013): Instandsetzung tragender Holzbauteile mittels Klebung – DIN 1052-10, 2. Stuttgarter Holzbausymposium, Tagungsband, S. 23–34.



Aicher, Simon

Dr. rer. nat.

- 1973–1979: Studium Holzwirtschaft, MSc., Hamburg
1976–1977: Studium Bauingenieurwesen, TU München
1979–1987: Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, Institut für Holzphysik, BFH, Hamburg
1988–2015: Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart
seit 2004: Leiter der MPA-Abteilung Holzkonstruktionen
2011: Schweighofer Innovationspreis
seit 2013: Gastprofessor an der Universität Teknologi Mara, Malaysia,
Institute for Infrastructure Engineering and Sustainable
Management (IIESM)
- Mitglied in verschiedenen Normungs- und (DIBt-) Sachverständigen-Gremien
-

Planungsfehler im Holzbau – Folgen für Unternehmer

Volker Hafkesbrink

1 Einleitung

Wir werden uns nachfolgend mit der Problematik beschäftigen, dass Unternehmer Planungsfehler umsetzen und hieraus Mängel resultieren.

Unternehmer im Holzbau können für ihre Auftraggeber – auch Besteller genannt – auch die Planung ihrer Leistung erbringen. Das dürfte im Rechtsverkehr mit Endverbrauchern nicht selten der Fall sein. Stimmt diese Planung nicht mit sonstigen Anforderungen – insbesondere der Funktionserwartung – des Auftraggebers überein oder verstößt die Planung bei entsprechender Umsetzung gegen anerkannte Regeln der Technik, können sich natürlich Ansprüche des Auftraggebers wegen Mängeln ergeben. Das ist vorrangig nicht Gegenstand der nachfolgenden Überlegungen.

Vorab untersuchen wir einen in der Praxis nicht seltenen Sachverhalt, der zwar ebenfalls interessant ist, mit unserer Fragestellung auch nichts zu tun hat.

Sachverhalt: Einem Vertrag zwischen Bauträger ABC Hausbau GmbH und Holzbau Müller GmbH über die Ausführung spezieller Holzgauben liegt die Ausführungsplanung des Architekten A zugrunde. Dieser Architekt hat auch die Bauüberwachung im Sinne der Leistungsphase 8 (Anlage 11 HOAI) für das Bauvorhaben. Im Rahmen der Ausführung übergibt der A der Holzbau Müller GmbH Pläne, die für die Gauben ganz andere Maße vorsehen. Diese Planung wird von Holzbau Müller – im übrigen fachgerecht – umgesetzt. Bei Abnahme rügt die ABC Hausbau GmbH die abweichende Ausführung. Zu Recht? Was hätte Holzbau Müller tun müssen?

Im vorliegenden Fall wäre die Ausführung von Holzbau Müller nur dann vertragsgerecht, wenn der Vertrag wirksam geändert worden wäre. Das wiederum wäre nur der Fall, wenn der Architekt A bevollmächtigt gewesen wäre, den Vertrag zu ändern. Darüber kann man nur spekulieren. Ohne weitere Anhaltspunkt ist ein mit der Bauüberwachung beauftragter Architekt nicht berechtigt, den Vertrag zu ändern. Das heißt, Holzbau Müller hatte unverändert die Pflicht, die ursprüngliche Planung umzusetzen. Die geänderte Ausführung ist eine Abweichung von der vertraglich vereinbarten Ausführung, mithin ein Mangel.¹ Ein Bedenkenhinweis hätte Holzbau Müller nicht weiter geholfen, wenn die Vertragsplanung an sich mangelfrei war.

1 Vgl. hierzu sehr anschaulich BGH, Urteil vom 19.12.2002 – VII ZR 103/00, BauR 2003, 689; BGHZ 153, 244; DB 2003, 1789 (Ls.); EWiR 2003, 1017 (Ls.); MDR 2003, 503; NJW 2003, 1450; NZBau 2003, 265; WM 2003, 1432; ZfBR 2003, 352; ZfIR 2003, 375; ZIP 2003, 672.

Der amtliche Leitsatz der genannten BGH-Entscheidung lautet:

„Ein Bedenkenhinweis des Auftragnehmers hinsichtlich der Planung des Architekten kann grundsätzlich nur dann zur Haftungsfreistellung des Auftragnehmers führen, wenn bereits die vertraglich vereinbarte Planung des Architekten fehlerhaft ist. Ordnet hingegen der Architekt gegenüber der vereinbarten fehlerfreien Planung vertragswidrige, zu Fehlern führende Änderungen an, entlastet der Bedenkenhinweis den Auftragnehmer gegenüber dem Auftraggeber regelmäßig nicht von der Haftung für die Abweichung der Bauausführung von der vereinbarten Planung.“

Der Vorwurf, der Holzbau Müller trifft, ist gerade die Abweichung von der vertraglichen Planung.

Anders kann der Fall liegen, wenn nun die ABC Hausbau GmbH eine geänderte Planung übergibt. Darin kann im Einzelfall bei vereinbarter VOB/B die Anordnung einer Bauentwurfsänderung (§ 1 Abs. 3 VOB/B) oder das Angebot an Holzbau Müller liegen, den Vertrag zu ändern.

Das uns vorrangig interessierende Thema ist Folgendes. Unternehmer im Holzbau erhalten von Auftraggebern planerische Vorgaben für die eigene Leistung und setzen diese um. Nun können diese planerischen Vorgaben in jeder Hinsicht fachlich zutreffend sein. Wenn ein Unternehmer sie dann falsch umsetzt und deshalb die Leistung mangelhaft ist, ergeben sich selbstverständlich Ansprüche des Auftraggebers/Bestellers wegen Sachmängeln. Wie aber ist die Sachlage, wenn die Planung ihrerseits mangelhaft ist und vom Unternehmer „nur“ 1:1 umgesetzt wird. Mit dieser Fragestellung werden wir uns nachgehend beschäftigen.

2 Ausschluss der Mängelhaftung nach BGB und VOB/B durch erfolgte Prüfung und Bedenkenanzeige

2.1 Grundsätzliches

Bevor man die Frage von Hinweis- und Prüfpflichten klärt, ist in jedem Einzelfall der Umfang der Planungspflichten zu klären, die die Beteiligten treffen. Folgende Schritte lassen sich grob festhalten.

a) Planungsvorgabe

In aller Regel wird dem Auftragnehmer eine Planung zur Verfügung gestellt. In einem VOB/B-Vertrag sind dem Auftragnehmer die Ausführungsunterlagen zu übergeben. § 3 Abs. 1 VOB/B lautet wörtlich:

„Die für die Ausführung nötigen Unterlagen sind dem Auftragnehmer unentgeltlich und rechtzeitig zu übergeben.“

b) Prüfung/Hinweise

Diese Planungsunterlagen hat der Auftragnehmer dann zu prüfen. Eine Pflicht zur Prüfung von Unterlagen enthält bereits § 3 Abs. 3:

„Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Geländeaufnahmen und Absteckungen und die übrigen für die Ausführung übergebenen Unterlagen sind für den Auftragnehmer maßgebend. Jedoch hat er sie, soweit es zur ordnungsgemäßen Vertragserfüllung gehört, auf etwaige Unstimmigkeiten zu überprüfen und den Auftraggeber auf entdeckte oder vermutete Mängel hinzuweisen.“

Für den Bereich der Mängelhaftung ganz wichtig ist § 4 Abs. 3 VOB/B:

„Hat der Auftragnehmer Bedenken gegen die vorgesehene Art der Ausführung (auch wegen der Sicherung gegen Unfallgefahren), gegen die Güte der vom Auftraggeber gelieferten Stoffe oder Bauteile oder gegen die Leistungen anderer Unternehmer, so hat er sie dem Auftraggeber unverzüglich – möglichst schon vor Beginn der Arbeiten – schriftlich mitzuteilen; der Auftraggeber bleibt jedoch für seine Angaben, Anordnungen oder Lieferungen verantwortlich.“

c) Haftungsbefreiung

Der Mängelbeseitigungsanspruch eines Auftraggebers wie auch alle weiteren Sachmängelansprüche sind ausgeschlossen, wenn dem Auftragnehmer die festgestellten Mängel nicht zurechenbar sind. Hierzu regelt § 13 Abs. 3 VOB/B:

„Ist ein Mangel zurückzuführen auf die Leistungsbeschreibung oder auf Anordnungen des Auftraggebers, auf die von diesem gelieferten oder vorgeschriebenen Stoffe oder Bauteile oder die Beschaffenheit der Vorleistung eines anderen Unternehmers, haftet der Auftragnehmer, es sei denn, er hat die ihm nach § 4 Absatz 3 obliegende Mitteilung gemacht.“

Die Grundaussage des § 13 Abs. 3 VOB/B ist also die, dass der Unternehmer grundsätzlich haftet, wenn ein Mangel zurückzuführen ist auf die Leistungsbeschreibung oder auf Anordnungen des Auftraggebers, auf die von diesem gelieferten oder vorgeschriebenen Stoffe oder Bauteile oder die Beschaffenheit der Vorleistung eines anderen Unternehmers. Die Enthaltung durch Hinweise ist ein Ausnahmetatbestand, den im Zweifel der Auftragnehmer zu beweisen hat.

Eine Haftungsbefreiung kann auch bei einem **BGB-Vertrag** in Betracht kommen, wenn Mängelscheinungen ihre Ursache ausschließlich im Verantwortungsbereich des Bestellers haben. Auch hier gilt die Haftungsbefreiung nur, wenn der Unternehmer seinen auch hier bestehenden Prüfung- und Hinweispflichten nachgekommen ist.² Es gelten ähnliche Anforderungen wie in einem VOB/B-Vertrag, wobei hier Ausgangspunkt der rechtlichen Beurteilung der Grundsatz von **Treu und Glauben** ist.

2 Vgl. zur Rechtslage nach der Schuldrechtsmodernisierung BGH, BauR 2008, 344, 348 ff.; OLG Celle, NJW-RR 02, 594.

2.2 Begriff des Mangels

Ein Problem ergibt sich logischerweise nur, wenn ein Mangel vorliegt.

a) Definition nach BGB und VOB/B

Was ein Mangel ist, ergibt sich aus § 633 Abs. 2 S.1 und 2 BGB:

„Das Werk ist frei von Sachmängeln, wenn es die vereinbarte Beschaffenheit hat. Soweit die Beschaffenheit nicht vereinbart ist, ist das Werk frei von Sachmängeln.“

1. wenn es sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte, sonst
2. für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken der gleichen Art üblich ist und die der Besteller nach der Art des Werkes erwarten kann.“

Ähnlich formuliert § 13 Abs. 1 Satz2 VOB/B:

„Die Leistung ist zur Zeit der Abnahme frei von Sachmängeln, wenn sie die vereinbarte Beschaffenheit hat und den anerkannten Regeln der Technik entspricht. Ist die Beschaffenheit nicht vereinbart, so ist die Leistung zur Zeit der Abnahme frei von Sachmängeln,“

1. wenn sie sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte, sonst
2. für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken der gleichen Art üblich ist und die der Auftraggeber nach der Art der Leistung erwarten kann.“

Auch wenn nur die VOB/B die anerkannten Regeln der Technik erwähnt, sind diese auch bei einem BGB-Vertrag hineinzulesen.

b) Funktionaler Mangelbegriff

Die Frage, ob ein Mangel vorliegt, lässt sich nicht ausschließlich danach beantworten, was ausdrücklich in Baubeschreibungen, Plänen und ähnlichen Unterlagen explizit formuliert ist. Erschwert wird die Problematik, weil der Mangelbegriff weiter ausgelegt wird. Die beabsichtigte Funktion des Werks kommt hinzu (funktionaler Mangelbegriff!).

Der geschuldete Leistungserfolg eines Werkvertrags muss sich nicht alleine aus einem Leistungsverzeichnis oder nur aus Plänen ergeben, sondern unabhängig hiervon spielt der **erkennbare Verwendungszweck** eine weitere bedeutende Rolle, ebenso die anerkannten Regeln der Technik. Ein Unternehmer darf sich keineswegs darauf beschränken, die Vorgaben eines Leistungsverzeichnisses umzusetzen. Der vertraglich geschuldete Erfolg bestimmt sich nicht allein nach der zu seiner Erreichung vereinbarten Leistung oder Ausführungsart, sondern auch danach, welche Funktion das Werk nach dem Willen der Parteien erfüllen soll. Der Bundesgerichtshof hat deshalb nach altem Recht, das allerdings deutlich auf den nach dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch abgestellt hat (§ 633 Abs. 1 BGB a.F.), eine Abweichung von der vereinbarten Beschaffenheit und damit einen Fehler im Sinne des § 633 Abs. 1 BGB a.F. angenommen, wenn der mit dem Vertrag verfolgte Zweck der Herstellung eines Werkes nicht erreicht wird und das Werk die nach dem Vertrag vorausgesetzte

oder vereinbarte Funktion nicht erfüllt.³ Auch nach der Änderung des § 633 BGB durch das Gesetz zur Modernisierung des Schuldrechts (2002) entspricht ein Werk nicht der vereinbarten Beschaffenheit, wenn es nicht die vereinbarte Funktionstauglichkeit aufweist.⁴

Bei Zimmererarbeiten ist unabhängig von Einzelheiten eines Leistungsverzeichnisses oder einer Planung zwingend vereinbarte Beschaffenheit, dass die Konstruktion dauerhaft den auf sie einwirkenden Lasten stand hält. Im Einzelfall muss man den Vertrag auslegen, um herauszufinden, welche Leistungen der geschuldete Erfolg umfasst.

Beispiel:⁵ *Der Auftraggeber beauftragt den beklagten Auftragnehmer (AN) mit Zimmerer-, Dachdecker- und Wärmedämmarbeiten am Dach seines Anwesens. In der Folgezeit kommt es zu Feuchte- und Zuglufterscheinungen im Bereich der Dachgauben. Die Beweisaufnahme ergibt, dass Ursache für die Mängel mangelhafte Anschlüsse an Fenstern und Gauben sind. Der AN wendet ein, die Ausbildung der Anschlüsse der Dämmung an Fenstern und Gauben sei von ihm nicht geschuldet.*

Das OLG Nürnberg hat einen Mangel angenommen. Die Auslegung des Werkvertrags gemäß §§ 133, 157 BGB ergebe, dass die Anschlüsse zwischen Dämmung und den Hölzern an Dachstuhl und Gauben dem AN obliegen haben. Dieser habe (unter anderem) die Ausführung der Dachstuhl-, Gauben- und Dämmarbeiten übernommen. Dass diese Leistungen auch die (fehlerfreie) Ausführung der Anschlüsse dieser Arbeiten untereinander umfassen, bedurfte nach Ansicht des OLG keiner weiteren Erläuterung.

2.3 Prüf- und Hinweispflicht

Woran knüpft nun die Prüf- und Hinweispflicht des Bauunternehmers an? Wir haben oben festgehalten, dass ein Mangel auch dann vorliegen kann, wenn die Umsetzung der Leistungsbeschreibung dazu führt, dass gegen anerkannte Regeln der Technik verstoßen wird oder eben die anderweitig vereinbarte Funktionstauglichkeit nicht erreicht wird. Auf ein Verschulden kommt es – außer beim Schadensersatzanspruch – nicht an!

Ganz einfaches Beispiel: In einem Leistungsverzeichnis und in Plänen sind vier Balken mit einer bestimmten Abmessung aufgeführt. LV und Pläne werden Vertragsinhalt. Die Pläne und das LV werden umgesetzt. Später stellt ein Sachverständiger fest, dass ein Balken aufgrund eines Versehens nicht ausgeschrieben wurde. Die nun umgesetzte Ausführung führt dazu, dass keine ausreichende Tragfähigkeit gegeben ist.

3 BGH, Urt. v. 17.5.1984 – VII ZR 169/82; Urt. v. 16.7.1998 – VII ZR 350/96; Urt. v. 11.11.1999 – VII ZR 403/98; Urt. v. 15.10.2002 – X ZR 69/01; Beschl. v. 25.1.2007 – VII ZR 41/06.

4 BGH, Urteil vom 08.11.2007 – VII ZR 183/05, BauR 2008, 344; BGHZ 174, 110; DNotZ 2008, 449; MDR 2008, 200; NJW 2008, 511; NZBau 2008, 109; NZM 2008, 94; WM 2008, 459; ZfBR 2008, 168; ZIP 2008, 273.

5 OLG Nürnberg, Beschluss vom 18.03.2014 – 13 U 1764/12, IBR 2015, 12.

Es muss vorliegend nicht diskutiert werden, dass ein Mangel vorliegt, obwohl die Vorgaben des Auftraggebers vollständig und im übrigen korrekt umgesetzt wurden. Die Frage, woran die Hinweispflicht ansetzt, ist dahingehend zu beantworten, dass ein Unternehmer im Eigeninteresse sämtliche Anordnungen und Vorgaben leistungsbeschreibender Natur des Auftraggebers zu prüfen hat, ob deren Umsetzung zu einem Mangel im oben näher Sinne führt. Im Eigeninteresse deshalb, weil nur bei – vom Auftragnehmer zu beweisen – Erfüllung seiner Prüfpflicht der Auftraggeber frei wird, wenn es aufgrund der Vorgabe zu einem Mangel kommt. Die Verletzung der Prüfungs- und Hinweispflicht ist – so der BGH auch für Fälle nach der Schuldrechtsmodernisierung – kein eigenständiger Tatbestand, der die Mängelhaftung begründet. Grund für die Haftung ist vielmehr der herbeigeführte Sachmangel des vom Unternehmer hergestellten Werkes.

Die Erfüllung der Prüfungs- und Hinweispflicht ist „nur“ ein Tatbestand, der den Unternehmer von der Sach- oder Rechtsmängelhaftung befreit.⁶ Deshalb muss der Unternehmer/Auftragnehmer darlegen und beweisen, dass ihn entweder trotz fehlerhafter Vorgaben des Auftraggebers ausnahmsweise gar keine Prüfpflicht trifft oder er aber ordnungsgemäß geprüft und seiner Hinweispflicht Genüge getan hat.

Die Regelungen in § 13 Abs. 3 und § 4 Abs. 3 VOB/B sind eine Konkretisierung von Treu und Glauben, die über den Anwendungsbereich der VOB/B hinaus im Grundsatz auch für den Bauvertrag gelten.⁷

2.4 Die Voraussetzungen einer Haftung wegen Umsetzung fehlerhafter Vorgaben

a) Verbindliche Vorgabe des Auftraggebers ist Ursache des Mangels

Die Problematik stellt sich von vorne herein nur, wenn der Mangel auch tatsächlich auf einer verbindlichen planerischen Vorgabe des Auftraggebers beruht. Dies im Auge zu behalten, kann selbst dann von Vorteil sein, wenn der Auftragnehmer seiner Prüf- und Hinweispflicht nachgekommen sein sollte.

Bei Planungsgrundlagen, die verbindlich bei Vertragsschluss vorgegeben werden, ist die Lösung relativ klar. Fraglich kann es allerdings werden, wenn im Rahmen der Abwicklung Wünsche und Vorgaben vom Auftraggeber geäußert werden.

Nicht jeder Wunsch oder jede Anregung des Bestellers/Auftraggebers führt zu einer Risikoverlagerung im Sinne des § 13 Abs. 3 VOB/B führen. Es bedarf vielmehr einer **verbindlichen Anweisung**, eine Baumaßnahme in ganz bestimmter Weise auszuführen, ohne dass der Unternehmer eine Wahl oder Auswahlmöglichkeit hat.⁸ Das ist nicht der Fall, wenn der Unternehmer entscheidenden Einfluss auf die Vorgaben des Bestellers genommen hat. Eine bindende Anordnung liegt nicht vor, wenn der Bestel-

6 BGH, BauR 2008, 344, 348.

7 BGH, BauR 2008, 344, 348 unter Hinweis auf BGH, NJW 1960, 1813; BGH, BauR 1987, 86, 87; KNIFFKA/KOEBLE, Kompendium des Baurechts, 2. Aufl., 6. Teil, Rdn. 57; Werner/Pastor, Rdn. 1519; INGENSTAU/KORBUSEN-WIRTH, VOB, 16. Aufl., § 13 Nr. 3 Rdn. 2; § 4 Nr. 3 Rdn. 2.

8 Einzelheiten bei KNIFFKA/KRAUSE-ALLENSTEIN, ibr-online-Kommentar Bauvertragsrecht, Stand 28.07.2015, § 633 Rdn. 35.

ler einen bestimmten Baustoff nur vorschlägt oder mit der Verwendung durch den Unternehmer lediglich einverstanden ist.⁹ Das kann auch dann der Fall sein, wenn der Besteller die Geeignetheit des Stoffes selbst sorgfältig geprüft und sich sogar durch einen Sachverständigen beraten lassen hat.

Eine bindende Anordnung kann auch dann nicht angenommen werden, wenn es sich bei der Leistungsbeschreibung, die dem Auftrag des Bestellers beiliegt, um eine bloße Abschrift des Angebots des Unternehmers handelt; der Unternehmer führt dann nur das aus, was er selbst vorgeschlagen bzw. angeboten hat.¹⁰

b) Bestehende Prüfpflicht

§ 4 Abs. 3 VOB/B formuliert zwar, dass der Auftragnehmer einen Hinweis zu erteilen hat, wenn er Bedenken hat. Richtigerweise ist das so zu verstehen, dass er tätig werden **muss**, wenn er Bedenken haben muss. Anknüpfungspunkt ist also die Prüfung.

Jeder Werkunternehmer, der seine Arbeit auf der Grundlage von fremden Vorgaben, Planungen oder Vorleistungen auszuführen hat, muss prüfen und gegebenenfalls auch geeignete Erkundigungen einziehen, ob diese Vorgaben, Planungen, Vorarbeiten, Stoffe oder Bauteile eine geeignete Grundlage für sein Werk bieten und keine Eigenschaften besitzen, die den Erfolg seiner Arbeit infrage stellen können. Der Rahmen dieser Verpflichtung und ihre Grenzen ergeben sich aus dem Grundsatz der Zumutbarkeit, wie sie sich nach den besonderen Umständen des Einzelfalls darstellt.¹¹

Maßgeblich ist die geschuldete vertragliche Leistung einerseits und die objektiv zu beurteilende Sachkenntnis des Auftragnehmers andererseits.¹² Im Hinblick auf Letztere gilt, dass das **branchenübliche Fachwissen** als gegeben unterstellt wird.¹³ Darüber hinausgehende Spezialkenntnisse eines Sonderfachmanns sind nicht zu unterstellen.¹⁴ Je weitergehend sich ein Unternehmer als Fachmann präsentiert, desto weiter gehen auch seine Hinweis- und Prüfpflichten. Dies gilt insbesondere, wenn neue beziehungsweise unerprobte Techniken angewandt werden.¹⁵

Beruhrt das vom Auftraggeber erstellte Leistungsverzeichnis auf den Planungen von Sonderfachleuten (z. B. Statiker!) und erkennen diese eine bestehende Problematik nicht, so muss der Auftragnehmer nicht „klüger“ sein. Er darf sich vielmehr auf die Aussagen der Sonderfachleute verlassen, soweit diese nicht offensichtlich unzutref-

9 BGH, Urt. v. 22.5.1975 – VII ZR 204/74.

10 KNIFFKA/KRAUSE-ALLENSTEIN, ibr-online-Kommentar Bauvertragsrecht, Stand 28.07.2015, § 633 Rdn. 35.

11 BGH, Urt. v. 23.10.1986 – VII ZR 48/85; Urt. v. 8.11.2007 – VII ZR 183/05; Urt. v. 8.11.2007 - VII ZR183/05; Urt. v. 10.6.2010 – Xa ZR 3/07.

12 Vgl. F/K/Z/G-Zanner, § 4 VOB/B, Rdn. 146.

13 BGH, BauR 1991, 79, 80.

14 KNIFFKA/KOEBLE, Kompendium des Baurechts, 6. Teil, Rdn. 58; OLG Düsseldorf, BauR 2001, 638; OLG Celle, BauR 1996, 259.

15 BGH, BauR 1993, 79, 80.

fend sind.¹⁶ Spezialkenntnisse der jeweiligen Fachplaner muss der lediglich ausführende Unternehmer in der Regel nicht haben.¹⁷

Auch wenn eine fachspezifische Planung vorliegt, die vom Unternehmer nicht mehr nachvollzogen werden kann, obliegt dem Unternehmer eine Plausibilitätskontrolle. Der Unternehmer muss vor allem diejenigen Grundlagen der fachspezifischen Planung überprüfen, die auch Grundlage seiner Arbeit sind. Geht die Planung erkennbar von falschen Voraussetzungen aus, hat er Bedenken anzumelden.

Überprüfen muss ein Unternehmer, ob die Planung erkennbar in sich widersprüchlich oder lückenhaft ist.¹⁸ Der Unternehmer darf sich also auf eine Fachplanung nicht verlassen, wenn deren Lücken und Mängel erkennbar sind.¹⁹

Wenn es auf das branchenübliche Fachwissen des Unternehmers ankommt, muss er auch auf sich ändernde **anerkannten Regeln der Technik** hinweisen.

Vor dem so dargelegten Hintergrund hat der Auftragnehmer die Planung des Auftraggebers beziehungsweise sämtliche Vorgaben des Auftraggebers zur Ausführung der Leistung zu prüfen, ebenso hat er vom Auftraggeber gelieferte Stoffe oder Bauteile zu prüfen. Gleiches gilt auch für Leistungen anderer Unternehmer. Immer ist dabei von dem branchenüblichen Fachwissen des Unternehmers auszugehen.

Vielfach werden Prüfpflichten im Übrigen auch in den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen formuliert, so auch in der DIN 18336, Abschnitt 3.1.2. Ähnlich sind in der DIN 18334 Abschnitt 3.1.1 Regelungen zu finden. Es ist jedoch ein Irrtum, wenn ein Auftragnehmer meint, dass hierdurch die Pflichten zur Prüfung von Planungen und Vorleistungen begrenzt wären. Das ist nicht der Fall, wie der BGH ausdrücklich entschieden hat.²⁰ Ein Auftragnehmer hat auch das Umfeld für seine Leistung zu prüfen und auf Bedenken hinzuweisen, wenn aus diesem Umfeld nachteilige Wirkungen für seine Leistung zu erwarten sind.²¹

Beispiel:²² Ein Generalunternehmer muss ein Ärztehaus schlüsselfertig errichten. Für die Innentüren beauftragt er ein Subunternehmen und beschreibt dessen Leistung wie folgt: „Türblätter wie Pos. 16, jedoch Ausführung für ein Schalldämm-Maß von 42 dB für die Doppelfalzzargen.“ „Zargen wie Pos. 1, jedoch mit Doppelfalz für die Türen mit 42 dB.“ Weil die eingebauten Türen das Schalldämm-Maß von 42 dB nicht erreichen, verlangt der GU vom SubU Schadensersatz. Dieser beruft sich darauf, dass die Türen ein Laborschalldämm-Maß von 42 dB erreichen und deshalb vertragsgemäß seien.

16 OLG Köln, Urteil vom 06.12.2005 – 22 U 72/05, ibr-online.

17 OLG Hamm, Urt. v. 16.5.1994 – 17 U 32/93; OLG Köln, Urt. v. 16.3.1994 – 27 U 3/94; OLG Celle, Urt. v. 29.6.1995 – 14 U 132/94; OLG Düsseldorf, Urt. v. 10.11.2000 – 22 U 78/00.

18 Vgl. OLG Naumburg, Urteil vom 29.03.2011 – 9 U 108/10.

19 BGH, Urt. v. 19.1.1989 – VII ZR 87/88; OLG Stuttgart, Urt. v. 14.10.1994 – 2 U 263/93; OLG Celle, Urt. v. 12.12.2001 – 7 U 217/00 m.w.N.

20 BGH, BauR 2001, 1414 zu Fliesenarbeiten.

21 BGH, BauR 1995, 538.

22 BGH, Urteil vom 09.02.1995 – VII ZR 143/93, IBR 1995, 325 (= BauR 1995, 538).

Der BGH kam seinerzeit zum Schluss, dass die Auslegung ergebe, dass ein effektiver Schallschutz vor Ort habe erreicht werden müssen. Jedenfalls wegen unterlassener Hinweise hafte der Unternehmer. Angesichts der erkennbaren Zweckbestimmung der Türen hatte der Unternehmer allen Anlass, darauf hinzuweisen, dass er das angegebene Schalldämmmaß nicht auf die effektive Schalldämmung der Räume zu beziehen beabsichtige. Die Hinweispflicht nach § 4 Abs. 3 VOB/B soll unter andrem verhindern, dass bei zumutbarer Prüfung erkennbare Pannen und Versehen sich im Ergebnis schädlich auswirken.

Muss der Unternehmer mit seinem Fachwissen nicht erkennen, dass eine Vorgabe zu einem Mangel führt, ist er ebenso von der Haftung befreit wie wenn er seiner Hinweispflicht nachgekommen ist.

c) Unterbliebener Hinweis

1. Zeitpunkt, Form

Die – nach den vorgenannten Grundsätzen erforderliche – Bedenkenanzeige muss nach der Regelung der VOB/B in § 4 Abs. 3 unverzüglich und schriftlich erfolgen. Unverzüglich bedeutet dabei, dass der Auftragnehmer, nachdem er den Mangel der Ausführungsunterlagen, Vorleistungen, erkannt hat beziehungsweise nachdem er ihn hätte erkennen müssen, **ohne schuldhaftes Zögern** die Bedenken auch äußert. Die Bedenkenanzeige hat **schriftlich** zu erfolgen, wobei dies in einem BGB-Vertrag nicht geregelt ist. Ist die Bedenkenanzeige nicht schriftlich erfolgt, kommt es darauf an, ob der mündlich erteilte Hinweis klar, vollständig und erschöpfend erfolgt ist.²³ Ist das der Fall, kann über den Rechtsgedanken des § 254 BGB die Haftung ganz beim Besteller angesiedelt werden.

2. Inhalt

Es wird immer wieder beobachtet, dass sich ein Auftragnehmer darauf beschränkt, auf einen Umstand hinzuweisen und hierbei nur das Wort „Bedenken“ verwendet. Beispiel für eine völlig unzureichende Bedenkenanzeige wäre z. B., dass er den Unternehmer ohne Angabe von Tatsachen „auf mangelhafte Vorleistungen“ oder „einen mangelhaften Untergrund“ verweist.

Die Bedenkenanzeige muss inhaltlich so klar sein, dass der Auftraggeber erkennt, **welche konkreten Gefahren mit einem bestimmten Zustand verbunden sind**. Mit anderen Worten muss dem Auftraggeber die **Tragweite der Nichtbefolgung** klar gemacht werden.²⁴ Angesichts der Rechtsfolgen, die mit einer ordnungsgemäßen Bedenkenanzeige verbunden sind, kann die Wichtigkeit gar nicht genug betont werden.

3. Adressat

In der Praxis werden Bedenkenanzeigen regelmäßig dem bauüberwachenden Architekten vorgelegt. Ob dieser zur Entgegennahme solcher Hinweise berechtigt ist, hängt maßgeblich von den hier getroffenen Regelungen ab. Denkbar ist Stellvertretung wie auch Boteneigenschaft eines Architekten.

23 KNIFFKA/KOEBLE, Kompendium des Baurechts, 6. Teil, Rdn. 46.

24 KNIFFKA/KOEBLE, Kompendium des Baurechts, 6. Teil, Rdn. 46.

Jedenfalls, wenn sich der Architekt den Bedenken verschließt, muss der Auftraggeber und mittelbar mit den Bedenken konfrontiert werden.²⁵ Das gilt insbesondere, aber nicht nur, für den Fall, dass die Architekten oder Bauleiter für die Planung oder planungsähnliche Anordnung verantwortlich sind. Die Bedenken müssen jedenfalls dann gegenüber dem Besteller geltend gemacht werden.²⁶

4. Reaktion des Bestellers

Fraglich und problematisch ist, ob die korrekte Bedenkenanzeige alleine zur Enthaltung führt oder ob es noch einer entsprechenden Reaktion des Bestellers/Auftraggebers bedarf. Vom Wortlaut der Regelung der VOB/B her genügt der Hinweis. In der Literatur wird empfohlen, bei Zweifeln nachzufragen, ob trotz der Bedenken weiter gearbeitet werden soll.

In der Praxis können hierbei unerwünschte Situationen eintreten wie Stillstandszeiten u. ä..

2.5 Rechtsfolgen des Hinweises

Der korrekte Hinweis führt dazu, dass zwar ein Mangel vorliegt, Ansprüche gegen den Unternehmer jedoch nicht geltend gemacht werden können, wenn dieser die Leistung nach den Vorgaben erbringt. Im Einzelfall kann die Haftungsbefreiung auch eintreten, wenn bewiesen werden kann, dass der Besteller auf Bedenken nicht reagiert hätte und auf der Ausführungsvorgabe bestanden hätte.²⁷

Im Einzelfall kann der Unternehmer ein Leistungsverweigerungsrecht bezüglich der weiteren Ausführung haben, wenn der Besteller auf Ausführung besteht. Das erscheint aber zweifelhaft und muss auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben, wie z. B. Verstöße gegen öffentlich-rechtliche Bestimmungen. Auch kann es im Einzelfall unzumutbar sein, ein erkennbar mangelhaftes Werk zu errichten. Wenn der Auftraggeber untätig bleibt, empfiehlt es sich, dass der Auftragnehmer eine angemessene Zeit wartet, bevor er seine Leistung fortsetzt. Vorsorglich sollte der Auftragnehmer dann, wenn sich der Auftraggeber um die Mitteilung nicht kümmert, noch einmal – schriftlich – anfragen und sich die Fortsetzung der Arbeiten „freizeichnen“ lassen.²⁸ Der Auftragnehmer ist aber grundsätzlich verpflichtet, seine Arbeiten weiter zu führen.

2.6 Beweislast

Der Auftragnehmer/Unternehmer trägt die Beweislast für die Erfüllung seiner Hinweispflicht bzw. dafür, dass er nach der ihm gebotenen Prüfung den Mangel der Leistungsbeschreibung/der Planung nicht erkennen konnte.

25 KNIFFFKA/KOEBLE, Kompendium des Baurechts, 6. Teil, Rdn. 47.

26 BGH, Urt. v. 18.1.1973 – VII ZR 88/70; Urt. v. 10.4.1975 – VII ZR 183/74; Urt. v. 29.9.1977 – VII ZR 134/75; Urt. v. 10.11.1977 – VII ZR 252/75; Urt. v. 19.1.1989 – VII ZR 87/88; Urt. v. 19.12.1996 – VII ZR 309/95; Urt. v. 18.1.2001 – VII ZR 457/98.

27 BGH, Urt. v. 8.11.2007 – VII ZR 183/05; Urt. v. 10.11.1977 – VII ZR 252/75.

28 KAPELLMANN/MESSERSCHMIDT, VOB-Kommentar, Teil A/B, 5. Auflage 2015, § 4 VOB/B, Rn. 109.

3 Rechtsfolgen bei nicht oder unzureichend erfolgter Prüfung und/oder Bedenkenanzeige

In der Praxis wird mitunter von Auftraggebern und Architekten angenommen, dass für den Fall, dass keine Bedenken gegenüber einer fehlerhaften Planung angezeigt wurden, der Auftragnehmer nun alleine haften müsse. Das ist in der Allgemeinheit nicht zutreffend.

Klar ist aber zunächst, dass der Unternehmer/Auftragnehmer bei Nacherfüllung des sogenannten Befreiungstatbestandes Sachmängelansprüchen ausgesetzt ist, also vor Abnahme einem Anspruch auf Erfüllung/Mangelbeseitigung (§ 4 Abs. 7 Satz 1 VOB/B) hat.

Nach Abnahme kann der Besteller – wenn die jeweiligen Voraussetzungen vorliegen:

1. Nacherfüllung verlangen,
2. den Mangel selbst beseitigen und Ersatz der erforderlichen Aufwendungen verlangen,
3. von dem Vertrag zurücktreten oder die Vergütung mindern und
4. Schadensersatz oder nach § 284 BGB Ersatz vergeblicher Aufwendungen verlangen.

Für jeden dieser Ansprüche kommt in Betracht, dass der Auftraggeber/Besteller sich an der Nacherfüllung finanziell beteiligen muss. Das liegt daran, dass der Besteller/Auftraggeber seinerseits einen Verursachungsbeitrag durch Verletzung einer Mitwirkungspflicht/Obliegenheit leistet.

In der VOB/B ist die Pflicht, ordnungsgemäß Ausführungsunterlagen zu liefern, ausdrücklich geregelt, nämlich in § 3 Abs. 1 VOB/B, der lautet:

„Die für die Ausführung nötigen Unterlagen sind dem Auftragnehmer unentgeltlich und rechtzeitig zu übergeben.“

Auch bei einem BGB-Vertrag ist das anzunehmen.

Kommt es infolge mangelhafter Ausführungsunterlagen zu einem Mangel, ist die Verletzung der Vertragspflicht, ordnungsgemäß Ausführungsunterlagen zur Verfügung zu stellen, zumindest auch eine Ursache für den Mangel. Bedient sich der Auftraggeber bei der Erstellung und Übergabe von Ausführungsunterlagen eines Architekten oder sonstigen Fachmanns, wird ihm dieser als **Erfüllungsgehilfe** zugerechnet.

Auch und insbesondere in einem solchen Fall wird also der Anspruch gegen den Unternehmer regelmäßig nicht in voller Höhe bestehen. Demgegenüber steht die Verletzung der Vertragspflicht des Unternehmers, diese Ausführungsunterlagen zu prüfen und den Auftraggeber auf Bedenken hinzuweisen. Grundsätzlich wird daher in einem solchen Fall zwar davon ausgegangen, dass der Unternehmer Sachmängelansprüche zwar zu erfüllen hat (Nacherfüllung, Kostenerstattung bei Selbstvorannahme Minderung, Rücktritt, Schadensersatz), dass sich allerdings der Auftraggeber mit einer eigenen Quote an diesen Ansprüchen beteiligen muss. Bei der Nacherfüllung durch den Unternehmer führt dies dazu, dass er dem Auftraggeber einen Zuschuss

zahlen muss, bei Geldansprüchen wird der Anspruch sogleich reduziert. Eine Ausnahme wird dann gemacht, wenn der Unternehmer vorsätzlich Bedenken nicht angezeigt, obwohl er die Mängel erkennt.²⁹ In einem solchen Fall bleibt dem Unternehmer nur die Geltendmachung von Rückgriffsansprüchen gegenüber einem etwa beteiligten Architekten im Rahmen des Gesamtschuldnerausgleichs.

Auch wenn von Unternehmern in Haftungsfällen oftmals eingewandt wird, der Bauherr oder der bauüberwachende Architekt hätten den Ausführungsfehler erkannt oder erkennen müssen, ist eine mangelhafte Bauüberwachung alleine nicht geeignet, eine Kürzung von Sachmängelansprüche herbeizuführen. Dies liegt schlicht daran, dass ein Bauherr eine Bauüberwachung anders als die Übergabe von Ausführungsunterlagen nicht schuldet.



Hafkesbrink, Volker
RA

seit 1995: Rechtsanwalt und 2007 als Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht in Leipzig in der Kanzlei RA Hafkesbrink & Kühne mit dem Schwerpunkt privates Bau- und Architektenrecht

Mitglied von verschiedenen Prüfungsausschüssen

Mitautor z. B. für die Bearbeitung der §§ 10 und 11 des Buches Leinemann (Hrsg.), VOB/B, Kommentar, Kommentierung der Verdingungsordnung für Bauleistungen Teil B (Fassung 2012) mit ausgewählten Vorschriften des BGB-Werkvertragsrechts und des FIDIC-Red Book (2013) sowie „Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung: Verfahren und juristische Betrachtungsweise“

29 BGH, BauR 1991, 79, 80.

Tauwasserschutz im Holzbau – Neue Regeln und alte Erkenntnisse

Daniel Kehl

Kurzfassung

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Tauwasserschutz von Holzbauteilen nachzuweisen. In allen Fällen ist neben der eigentlichen Norm DIN 4108-3: 2014 [4] immer die Holzschutznorm DIN 68800-2: 2012 zu berücksichtigen. Eine wichtige Erkenntnis, die in die letzten Ausgaben eingeflossen ist, ist die Berücksichtigung der sogenannten Trocknungsreserve.

1 Einleitung

In den letzten drei Jahren wurde sowohl die Holzschutznormenreihe der DIN 68800 [1] und die Feuchteschutznorm DIN 4108-3: 2014 [4] neu herausgebracht. Dabei arbeiteten die Verfasser vorhandene und neue Erkenntnisse für die Holzbauplanung ein. Vieles ist hilfreich und kann gut erklärt werden, anderes ist bauphysikalisch nicht nachvollziehbar und Bedarf einer Erläuterung.

2 Der lange Weg zur Trocknungsreserve

2.1 Die DIN 68800 und der Tauwasserschutz ohne rechnerischen Nachweis

Die DIN 68800-2 macht neben der DIN 4108-3 seit knapp 20 Jahren Angaben zum Tauwasserschutz, da das „Feuchtemanagement“ für Holzbauteile von entscheidender Bedeutung für den Erhalt der Konstruktion war und bis heute ist.

1996 heißt es in der Holzschutznorm beispielsweise: „*Nicht belüftete Dachquerschnitte ... dürfen der Gefährdungsklasse 0 zugeordnet werden, wenn eine der nachstehenden Ausbildungen für die obere Abdeckung des Sparrens vorliegt:*

- Obere Abdeckung (z. B. Unterspannbahn) mit diffusionsäquivalenter Luftschichtdicke $s_d \leq 0,2 \text{ m}$...*
- Obere Abdeckung mit offener Bretterschalung, Brettbreite $\leq 100 \text{ mm}$, Fugenbreite $\geq 5 \text{ mm}$, und außenliegender wasserableitender Schicht mit $s_d \leq 0,02 \text{ m}$...“ [1].*

Aus diesen Formulierungen wird erkennbar, dass nach **außen** diffusionsoffene Konstruktionen Vorteile aufweisen. Sie haben ein hohes Trocknungspotential, so dass Feuchte, die im Bauteil begrenzt vorhanden ist bzw. unplanmäßig eindringt, austrocknen kann.

2.2 Die DIN 4108-3 und der Tauwasserschutz ohne rechnerischen Nachweis

Zur gleichen Aussage kommt eigentlich auch die einfache und daher bekannte Tabelle 1 der DIN 4108-3: 2001 [3]. Für nicht belüftete Dächer mit belüfteter Dachdeckung bedarf es keines rechnerischen Diffusionsnachweises, wenn die s_d -Werte der Tabelle eingehalten werden.

Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	
	s_d m
außen $s_{d,e}$ ^a	innen $s_{d,i}$ ^b
$\leq 0,1$	$\geq 1,0$
$\leq 0,3$	$\geq 2,0$
$> 0,3$	$s_{d,i} \geq 6 \cdot s_{d,e}$

^a $s_{d,e}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken der Schichten, die sich oberhalb der Wärmedämmsschicht befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht.
^b $s_{d,i}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich unterhalb der Wärmedämmsschicht bzw. unterhalb gegebenenfalls vorhandener Untersparrendämmungen befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht.
^c Bei nicht belüfteten Dächern mit $s_{d,e} \leq 0,2$ m kann auf chemischen Holzschutz verzichtet werden, wenn die Bedingungen nach DIN 68800-2 eingehalten werden.

Tab. 1: Tabelle 1 aus der DIN 4108-3 von 2001 [3]: Zuordnung für Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken der außen- und raumseitig zur Wärmedämmsschicht liegenden Schichten

Die erste Zeile in Tabelle 1 beschreibt eine extrem diffusionsoffene Konstruktion, die der Diskussion um den konstruktiven Holzschutz der 90er Jahre entstammt. Um zu gewährleisten, dass „halbtrockenes“ Holz möglichst schnell austrocknet, ging man an die Grenzen. Die Zeile hat einen Haken: Bei geringsten Abweichungen werden die zulässigen Tauwassermengen überschritten. Bei heutigen trockenen Holzbauteilen, kann darauf verzichtet werden und sollte Zeile 2 angewendet werden. Diese hat sich heute bewährt [7] und erzeugt eine nach außen diffusionsoffene Konstruktion mit einem hohen Trocknungspotential.

Leider hat die letzte Zeile der Tabelle 1 immer wieder zu einem Missverständnis geführt, weil sie auch auf außen moderat dampfbremsende oder diffusionsdichtere Dächer ($s_{d,e} > 2$ m) (Begriffsdefinitionen nach WTA MB E 6.8 [5]) angewendet wurde. Das bauphysikalische Grundprinzip „innen dichter als außen“ gilt zwar genauso wie in Zeile 2; das Trocknungspotential reduziert sich aber erheblich, wenn es außen eben moderat dampfbremend oder dichter ($s_d > 2$ m) wird. Es war immer wieder festzustellen, dass die unter der Tabelle befindliche Anmerkung Warnhinweis dabei vielfach ignoriert wurde.

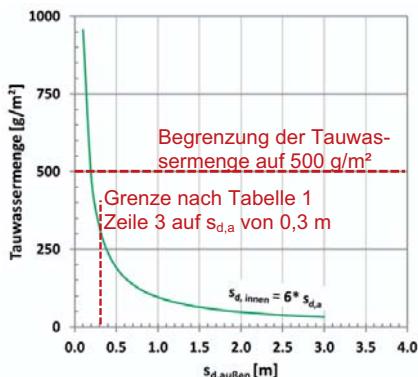


Abb. 1a: Berechnete Tauwassermengen mit den Werten nach Tabelle 1, Zeile 3 der DIN4108-3 von 2001 [3]. Bei steigenden äußeren s_d -Wert reduziert sich nach dem Prinzip ($s_{d,i} = 6 \cdot s_{d,a}$) auch die Tauwassermenge.

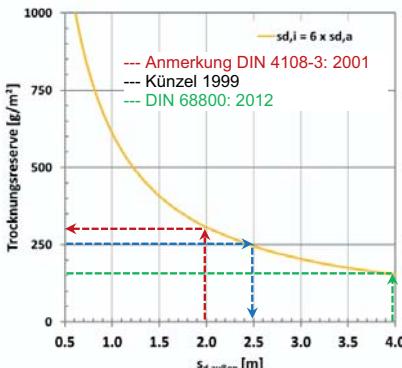


Abb. 1b: Gleichzeitig reduziert sich aber auch das Trocknungspotential der Konstruktion. Die Trocknungsreserve ist die Verdunstungsmenge minus der Tauwassermenge. Bei einem äußeren $s_{d,e}$ von 2,0 m beträgt die Trocknungsreserve 300 g/m² (Erläuterung zu grün und blau, siehe Text).

„ANMERKUNG: Bei nicht belüfteten Dächern mit belüfteter oder nicht belüfteter Dachdeckung und äußeren diffusionshemmenden Schichten mit $s_{d,e} \geq 2$ m kann erhöhte Baufeuchte oder später z. B. durch Undichtheiten eingedrungene Feuchte nur schlecht oder gar nicht austrocknen.“ [3]

Damit sollte dem Fachmann schnell klar gemacht werden, dass sich das Austrocknungspotential verringert (siehe auch Abb. 1b) und ein Risiko für die Konstruktion besteht.

Hintergrund der Anmerkung waren Bauschäden von beidseitig diffusionsdichten Bau(teilen, bei denen die vorhandene oder eingedrungene Feuchte nicht mehr über Diffusion austrocknen konnte. Bis heute finden sich diese Schäden.

Bei ordentlicher und bauüblicher Ausführung ist aber immer mit einem gewissen Feuchteintritt über Luftundichtheiten zu rechnen und im Bauteil verbliebene Baufeuchte ist ebenfalls nicht auszuschließen. KÜNZEL weist bereits 1999 auf diesen Umstand hin, dass bei fachmännischer Ausführung eine zusätzliche Tauwassermenge durch Luftkonvektion von ca. 250 g/m² während der Tauperiode anfällt. [6] Daher schlägt er damals vor, dies bei der Diffusionsbilanz als Trocknungsreserve von 250 g/m² zu berücksichtigen. Wie aus Abb. 1b zu erkennen ist (blaue Linie), liegt der daraus abgeleitete äußere $s_{d,a}$ -Wert bei max. 2,5 m und damit nah an dem oben zitierten Wert ($s_{d,a} = 2$ m – rote Linie) aus der Anmerkung der DIN 4108-3: 2001.

2.3 Die Modifikation in der DIN 68800-2: 2012 – leider nicht konsequent

Da diese Erkenntnisse für den Holzbau so entscheidend waren, wurde von der DIN 68800-2: 2012 [2] die Tabelle 1 der DIN 4108-3: 2001 [3] aufgegriffen und modifiziert. Wie von BORSCH-LAAKS in [8] ausführlich erläutert, sah es lange so aus, als ob die Erkenntnisse vollständig einfließen würden. Leider gab es Einsprüche aus den sogenannten „interessierten Kreisen“, die eine Änderung der Tabelle 1 der Norm herbeiführte, die nicht bauphysikalisch begründet werden kann.

s_d -Wert außen	s_d -Wert innen
$\leq 0,1$	$\geq 1,0$
$\leq 0,3$	$\geq 2,0$
$0,3 \text{ m}^a \leq s_d \leq 4,0 \text{ m}^a$	$6 \times s_d$ außen ^a
Dabei sind zusätzliche Dämmsschichten auf der Raumseite bis 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes zulässig.	
^a nur bei werkseitiger Vorfertigung nach Holztafelbaurichtlinie	

Tab. 2: Tabelle 1 aus der DIN 68800-2: 2012 [2]: Anforderungen an wasser dampf diffusionsäquivalente Luftschichtdicken.

Hierbei gibt es mehrere Dinge in Zeile 3 zu beachten:

- der äußere $s_{d,a}$ -Wert wird nicht auf 2 m bzw. 2,5 m begrenzt sondern auf 4 m erweitert. Damit reduziert sich die Trocknungsreserve von den oben erwähnten 250 g/m² auf nur noch 150 g/m² (siehe grüne Linien in Abb. 1b).
- Der Bereich des $s_{d,a}$ -Wertes zwischen 0,3 von 4 m wird an die werkseitige Vorfertigung nach Holztafelbaurichtlinie gekoppelt, was nicht nachvollziehbar ist, da die Richtlinie keine Anforderung an die Luftdichtigkeit des Gebäudes und damit den konvektiven Feuchteintrag stellt. Zumal entstehen die Probleme der Luftdichtigkeit nicht in der vorgefertigten Fläche sondern an den Anschlägen. Diese existieren auch beim Fertigbau. Es wäre bauphysikalisch richtig gewesen, wenn man die Anforderungen an die Dichtheit des Bauteils gekoppelt hätte.
- Mit dem Hinweis auf die Holztafelbaurichtlinie wird der handwerklich ausgeführte Holzbau unbegründeter Weise ausgeschlossen.

2.4 Die DIN 4108-3: 2014 rückt es wieder gerade

Um diese Unzulänglichkeiten zu beheben, wurde vom Autor mit Unterstützung der Mitglieder der WTA Arbeitsgruppe 6.1 „Hygrothermische Bemessung von Holzkonstruktionen“ ein Ergänzungsvorschlag zum Entwurf der DIN 4108-3 eingereicht. Daraus bildete sich im Normenausschuss eine konstruktiv arbeitende Unterarbeitsgruppe aus der die Tabelle hervorging, wie sie heute auch in der Norm zu finden ist.

Zeile 1	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d m	
	außen $s_{d,e}^a$	innen $s_{d,i}^b$
1	$\leq 0,1$	$\geq 1,0$
2	$\leq 0,3$	$\geq 2,0$
3	$0,3 \text{ m} \leq s_d \leq 2,0 \text{ m}$	$s_{d,i} \geq 6 \cdot s_{d,e}$
4	$s_d > 2,0 \text{ m}^c$	$s_{d,i} \geq 6 \cdot s_{d,e}^c$

^a $s_{d,e}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken der Schichten, die sich oberhalb der Wärmedämmsschicht befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht.
^b $s_{d,i}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich unterhalb der Wärmedämmsschicht bzw. unterhalb gegebenenfalls vorhandener Untersparrendämmungen befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht.
^c Gilt nur für den Fall, dass sich weder Holz noch Holzwerkstoffe zwischen $s_{d,e}$ und $s_{d,i}$ befinden.

Tab. 3: Tabelle 3 aus der DIN 4108-3 von 2014 [4]: Zuordnung für Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken der außen- und raumseitig zur Wärmedämmsschicht liegenden Schichten

Die drei ersten Zeilen sind im oberen Text ausführlich erläutert. Letztendlich hat man die Anmerkung aus der 2001er Fassung der Norm in die Zeile 3 eingepflegt. Zudem öffnet sich die Zeile 3 dem handwerklich gefertigten Holzbau. Die Zeile 4 ist dem geschuldet, dass es auch beidseitig dampfdichte Aufbauten mit feuchteunempfindlichen Dämmstoffen gibt.

3 Diffusionsnachweis nach dem Glaser-Verfahren

Wer von den oben genannten Bauteilen abweicht, die ohne rechnerischen Nachweis auskommen, kann immer noch eine Diffusionsbilanz nach Glaser durchführen. Dabei ist aber nicht nur die DIN 4108-3: 2014 [4] sondern gleichzeitig auch die aktuelle Ausgabe der DIN 68800-2: 2012 [2] zu berücksichtigen.

So finden sich heute in der Holzschutznorm die entsprechenden Angaben zur Glaser-Berechnung. So heißt es:

„Für beidseitig geschlossene Bauteile der Gebäudehülle ist bei der Berechnung mit den Verfahren nach DIN 4108-3 (Glaser-Verfahren) zur Berücksichtigung eines konvektiven Feuchteintrages und von Anfangsfeuchte eine zusätzliche rechnerische

Trocknungsreserve $\geq 250 \text{ g/m}^2\text{a}$ bei Dächern und $\geq 100 \text{ g/m}^2\text{a}$ bei Wänden und Decken nachzuweisen.“ [2]

Wie bereits oben beschrieben, muss demzufolge die Austrocknungsmenge im Sommer um 250 g/m^2 höher sein als die Tauwassermenge im Winter; dies gilt übrigens auch, wenn im Winter kein Tauwasser entsteht. Die Hintergründe sind oben bereits erläutert. Bauphysikalisch nicht begründbar ist die Reduzierung der Anforderung für Wände und Decken. Es macht auch bauphysikalisch keinen Sinn. Decken zu unheizten Spitzböden bspw. liegen am höchsten Punkt des Gebäudes. Damit ist der Luftdruck, der durch thermischen Auftrieb entsteht und die Luftströmung in Holzbau teilen hervorruft, am größten. Deshalb sind diese Bauteile von konvektiven Feuchteintritten am meisten betroffen, was auch einige Schadensfälle belegen. Es wird also empfohlen, die 250 g/m^2 Trocknungsreserve für alle Bauteile anzuwenden.

4 Detaillierter Nachweis mittels hygrothermischer Simulation

Das Glaser-Verfahren ist allerdings nicht immer anwendbar. Die aktuelle Ausgabe der Norm präzisiert nochmals den Anwendungsbereich der Norm und stellt zusammenfassend klar: Das Glaser-Verfahren ist nicht für klimatisierte Gebäude, erdbe rührte Bauteile, begrünte Dachkonstruktionen, Innendämmung und für Konstruktionen, die an klimatisierte und deutlich anders beaufschlagte Räume angrenzen, z. B. Schwimmbäder geeignet. Zudem wird festgehalten, dass dieses Verfahren nicht die realen physikalischen Vorgänge in ihrer tatsächlichen zeitlichen Abfolge abbildet. Es ist folglich nur ein reines Nachweisverfahren. Als Beispiel aus dem Holzbau sind hier begrünte, unbelüftete Flachdächer zu nennen. Auch sind bspw. feuchtevariable Dampfbremsen im Glaser-Verfahren nicht abbildbar.

In solchen Fällen wird in der Norm seit 2001 auf dynamische, hygrothermische Berechnungsverfahren verwiesen (Abschnitte A.2.1 der DIN 4108-3: 2001 [3]). Auch die DIN 68800-2: 2012 [2] verweist in bestimmten Fällen auf die DIN EN 15026 [9]. So steht dort:

„Beim Nachweis mit numerischen Simulationsverfahren nach DIN EN 15026 ist der konvektive Feuchteintrag entsprechend der geplanten Luftdurchlässigkeit mit dem q_{50} -Wert nach DIN 4108-7 in Rechnung zu stellen.“ [2]

Dieses hat sich bereits im Holzbau etabliert. Eine ausführliche Darstellung zur Anwendung der hygrothermischen Simulation ist in [12] zu finden. Heute stehen dem Anwender solcher Berechnungsverfahren zahlreiche Hilfestellung in Form von WTA-Merkblättern zur Verfügung. Hier sind das WTA-Merkblatt 6-2 [11] und der gerade entstandene Entwurf des WTA-Merkblatts 6-8 „Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation“ [10] zu erwähnen. Auch wird zukünftig die hygrothermische Simulation in der DIN 4108-3 eine breitere Anwendung finden.

Quellen/Literatur

- [1] DIN 68800-2: 1996-05: Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Beuth Verlag, Berlin 1996.
- [2] DIN 68800-2: 2012-02: Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Beuth Verlag, Berlin 2012.
- [3] DIN 4108: Teil 3 – Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Beuth Verlag, Berlin 2001.
- [4] DIN 4108: Teil 3 – Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Beuth Verlag, Berlin 2014.
- [5] Hrsg. Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege: Entwurf Merkblatt 6-8: Hygrothermische Bemessung von Holzkonstruktionen, Eigenverlag, München 2015.
- [6] KÜNZEL, H. M.: Dampfdiffusionsberechnung nach Glaser – quo vadis? IBP-Mitteilung, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Eigenverlag, Holzkirchen 1999.
- [7] BORSCH-LAAKS, R.: Die Diffusionsbilanz; Beitrag in der Zeitschrift, Holzbau – die neue quadriga; Ausgabe 1-2009, Kastner-Verlag, Wolnzach 2009.
- [8] BORSCH-LAAKS, R.: Bauphysikalische Wahrheit und interessierte Kreise – Anmerkungen zur neuen Holzschutznorm DIN 68800-2: 2012, Beitrag in der Zeitschrift, Holzbau – die neue quadriga; Ausgabe 6-2013, Kastner-Verlag, Wolnzach 2013.
- [9] EN 15026: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation, Beuth-Verlag, Berlin 2007.
- [10] Hrsg.: Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.: WTA-Merkblatt Entwurf 6-8: Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation (bei Erstellung des Beitrages noch nicht erschienen).
- [11] Hrsg. Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege: Merkblatt 6-2: Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse, IRB Verlag, München 2014.



Kehl, Daniel
Dipl.-Ing. (FH)

seit 2014: Selbständige, 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“

Sicher ist sicher – Terrassen aus Holz

Claudia Koch

1 Einleitung

Bodenbeläge aus Holz im Außenbereich, sei es auf Terrassen und Balkonen oder in anderen Bereichen der Landschaftsgestaltung, erfreuen sich seit Jahren stetig zunehmender Beliebtheit. Die Einsatzmöglichkeiten reichen vom robusten Bohlenbelag auf Brücken über Boots- und Badestege bis hin zu Terrassenbelägen mit sehr hohen Anforderungen an Ästhetik und Ausführungsqualität. Neben den privat und gewerblich genutzten Flächen nimmt auch im öffentlichen Bereich die Bedeutung stetig zu, wobei hier Sicherheitsaspekte eine besondere Rolle spielen.

2 Forschungsprojekt abgeschlossen

Eben diese Sicherheitsaspekte standen im Mittelpunkt eines breit angelegten Forschungsprojekts, welches an der Holzforschung Austria durchgeführt wurde. In mittlerweile mehr als fünfjähriger Forschungsarbeit wurden bislang unbeantwortete Fragen hinsichtlich Rutschverhalten, Befestigung, Ökoakzeptanz, Materialien, Konstruktion sowie Veränderungen beschichteter und unbeschichteter Böden über die Nutzungs dauer untersucht.

Herzstück des Forschungsprojekts bildet eine ca. 300 m² große Forschungsterrasse auf dem Areal der Garten Tulln (bei Wien), (Abb. 1a und b). Mehr als 70 unterschiedliche Varianten – heimische und nicht heimische Holzarten, modifizierte und imprägnierte Hölzer sowie WPC, unterschiedliche Oberflächenstrukturen, Oberflächenbe handlungen, Befestigungsarten und -systeme werden dort seit März 2010 im 1:1-Maßstab auf ihre Eignung im Terrassenbereich untersucht. Mit Unterstützung von mehr als 30 Unternehmen aller betroffenen Sparten und von sechs Verbänden der Holzwirtschaft ist Europas größte Forschungsterrasse unter freiem Himmel entstanden. Diese dient darüber hinaus der Öffentlichkeit als einzigartige Ausstellungsfläche, die die Vielfalt der zur Verfügung stehenden Lösungen zeigt. Aktuell werden die im dreijährigen Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse in einem weiterführenden fünfjährigen Monitoring abgesichert.

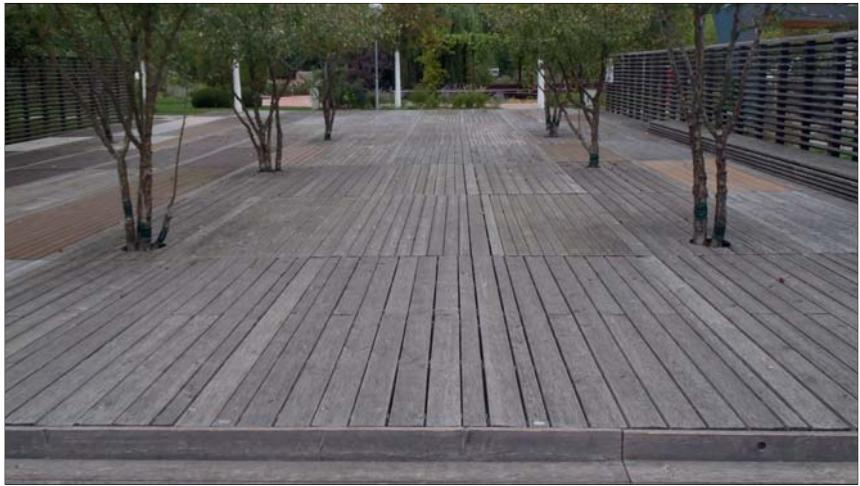
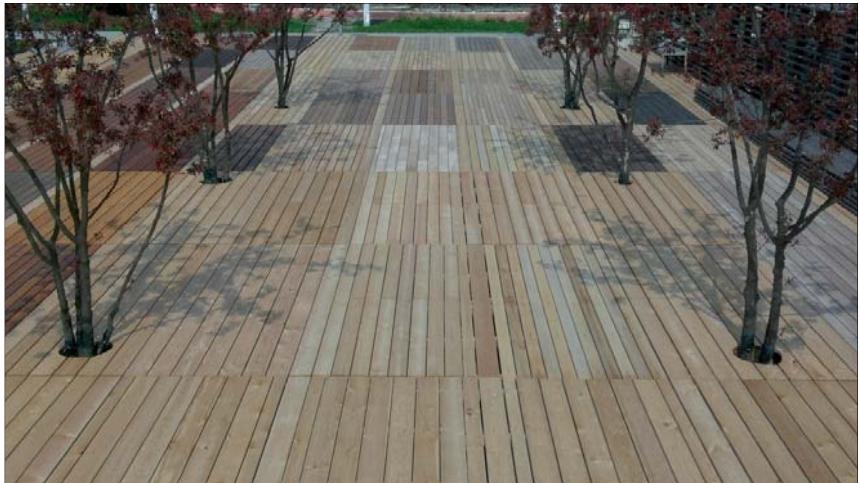


Abb. 1a und b: Forschungsterrasse in Tulln im Neuzustand (März 2010 – oben) und nach 5 ½ Jahren Bewitterung (September 2015 – unten)

3 Materialien im Härtetest

3.1 Native und modifizierte Hölzer

In dem Forschungsprojekt wurden verschiedenste native Holzarten sowie modifizierte Hölzer untersucht. Die in der Praxis häufig eingesetzten Holzarten Lärche, Douglasie, Eiche, Western Red Cedar, Teak, Ipé, Bangkirai, Sapelli und Cumaru sind gemäß dem Freilandversuch als gut geeignet zu bezeichnen. Robinie ist für hohe Beanspruchung geeignet, weist aber ein unregelmäßiges Erscheinungsbild und starke Rissbildung auf.

Thermisch behandelte Esche und Kiefer, naturharzbeladene ThermoEsche sowie acetylierte und kesseldruckimprägnierte Kiefer zeigen gute Eigenschaften und zeichnen sich durch hohe Formstabilität aus. Thermisch behandelte Buche ist aufgrund der trotz der Modifikation zu hohen Quell- und Schwindbewegungen, der Neigung zu massiver Rissbildung vor allem an den Brettenden sowie einer erhöhten Sprödigkeit für Terrassen nicht geeignet. Auch mittels Acetylierung konnte die Buche nicht für diese Anwendung „erfüchtigt“ werden.

3.2 Große Herausforderung für Beschichtungen

Neben den verschiedenen Materialien galt ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchung zahlreicher Beschichtungssysteme. Dabei zeigte sich, dass nur eine regelmäßige Wartung der Oberfläche ein zufriedenstellendes Erscheinungsbild gewährleistet. Dünnschichtige Lasuren waren deutlich pflegeleichter als Beschichtungen mit höheren Schichtdicken. Erstere können mit relativ geringem Aufwand über längere Zeit ein sehr ansprechendes Erscheinungsbild liefern, wobei die Wartungsintervalle zumeist relativ kurz sind. Beschichtungen mit höheren Schichtdicken sind sehr anfällig für Haftungsstörungen im Bereich von Verletzungen der Beschichtungsfilme und konnten auch mit Wartungsanstrichen nicht auf Dauer erhalten werden. Bei geriffelten oder profilierten Terrassenbrettern kommt es zu einer rascheren Abwitterung bzw. zu einem verstärkten Abrieb bei Begehung, was zu kürzeren Wartungsintervallen führen kann. Die untersuchten farblosen Beschichtungssysteme (Lasuren und Öle) sind für Holzterrassen nicht geeignet.

3.3 Gute Bewertung für keilgezinkte Bretter

Durch Keilzinkung ist es möglich, einzelne mehr oder weniger kurze Brettabschnitte in der Längsrichtung wieder zu Brettern gewünschter Länge zu fügen. Dadurch können aus dem Rohmaterial unerwünschte Holzmerkmale wie Harzgallen, Rindeneinschlüsse oder große Äste ausgekappt und Terrassenbretter in jeder gewünschten Sortierung und Länge hergestellt werden. Dem Aufwand der Keilzinkung ist der Vorteil einer sehr hochwertigen Ware gegenüberzustellen. Für die Verwendung im Außenbereich soll keine Lücke zwischen Zinkenspitze und Zinkengrund (= Zinkenspiel) vorhanden sein, als Zinkenlänge werden 10 mm empfohlen. Zur Verklebung ist ein Klebstoff vom Typ I nach EN 301 oder ein gleichwertiger Klebstofftyp zu verwenden. Mittlerweile liegen mehrjährige Erfahrungen über die Eignung keilgezinkter Bretter im bewitterten Außenbereich vor, aufgrund derer das Material als geeignet bezeichnet

werden kann (Abb. 2) . Zu berücksichtigen ist, dass optische Unterschiede aufgrund von Farbunterschieden oder unterschiedlicher Jahrringlage zu einem eher lebhaften Erscheinungsbild führen können, das auch nach längerer Bewitterung durch die Vergrauung nicht ganz ausgeglichen wird.



Abb. 2: Intakte Keilzinkung bei einem Terrassenbrett aus Lärchenholz nach 3 Jahren Bewitterung

4 Sicherheitsaspekte

4.1 Rutschsicherheit

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde eine etablierte Prüfmethode zur Bestimmung des Rutschverhaltens von Bodenbelägen über den Gleitreibungskoeffizienten weiterentwickelt. Mit dieser adaptierten Methode ist es nunmehr möglich, für sämtliche Terrassenbeläge in Längs- und Querrichtung, auf trockener und nasser Oberfläche, mit oder ohne Verformungen (Unebenheiten) die Rutscheigenschaften zu bestimmen.

Folgende Ergebnisse können zusammengefasst werden:

- Die meisten Terrassenbeläge aus Holz können im trockenen Zustand als ausreichend rutschhemmend bezeichnet werden.
- Im Nasszustand haben Terrassenbeläge einen um ca. 35 % niedrigeren Gleitreibungskoeffizienten als im trockenen Zustand und sind daher rutschiger. Ist eine Benutzung im nassen Zustand vorgesehen, können Zusatzmaßnahmen erforderlich sein.
- Glatte Oberflächen haben im Vergleich zu geriffelten Oberflächen einen höheren Gleitreibungskoeffizienten und sind somit weniger rutschig.
- Zwischen den einzelnen Holzarten gibt es kaum Unterschiede hinsichtlich des Rutschverhaltens. WPC-Beläge sind tendenziell rutschiger als Holzbeläge.
- Das Reinigen mit Wasser und Bürste entfernt „Gleitmittel“ wie Biofilm, Laub, Sand, Steine und dgl. und wird daher empfohlen.

4.2 Stolpergefahr vermeiden

Zur Vermeidung von Stolpergefahr ist eine funktionelle, sichere und dauerhafte Befestigung erforderlich. Die Befestigungsmittel müssen einerseits zu große Verformungen infolge von mechanischen/statischen Belastungen (Schüsselung, Verdrehung oder Verformungen durch Lasten wie Blumentröge, Sitzbänke, Begehung ...) verhindern, andererseits aber ein gewisses Maß an Verformungen aus dem Quellen und Schwinden des Holzes im Jahresverlauf zulassen. Unebenheiten von 5 mm und mehr sind dabei zu vermeiden, da man bereits hier von einer Stolpergefahr ausgehen muss. Neben Schrauben gibt es am Markt zahlreiche Systeme für die nicht sichtbare Befestigung von Terrassenbelägen, diese sollten einen Eignungsnachweis besitzen (Abb. 3a und b).

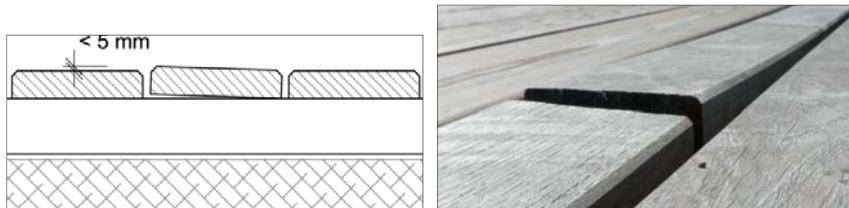


Abb. 3a und b: Höhenunterschiede („Stolperfallen“) sollten maximal 5 mm betragen

4.3 Schiefer minimieren

Aufgrund der Ergebnisse aus dem Freilandversuch kann die Empfehlung der Verwendung von Rift- und Halbriftbrettern anstelle von Fladerbrettern mit liegenden Jahrringen bestätigt werden, da dies eine wesentliche Verbesserung hinsichtlich der Schiefereigenschaften mit sich bringt. Ein weiterer Verbesserungsansatz liegt im Bürsten der Oberfläche. Beim Bürsten werden nach dem Hobeln in einem weiteren Arbeitsgang die weicheren Holzanteile („Frühholz“) aus der Holzoberfläche „herausgebürstet“ (Abb. 4a und b). Die entsprechenden Felder der Forschungsterrasse zeigen ein positives Verhalten, Langzeiterfahrungen sind noch abzuwarten. Weiters können Holzarten gewählt werden, die tendenziell weniger stark zu Schieferbildung neigen, wie Eiche, Ipé, Teak oder Western Red Cedar. Alternativ kann auch modifiziertes, wie z. B. thermisch behandeltes Holz oder WPC (Wood plastic composite) eingesetzt werden.

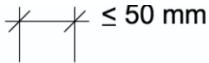


Abb. 4a und b: Ablösen der flach angeschnittenen Jahrringe auf der „rechten“ Brettseite bei Lärche (links) und schieferarme Oberfläche bei gebürsteter Lärche mit stehenden Jahrringen (Rift – rechts)

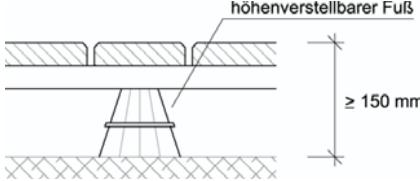
5 Die Grundregeln der richtigen Ausführung von Holzterrassen

Voraussetzung für jede Holzkonstruktion im Freien ist eine sorgfältige Planung und Ausführung nach den Grundsätzen des konstruktiven Holzschutzes. Oberstes Gebot ist es, eine länger andauernde Durchfeuchtung zu verhindern und ein rasches Abtrocknen zu gewährleisten. Dies wird durch eine möglichst gut durchlüftete Konstruktion erreicht, bei der die Kontaktflächen zwischen den Hölzern so gering wie möglich sind und kein oder nur wenig Bodenkontakt vorliegt. Bei hohen Ansprüchen ist auf die Sortierung des Holzes besonderes Augenmerk zu legen.

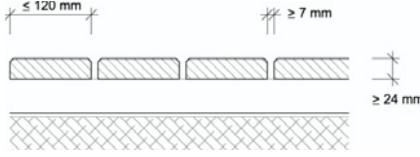
- Holz-auf-Holz-Kontaktflächen auf maximal $b \leq 50 \text{ mm}$ und $l \leq 150 \text{ mm}$ begrenzen:



- Zur optimalen Durchlüftung ausreichenden Abstand zum Untergrund $\geq 150 \text{ mm}$ vorsehen:



- Belagsbrettdimensionen: Breite $\leq 120 \text{ mm}$ empfohlen (bis 146 mm gebräuchlich), Dicke $\geq 24 \text{ mm}$ bei Nadelholz und $\geq 20 \text{ mm}$ bei Laubholz.
- Fugenbreite mindestens 7 mm bzw. 6 % der Brettbreite:

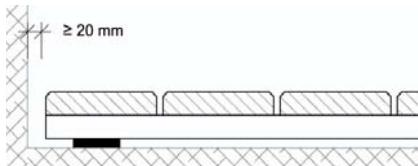


- Rift-/Halbriftbretter (Bretter mit stehenden Jahrringen) haben günstigere Eigenschaften als Fladerbretter (Bretter mit liegenden Jahrringen), sind jedoch mit deutlichen Mehrkosten verbunden:



- Holz ohne Markröhre und ohne Splint bevorzugen.

- Glatte Oberflächen haben günstigere Eigenschaften als geriffelte.
- Abstand zu umgebenden Bauteilen mindestens 20 mm:



- Lagesicherung der Belagsbretter in Quer- und Längsrichtung erforderlich.
- Schraubendurchmesser: bei Terrassen mit üblicher Nutzung $\geq 5 \text{ mm}$, bei Terrassen mit erhöhter Beanspruchung $\geq 6 \text{ mm}$.
- Befestigungssysteme (z. B. Klammern, Krallen etc.) benötigen einen Eignungsnachweis.
- Ist eine Oberflächenbeschichtung gewünscht, dann vorzugsweise eine „nicht-filmbildende“ Beschichtung (Imprägnierlasur, Dünnschichtlasur oder Öl) aufbringen sowie eine regelmäßige Wartung sicherstellen.
- Wartung und Reinigung sind in jedem Fall notwendig (Abb. 5a und b):

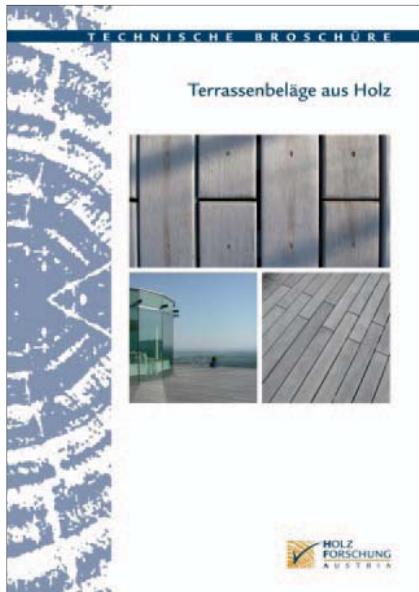


Abb. 5a und b: Jährliche Reinigung wenn möglich auch unter Lattenrost wird insbesondere bei intensiver Bepflanzung empfohlen

6 Weiterführende Informationen

Für Planung und Ausführung steht eine sorgfältige technische Detailbetrachtung unter Berücksichtigung des konstruktiven Holzschutzes an oberster Stelle. Materialien, Holzdimensionen, Befestigung sowie Ausführungsdetails sind dem Anwendungsfall entsprechend zu wählen. Vorauszuschicken ist jedenfalls, dass eine Terrasse nicht mit einem Wohnraum im Innenbereich gleichzusetzen ist und die Ansprüche an die Ästhetik nicht übertragen werden können. Horizontale Holzbeläge im Freien sind einer extremen Bewitterung ausgesetzt, schon allein aufgrund dieser Tatsache sind Veränderungen, wie z. B. Verfärbungen, Riss- und Schieferbildung oder Verformungen, bis zu einem gewissen Grad unvermeidlich. Selbst bei Einsatz derselben Holzart kann die gleiche Optik und Haptik innen und außen über einen längeren Zeitraum weder gefordert noch erwartet werden.

Weitere detaillierte Informationen können der demnächst in dritter Auflage erscheinenden technischen Broschüre „Terrassenbeläge aus Holz“ der Holzforschung Austria entnommen werden (Bestellung der Broschüre unter www.holzforschung.at):



Quellen/Literatur

SCHOBER, P. et al.: Terrassenbeläge aus Holz (Band 43 der HFA-Schriftenreihe), 2. Auflage 2014.

Alle Bilder und Zeichnungen: Holzforschung Austria.



Claudia Koch
Dipl.-Ing.

1994–2003: Studium der Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur Wien
seit 2003: Wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der Holzforschung Austria, Abteilung Bautechnik, Fachbereich Holzhausbau
Tätigkeiten (u. a.): Verfassen von Gutachtlichen Stellungnahmen im Bereich Konstruktiver Holzschutz/Bautechnik
Mitarbeit an der Neuerstellung der ÖNORM B 3802 Holzschutz im Bauwesen, Teile 1 bis 4
Forschungsschwerpunkt: Konstruktionslösungen für Holzbalkone, Terrassenbeläge und Fassaden
Vortragstätigkeit im In- und Ausland zu Holz im Außenbereich, Holzschutz sowie Qualitätssicherung

Veröffentlichungen (Auszug):

- SCHOBER, GRÜLL, KOCH ET AL. (2008): Balkone und Terrassenbeläge aus Holz, Band 12 der HFA-Schriftenreihe, 2. Auflage.
SCHOBER, KOCH ET AL. (2013): Holzböden im Freien, Medieninhaber und Herausgeber proHolz Austria, 1. Auflage.
SCHOBER, GRÜLL, KOCH ET AL. (2014): Terrassenbeläge aus Holz, Band 43 der HFA-Schriftenreihe, 2. Auflage.
SCHOBER, KOCH ET AL. (2014): Fassaden aus Holz, Medieninhaber und Herausgeber proHolz Austria, 2. Auflage.
-

Wie kommt der Holzbockkäfer ins Holz?

Befallswahrscheinlichkeit von technisch getrocknetem Holz durch den Hausbock (*Hylotrupes bajulus*) – Wie können Laborergebnisse und Praxiserfahrungen in Einklang gebracht werden?

Dirk Lukowsky

1 Einleitung

Die Gefahr eines Bauschadens durch den Hausbock ist für Bauteile aus technisch getrocknetem Holz in den Gebrauchsklassen 1 (GK 1) und GK 2 als unbedeutend einzustufen. Diese besondere Bewertung der technischen Trocknung in der DIN 68 800 Teil 1 wird mit der Abwesenheit von Schäden begründet. Gegner dieser Einschätzung verweisen jedoch auf fehlende Untersuchungen, zweifelhafte Statistiken und Praxisbeispiele, in denen Konstruktionsvollholz (Kvh) auch in der GK 1 vom Hausbock befallen wurde. Es ist zudem außerordentlich unbefriedigend, dass bisher kein belegbarer Mechanismus beschrieben wurde, der erklärt, wie eine technische Trocknung das Befallsrisiko nennenswert senken kann. Widersprüchlich bleibt, dass laut Teil 1 und 2 der Norm eine technische Trocknung vorbeugend wirksam sein soll, während laut Teil 4 der DIN 68 800 eine Heißluftbehandlung zur Bekämpfung eines Befalls keinerlei vorbeugende Wirkung hat.

Im Folgenden wird versucht die möglichen Erklärungen für die Wirkung der technischen Trocknung einzuordnen, auch auf der Grundlage von Erkenntnissen aus Dänemark, den USA und Australien. Die Suche nach Antworten durch Literaturrecherche und Befragung von Sachverständigen ist noch nicht abgeschlossen und der vorliegende Text beschreibt nur einen Zwischenstand als Diskussionsgrundlage.

2 Die Theorien

In Deutschland werden vorrangig drei Theorien für die vermutete oder scheinbare Wirkung der technischen Trocknung diskutiert:

- Befallsdruck:** Durch die flächendeckende Anwendung von vorbeugenden chemischen Holzschutzmaßnahmen wurde der Befallsdruck in Deutschland so stark reduziert, dass ein Befall durch den Hausbock unwahrscheinlich ist - unabhängig von der Trocknung. Technisch getrocknete Hölzer wären demnach gefährdet, falls der Befallsdruck aufgrund von fehlendem chemischen Holzschutz wieder zunehmen würde.
- Lockstoffe:** Die männlichen Hausbockkäfer werden durch holzeigene Inhaltsstoffe angelockt. Durch die technische Trocknung werden diese Lockstoffe stark reduziert, so dass ein Befall durch den Hausbock unwahrscheinlich ist.

3. **Holzfeuchte:** Die Feuchte von technisch getrocknetem Holz in der GK1 liegt deutlich unter dem Optimum für den Hausbock. Eine Entwicklung der Larven ist daher unmöglich oder stark verzögert.
Außer in Deutschland ist zudem die Theorie der Einschleppung von Larven im Bauholz oder durch Verpackungskisten üblich.
4. **Einschleppen:** Ein wesentlicher Verbreitungsweg für den Hausbock ist der Einbau von bereits mit Larven infiziertem Holz. Technisch getrocknete Hölzer sind vor allem durch die Abtötung der Larven während der Trocknung geschützt. Wenn neu infiziertes Holz in einem Dachstuhl eingebaut wird, kann dieser Befall auch auf technisch getrocknete Hölzer übergreifen.
Für Brettschichtholz und Konstruktionsvollholz bietet sich eine weitere Theorie an, die zwar von ihrer wissenschaftlichen Grundlage gut erforscht ist, als Begründung für die Abwesenheit von Befall bisher nicht diskutiert wurde (zumindest nicht in den ca. 80 Veröffentlichungen, auf denen dieser Text beruht).
5. **Schalkante:** Der Nährstoffgehalt (vor allem Eiweiß) von Kiefer und Fichte nimmt bereits im Splintholz von außen nach innen deutlich ab. Die gerade geschlüpften Larven (Eilarven) sind auf einen hohen Eiweißgehalt angewiesen. Bei Brettschichtholz und Konstruktionsvollholz in Sichtqualität sind diese Holzonen an nähernd nicht vorhanden. (Weitere für BSH und KVH spezifische Faktoren wären auch die geringe Anzahl von Rissen sowie die gehobelte Oberfläche).

3 Bewertung der Theorien

Die Theorien „Befallsdruck“ und „Lockstoffe“ gehen davon aus, dass Holz vorrangig durch anfliegende Käfer befallen wird. Erstaunlicherweise gibt es aber zu diesem als so selbstverständlich angenommen Ausbreitungsweg kaum eine fundierte Beschreibung. Zwar weiß man, dass die Käfer erst ab Temperaturen von 25 °C fliegen und dass die Käfer prinzipiell sehr gute Flieger sind. Aber ob die Käfer sich über den Flug nennenswert ausbreiten, wie weit sie tatsächlich fliegen und wie sie Bauholz auffinden - dazu gibt es annähernd keine Beschreibung. Das Potenzial von fliegenden Käfern, in moderne Dachstühle einzudringen und sich dort zu etablieren ist derzeit schlicht ungeklärt. Als Beleg für die Ausbreitung durch fliegende Käfer kann WICHMAND 1931 herangezogen werden (Anzeiger für Schädlingskunde, Heft 2, Seite 2-16):

„Die natürliche Verbreitung erfolgt gewöhnlich dadurch, dass die Tiere nach neuen Brutplätzen suchen. Der Ursprungsherd einer ganzen Reihe von jüngeren Befallsstellen lässt sich oft nachweisen. Im Umkreis eines alten Gebäudes, etwa einer Kirche, deren Boden selten betreten wird, und wo infolgedessen die Hausböcke viele Jahre hindurch ungestört bleiben, kann man einen ganzen Ring von Neuinfektionen finden und in deren Umkreis wiederum weitere Befallsstellen.“

Tatsächlich wäre ein solches gehäuftes Auftreten um einen lokalen Befallsherd ein sehr guter Beleg für den Flug der Käfer. Ein solches Befallsmuster wurde bei einer großflächigen Dokumentation von Hausbockschäden in der Stadt Lübeck im Jahr 1960 allerdings nicht festgestellt. 27 % der Gebäude wiesen aktiven oder abgestor-

benen Hausbockbefall auf. Die befallenen Gebäude waren nicht um Befallsherde konzentriert, sondern weitgehend regellos verteilt.

Die **Befallsdruck-Theorie** lässt sich schwer überprüfen, da es keine zuverlässige Abschätzung über die Intensität des derzeit vorhandenen Befallsdruck gibt und es sie wahrscheinlich auch in absehbarer Zeit nicht geben wird. Eigene Erfahrungen und die Befragung von Kollegen scheinen zu belegen, dass das heutige Vorkommen des Hausbocks wesentlich geringer ist als zwischen den Jahren 1920 bis ca. 1970, als der Hausbock anscheinend in extremem Ausmaß Häuser befallen hat. Da der vermutete Rückgang des Befalls mit der flächendeckenden vorbeugenden chemischen Behandlung von Bauholz einhergeht, könnte diese Erklärung zutreffen. In Dänemark wurde der Befall durch den Hausbock offenbar ebenfalls deutlich reduziert – dort jedoch vor allem durch die Anwendung des Heißluftverfahrens zur Bekämpfung von Befällen. Folgt man der DIN 68 800 Teil 4, hat das Heißluftverfahren aber keine vorbeugende Wirkung. Dennoch gab es in tausenden mit Heißluft behandelten Dachstühlen in Dänemark annähernd keinen Wiederbefall. Dies könnte durch den verringerten Befallsdruck verursacht sein, was dann mit der Einschätzung eines durch die vorbeugende chemische Behandlung verringerten Befallsdruck in Deutschland korrespondieren würde. Ob die Dänische Erfahrung diesen Schluss zulässt, wird kontrovers diskutiert.

Die **Lockstoff-Theorie** sollte durch Laboruntersuchungen eigentlich relativ einfach belegt oder widerlegt werden können. Aus der Gesamtschau der vorhandenen Literatur kann jedoch allenfalls eine schwache Reduzierung der Attraktivität von technisch getrocknetem Holz abgeleitet werden – und das vorrangig für Kiefer, wobei auch gegenteilige Ergebnisse vorliegen, bei denen z. B. Brettschichtholz aus Kiefer in sehr praxisnahen Laborversuchen attraktiver war als luftgetrocknetes Holz. Möglicherweise macht die technische Trocknung das Holz etwas weniger attraktiv für Hausbockkäfer – als wesentliche Ursache für die Abwesenheit von Befall kann dieser Mechanismus allerdings wahrscheinlich ausgeschlossen werden.

Die **Holzfeuchte-Theorie** wird im Informationsdienst Spezial des Informationsdienstes Holz aus dem Jahre 2008 beschrieben. Demnach ist die Holzfeuchte von technisch getrocknetem Holz vor allem für gerade aus den Eiern geschlüpften Larven (Eilarven) zu gering und eine Entwicklung kaum möglich. Diese Theorie stützt sich auf eine Veröffentlichung, in der nur die Holzart *Pinus taeda* (Weihrauch Kiefer) untersucht wurde und deren Zusammenfassung lautet: Vermutlich können sich Eilarven bei Holzfeuchten unter 10 % nicht entwickeln. Als Erklärung, warum sich der Hausbock in Dachstühlen oder in abgedeckt im Freien verbauten Holz nicht entwickeln könnte, ist die Studie völlig ungeeignet. Durch eine ausreichende Anzahl an Untersuchungen ist sicher belegt, dass sich Larven und auch Eilarven des Hausbocks auch in technisch getrocknetem Holz bei Holzfeuchten über ca. 10 bis 12 % entwickeln können.

Die **Theorie des Einschleppens** wird in Deutschland – und zwar ausschließlich in Deutschland! – allenfalls als Kuriosum aber ohne praktische Bedeutung angesehen. Liest man dagegen die Literatur zum Hausbock aus Dänemark, den USA, Australien oder Neuseeland, kann man den Eindruck erhalten, dass es sich dort um eine andere Käferart handelt. In Australien sind offenbar alle Hausbockbefälle in Gebäuden nachweisbar auf bereits infiziertes Holz zurückzuführen. In den USA gilt es als

selbstverständlich, dass ein Großteil der Befäle auf diesen Verbreitungsweg zurückgeht. Sowohl in Australien als auch in den USA wird daher eine technische Trocknung zum Verhindern von Befall durch Verschleppung empfohlen. In Neuseeland wurden vor 1961 Hausbocklarven in Möbeln, vor allem aber in Verpackungen aus Frankreich, Jugoslawien, Spanien, Portugal, Italien, Südafrika und Großbritannien gefunden. Mit großem Abstand waren Kisten zur Verpackung von Wein und Spirituosen aus Frankreich betroffen. In Australien und Südafrika wurde der Hausbock in Fertighäusern, z. B. aus Deutschland, eingeschleppt. Der oben als Beleg für die Ausbreitung des Hausbocks durch Anfliegen von benachbarten Häusern zitierte WICHMANN führt aus:

„Gleichgültigkeit und Torheit sind oft der Grund von neuen Infektionen. Wenn befallene Gebäude niedergeissen worden sind, wird das Holz z. B. als Brennholz verkauft oder unter die Arbeiter verteilt, die es mit nach Hause nehmen.“

Ansteckung durch das Mobiliar tritt ziemlich häufig ein.

In einigen Fällen ist es nachgewiesen, dass der Befall ebenso alt wie das Haus ist. Das Holz ist infiziert gewesen, als es vom Holzlager kam. Bei einer Untersuchung des Holzlagers hat sich dann herausgestellt, dass sich in den Schuppen Hausböcke befanden.“

Bei derartigen Berichten bekommt man den Eindruck, dass zumindest bis 1960 ...? Kisten, Möbel und Bauholz ganz regelmäßig mit Hausbocklarven ausgeliefert wurden. Wurde solches Holz auf Dachböden gelagert oder dort verbaut, war mit einem Übergreifen auf die Dachkonstruktion zu rechnen. Über diesen Befallsweg würde z. B. auch das Befallsmuster entstehen, wie es bei den großangelegten Erhebungen in den Jahren 1938 bis ca. 1950 beschrieben wurde. Es ist möglich, dass bestimmte regionale Sägewerke oder Holzhändler besonders häufig von Hausbock aus unachtsam gelagerten alten Hölzern betroffen waren und in ihrem Einzugsgebiet zu einer besonders intensiven Verbreitung des Hausbocks beigetragen haben.

Belegte Fälle von Hausbockbefall in KVH in der GK 1 lassen sich wahrscheinlich durch Einschleppung erklären. In einen Fall war z. B. eine Hausbocklarve in einem beidseitig durch OSB Platten hermetisch verschlossenen Wandaufbau aus KVH aktiv. Außer in der unmittelbaren Bauphase konnte demnach kein Käfer an das verbaute Holz gelangen. In einem anderen Fall war eine Larve im Deckenbalken eines Wohnzimmers aktiv – aufgrund der Position des Befalls ist ein Einwandern der Larve aus anderen Bauteilen ausgeschlossen. Eine Infektion nach der Trocknung, bei der Lagerung oder dem Transport ist hier die naheliegende Erklärung für den Befall. Wie häufig der Hausbock durch befallenes Holz eingeschleppt wird kann derzeit nicht abgeschätzt werden und es ist unwahrscheinlich, dass in nächster Zeit Zahlen dazu vorgelegt werden.

Die **Schalkanten-Theorie** ist prinzipiell sowohl für Fichte als auch für Kiefer durch zahlreiche fundierte Untersuchungen gut belegt. Die Holzzonen unmittelbar unter der Schalkante (syn. Waldkante) sind für eine schnelle Entwicklung von Eilarven förderlich. Die Larven des Hausbocks können zwar auch in Holz ohne Schalkante, mit geringerem Nährstoffgehalt überleben. Sie benötigen für Ihre Entwicklung jedoch eine längere Zeit. Dadurch zerstört zwar die einzelne Larve mehr Holz, aber gleichzeitig

sinkt die Chance, dass die Larve ihre Entwicklung abschließen kann. Unter anderem steigt mit abnehmendem Nährstoffgehalt wahrscheinlich die Häufigkeit von Kannibalismus unter den Larven. Es ist daher plausibel, dass technisch getrocknetes Holz im Sinne von BSH und KVH weniger vom Hausbock befallen wird, bzw. dass ein Befall eher abstirbt als in normalem Bauschnittholz. Dieser Effekt ist jedoch unabhängig von einer technischen Trocknung. Für Hölzer mit Schalkante wäre demnach unabhängig von der Trocknung ein Befallsrisiko gegeben.

Hausbockweibchen benötigen zur Eiablage geeignete Risse. Technisch getrocknete Hölzer haben in der Regel deutlich weniger Risse als die früher üblichen luftgetrockneten, bzw. mit Feuchten von über 30 % verbauten Hölzer. Ob dies einen Einfluss auf die mögliche Eiablage hat, ist nicht sicher bekannt. Dagegen spricht, dass solche Risse auch in KVH und BSH fast immer vorhanden sind und Hausbockweibchen auf der Suche nach einem geeigneten Ort für die Eiablage auch größere Strecken zurücklegen. Außerdem werden Eier auch in konstruktive Fugen oder in die Lücken zwischen dem Holz und Beschlagsteilen gelegt. Die geringere Rissbildung in KVH und BSH wird daher wahrscheinlich nur einen geringen Einfluss haben.



Lukowsky, Dirk
Dr.

Tischlermeister und Diplom-Holzwirt

seit 1999: Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Holzforschung (WKI);
Arbeitsschwerpunkte: Beschichtungen, Holzschutz und Schadensanalysen an Holz und Holzwerkstoffen

Mitglied im Normenausschuss zur DIN 68 800 Teil 1 und Teil 3, im
Fachausschuss Holzschutz und der International Research Group
on Wood Protection

Autor von ca. 40 Veröffentlichungen:

Veröffentlichung zum Hausbock: Lukowsky, H.-G.; Lukowsky, D: (2014): Anmerkungen zum Rechtsgutachten Prof. Thode zur DIN 68 800-1 (2011). Bauen Mit Holz, S. 58–59.

Fachbuch zu Schadensanalysen: Lukowsky, D. (2012): Schadensanalyse Holz und Holzwerkstoffe. IRB Verlag 240 Seiten. ISBN-13: 978-3816786306

Weitere Beiträge

Mehrgeschossiger Holzbau in der Stadt

Tom Kaden

1 Einleitung

Seit der Fertigstellung des Projekts e_3 für eine Bauherrengemeinschaft im Mai 2008 in Berlin, dem ersten siebengeschossigen Holzbau im Zentrum einer europäischen Großstadt, hat sich im Bereich des urbanen mehrgeschossigen Holzbaus viel getan: Gebaut werden mittlerweile 7-, 8-, 10-, 13- und 14-geschossige Holzkonstruktionen, und geredet wird über bis zu 20-geschossige Gebäude mit einem signifikanten Holzanteil in der Primärkonstruktion.



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

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 planen. 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 Holzbau liegt in Deutschland lediglich bei 2 %!

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 erachtete werden: Die Wahl der Konstruktion ist immer eine Frage der jeweiligen Bauaufgabe, des Zusammenhangs von Grundstücksgesgebenheiten, Geschoss Höhe, Bauherrenwunsch und vorhandenem Budget. Betont werden muss, dass gerade in diesem Kontext der differenzierten Bauaufgaben die innerstädtische Bebauungen immer auch als Hybridkonstruktionen gedacht werden können. 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 gedacht 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 seiner 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 Dämmsschichten aus geschäumten Heizöl zu begegnen ist! Wenn wir stattdessen den nachwachsenden Baustoff Holz klug in den Primärkonstruktionen der Wohn- und Gewerbegebauten 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 seit neuestem im Bundesland Baden-Württemberg 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?

Meine 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 weiter zu entwickeln 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 Zimmereien, 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 Partikulargeplänkel 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.

Beispiel 1: c13 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 (Abb. 1 bis 4):



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, Ent-
wurf Tom Kaden (Kaden Klingbeil),
Bauherr: Stiftung Bildung Werte Le-
ben Berlin



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

Beispiel 2: p1 in Berlin-Weißensee



Bild 5: P1 Berlin, Kaden und Lager

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 Grundgerüstes eingefügt werden konnten. Am Ende des Planungsprozesses stehen 48 grundsätzlich unterschiedlichen Wohnungs- und Gewerbegrundrisse zur Verfügung.

Beispiel 3: GESOBAU



Bild 6: Straßenfassade GESOBAU
Berlin, Kaden und Lager

Der mehrgeschossige Holzbau für eine Wohnungsbaugesellschaft in Berlin geht natürlich von einer sehr strengen Grundrisslösung, immer übereinander liegenden Wänden und Stützen aus und ist mithin prädestiniert für den modularen kostengünstigen Holzbau.

6 Zusammenfassung

Es steht außer Frage, dass der aktuelle Holzbau in Deutschland ingenieur- und fertigungstechnisch allen anstehenden Bauaufgaben gewachsen ist und das 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 Bildungs- und Forschungsbedarf im Holzbau ist sehr hoch in Deutschland und eine einzige Universität (TU München) mit einem hervorragenden Ausbildungsgangebot im Holzbau für Architekten reicht bei Weitem nicht aus, um den Bildungs- und Forschungsstau aufzuheben!

Nicht zufällig muss auch konstatiert werden, dass der deutsche Holzbau im Gegensatz zu unseren Nachbarländern Österreich und Schweiz keine wirtschaftlich starke und mithin 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) 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 der anderen Stelle die Konkurrenzfähigkeit in Frage stellt. Zufall?



Kaden, Tom
Dipl.-Designer

1982–1985: FH für angewandte Kunst, Schneeberg
1986–1991: Kunsthochschule Berlin-Weißensee Dipl.-Designer
1991–1993: Architektur Ingenieur Consult, Eisenhüttenstadt
1993–1996: Mitgesellschafter Gesellschaft Architektur Ingenieurwesen mbH Berlin
1996–2002: Architektur Büro Kaden
2002–2013: Kaden Klingbeil Architekten
seit 2015: Kaden + Lager
Lehrauftrag an der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung, Fachbereich Holzingenieurwesen
Preise:
Ingenieurbaupreis 2008
BDA-Preis 2009
Detail-Preis 2009 Holz
Deutscher Holzbaupreis
Effizienzhaus, Energieeffizienz und gute Architektur DENA
Deutscher Holzbaupreis 2015 für c13
Vorarlberger Holzbaupreis 2015 für c13
Berufung in den Konvent der Bundesstiftung Baukultur
Deutscher Bauherrenpreis

Bewitterte BSH-Konstruktion – Konstruktiver Holzschutz im Wandel¹

Holger Schmidt-Schuchardt

Einleitung

Freibewitterte Sonderbauwerke als Holzkonstruktionen, wie die hier vorgestellten Aussichtstürme in Felixsee und Burgk, erfordern von der Entwurfs- über die Genehmigungs-, Ausführungs- und Werkplanung bis zur baulichen Realisierung den ständig bewussten Umgang mit dem Thema Holzschutz. Kleine Versäumnisse oder nicht bis zum Ende durchdachte Details können schnell zu Einschränkungen der Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks und zu einer deutlichen Reduzierung der Nutzungsdauer führen.

An den beiden Beispielen sollen exemplarisch Erfahrungen, daraus resultierende Erkenntnisse und Entwicklungen im konstruktiven baulichen Holzschutz über einen Zeitraum von 2003 bis 2011 aufgezeigt werden.

Es sei an dieser Stelle der Hinweis gestattet, dass für jedes Bauwerk wiederum immer objektbezogene, eigenständige Lösungen entwickelt werden müssen.

2004 wurde der erste Aussichtsturm mit 36 m Gesamthöhe am Felixsee, einer ehemaligen Braunkohlengrube, errichtet. Über 160 Stufen gelangt man zur Aussichtsplattform in 30 m Höhe, die einen weiten Blick in die Lausitzer Landschaft gestattet. Auf drei Zwischenplattformen wird mit Schautafeln über die Geschichte der Region, den hier historischen Bergbau und die geologischen Besonderheiten informiert. Die Baukosten beliefen sich für die Holz- und Stahlkonstruktion auf ca. 300.000 €.

2010/11 wurde dann ein in seiner Grundkonstruktion vergleichbarer Aussichtsturm mit 43 m Gesamthöhe oberhalb der Saaleschleife in Burgk errichtet. Hier befindet sich die Aussichtsplattform in 36 m Höhe über dem Gelände und ermöglicht herrliche Ausblicke auf die Saale und die thüringische Berglandschaft. Der perfekte Standpunkt und die Höhe des Aussichtsturmes wurden hier bereits im Vorfeld optimiert und mit Hilfe einer 3D-Animation sowie fotodokumentarischen 360°-Untersuchungen ermittelt. Die Baukosten beliefen sich für die Holz- und Stahlkonstruktion auf ca. 735.000 €.

¹ Vortrag auf der 24. Sächsische Holzschutztagung 2015 am 14. März 2015 in Dresden.



Felixsee: errichtet 2004 – Zustand heute



Burgk: errichtet 2010/11



Aussichtsturm Felixsee kurz nach der Errichtung 2004 (Kalenderbild Bennert)

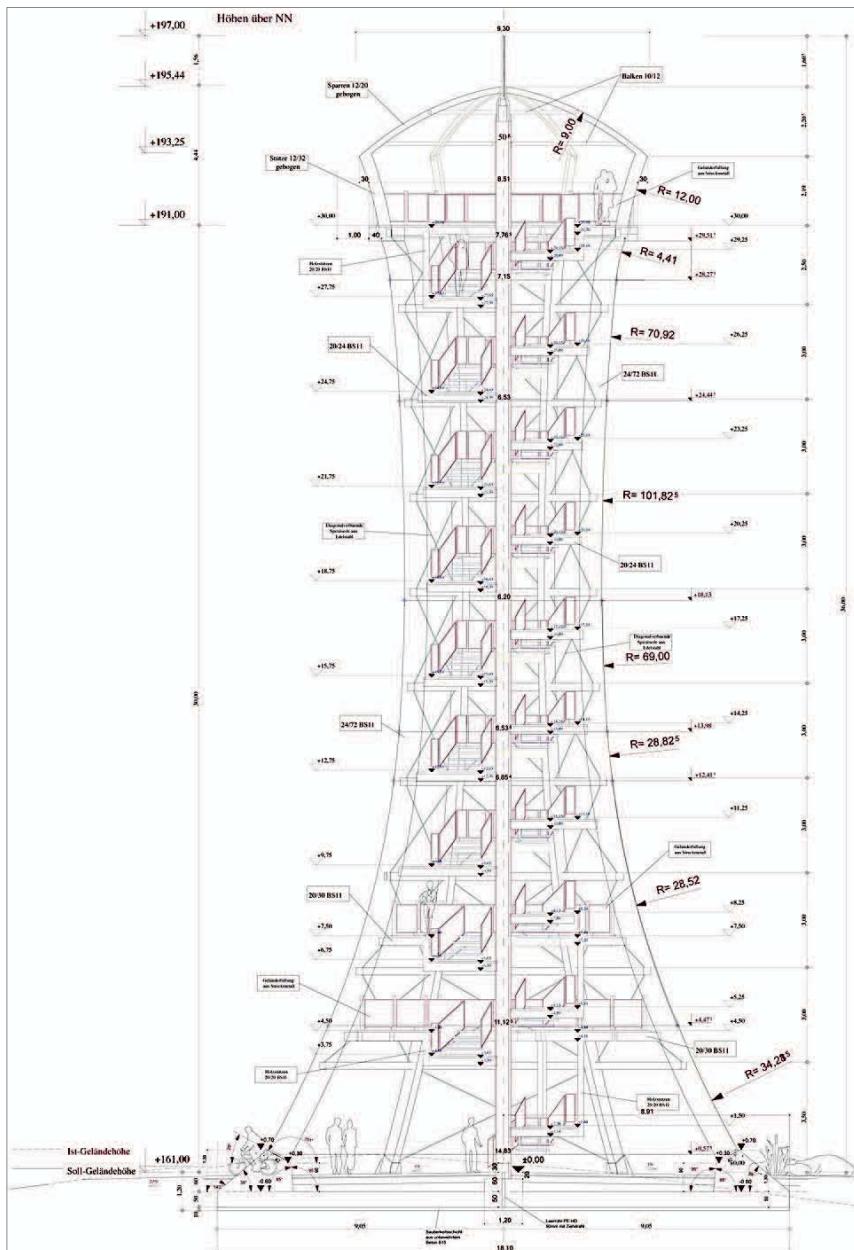


Aussichtsturm Burgk 2012 (*Kalenderbild Bennert*)

Beide Türme bestehen aus einer Holzkonstruktion, die sich um eine mittige Stahlstütze gruppieren. Sowohl die Mittelstütze als auch die parabelförmigen BSH-Bogenbinder tragen ihre Lasten in eine auf tragfähigem Baugrund frostfrei gegründete Stahlbetonbodenplatte ab. Die BSH-Binder sind dabei auf direkt in die Bodenplatte geführten, erhöhten Fundamentblöcken aufgelagert.

Die parabelförmigen BSH-Stützen bilden das Traggerüst und werden durch umlaufende Balken und Diagonalverbände als Zugstabsystem ausgesteift. Als weitere Aussteifungselemente wirken die als Scheiben ausgebildeten Zwischen- und Aussichtsplattformen. Der obere Turmabschluss wird durch eine Rahmenkonstruktion gebildet.

Erschlossen werden die beiden Türme über eine um die Mittelachse angelegte Treppeanlage mit geraden Treppenläufen und zwischengeschalteten Podesten sowie eingeschobenen Zwischenplattformen.



Konstruktionsprinzip

Der erforderliche Blitzschutz ist durch eine Blitzschutzanlage gewährleistet. Sowohl die Holz- als auch die Stahlbauteile wurden vorgefertigt und vormontiert sowie bereits oberflächenbeschichtet auf die Baustellen angeliefert. Vor Ort erfolgte dann die Endmontage mittels alpiner Zugangstechnik weitestgehend gerüstfrei und lediglich mit Unterstützung entsprechender Krantchnik.



Burgk: Montage der Binderpaare

An die stählerne Mittelrohrstütze wurden Stück für Stück die Bogenbinder aus Brettschichtholz über Radialriegel angelehnt. Mit Tangentialriegeln wurden die Bogenbinder untereinander verbunden. Radialriegel wurden zwischen den Bindern und der Mittelrohrstütze versetzt angeordnet angebracht. Zur Aussteifung der sechseckigen Turmkonstruktion dienen Zugstabsysteme – in Felixsee aus verzinktem Stahl und in Burgk aus glasperlengestrahltem Edelstahl.



Burgk: glasperlengestrahltes Edelstahl-Zugstabsystem im Anschluss an den mit einer hinterlüfteten Wetterschale geschützten Binder

Die Bindergrundkonstruktion besteht in Felixsee aus Brettschichtholz Fichte BS 11 mit 30 mm Lamellenstärke. Lediglich die oberste Lamellenlage wurde auf Anraten des Auftragnehmers als „Opferholz“ in der Holzart Lärche ausgeführt. Weitere konstruktive Holzschutzmaßnahmen, auch an anderen Holzbauteilen, wurden zum damaligen Zeitpunkt nicht gefordert.

Da die Konstruktion in die Gefährdungsklasse 3 einzuordnen war, wurde ein chemischer Holzschutz mit einem lösemittelhaltigen Holzschutzmittel (IV,P;W) nach der Verleimung bzw. dem Abbund aufgebracht. Die Endbeschichtung war mit einer Dickenschichtlasur ausgeschrieben, wurde davon abweichend aber mit einer diffusionsoffenen, lösemittelhaltigen Dünnenschichtlasur beschichtet. Die Treppenstufen und die Podestbeläge wurden mit kesseldruckprägnierten Lärchenbohlen ausgeführt.

Schon nach 10 Jahren Nutzungsdauer lässt sich heute sagen, dass die zum Errichtungszeitpunkt geplanten baulichen und chemischen Schutzmaßnahmen in Verbindung mit mangelndem Bauunterhalt nicht ausreichen, um dem Holzbauwerk in Felixsee eine Zukunft zu sichern.

Im Folgenden werden exemplarisch die kritischen Zustände dargestellt:



Felixsee 2015: Abgewitterte Oberflächenbeschichtung und Delamellierung der ungeschützten Brettschichtholzkonstruktion aus Fichtenholz, die als baulich-konstruktiver Holzschutz lediglich mit einer Opferdecklamelle aus Lärche „geschützt“ wurde.



Felixsee 2015: Hirnholzflächen mit unzureichendem Schutz, die Risse begünstigen einen Befall mit holzzerstörenden Pilzen, auf horizontalen Bauteilen sind die Schäden durch holzzerstörende Pilze schon offensichtlich.

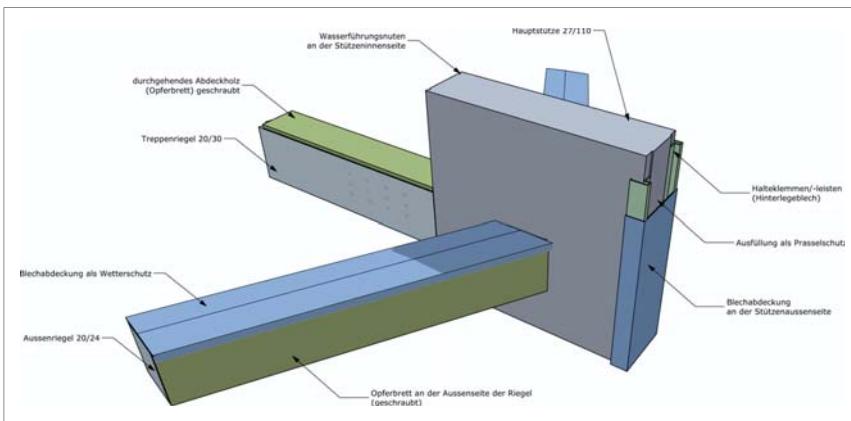


Felixsee 2015: Verzinktes Detan-Zugastabsystem nach 10 Jahren

Am Saaleturm in Burgk wurde hinsichtlich des konstruktiven Holzschutzes schon deutlich mehr getan. Zunächst wurden die Bogenbinder als BSH GL36h in Lärchenholz mit einer Lamellenstärke < 25 mm geplant und ausgeschrieben. Allerdings fand sich in Deutschland zum Zeitpunkt der Errichtung kein Leimholzhersteller, der für diese Anforderungen eine bauaufsichtliche Zulassung vorweisen konnte. Ein einziger Hersteller in Österreich besaß die Eignung, hätte aber den vorgesehenen Kostenrahmen deutlich gesprengt.

Es stellte sich nun die Frage, was eine bauaufsichtliche Zulassung im Einzelfall neben der Zeitverzögerung noch bedeuten könnte? Alternativ wurde dann über ein Nebenangebot eine akzeptable Lösung offeriert. Die Grundkonstruktion der BSH-Binder wurde aus Kieferholz gefertigt und erhielt eine hinterlüftete Wetterschutzschale, die, wenn nötig, ausgewechselt werden kann. Diese sogenannte Opferschicht – aus Lärchenholzschichtplatten hat die Aufgabe, dauerhafte Durchfeuchtungen an den tragenden Stützen zu verhindern, Fäulnisprozesse zu vermeiden und Schädlinge fernzuhalten.

Alle weiteren, horizontalen Bauteile wurden aus BSH GL24h Lärche mit Lamellenstärken < 25 mm ausgeführt, sind ebenfalls hinterlüftet und zusätzlich mit Blech abgedeckt, um die Dauerhaftigkeit der Konstruktion zu gewährleisten.



Burgk: Werkplanungsdetail des Nebenangebotes mit beispielhafter Ausführung (unten);
der BSH-Binder wird vollständig durch eine hinterlüftete Wetterschale geschützt,
horizontale BSH-Bauteile aus Lärche wurden mit Blechabdeckungen geschützt.





Auf den Außenseiten der Binder wurde eine Verblechung aufgebracht, die den BSH-Binder und die hinterlüftete Wetterschale regensicher abdeckt.

Damit sich die unschönen Erscheinungsbilder vom Aussichtsturm in Felixsee nicht wiederholen, war ein Wartungskonzept über 16 Jahre Laufzeit ebenfalls Bestandteil der Ausschreibung in Burgk. Trotz Verwendung von Leimhölzern im Außenbereich kann so eine Standzeit von 30 Jahren garantiert, bei regelmäßiger Wartung jedoch von 50 Jahren erwartet werden. Auf diese Weise ist hier schon von Anbeginn die Nachhaltigkeit des Bauwerkes gesichert, obwohl der verwendete Werkstoff Holz einer speziellen, erhöhten Pflege bedarf.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Sonderbauwerke aus Holz unter folgenden Bedingungen eine entsprechend lange Nutzungsdauer mit zufriedenen Eigentümern und Beteiligten erwarten lassen:

- umfassende fachkundige Planung und Ausschreibung;
- Ausschöpfen der baukonstruktiven Möglichkeiten zum Schutz des Werkstoffes Holz;
- fachgerechte Ausführung durch qualifizierte Fachfirmen;
- Bewusstsein des Eigentümers für das Sonderbauwerk und die dafür nötigen regelmäßigen Leistungen wie
 - Unterhalt,
 - Pflege und
 - Wartung.

In diesem Sinne sollten alle Beteiligten an solchen Sonderbauwerken tagtäglich ihr Tun hinterfragen!

Quellen/Literatur

ARING Bauplanung GmbH, Spremberg.

Bennert GmbH, Klettbach.

Strab GmbH, Hermsdorf.

DIN 68800 Teil 2 und 3 in den alten Fassungen von 1996 und 1990.

DIN 1052 in den Fassungen von 1996 und 2008.

Bildmaterial: Bennert + MONUMEDIA.

**Schmidt-Schuchardt, Holger**

Dipl.-Ing. Architekt

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

Holzanatomische Untersuchungen für die Praxis¹

Björn Weiß

1 Einleitung

Die holzanatomische Forschung, insbesondere die angewandte Holzanatomie, hat im IHD eine langjährige Tradition. Das breite Aufgabenspektrum umfasst u. a.

- makroskopische und mikroskopische Holzartenbestimmungen (Holz und Holzprodukte),
- mikroskopische Grenzflächenuntersuchungen (Oberflächen, Klebfugen),
- Holzschutzgutachten (Fenster, Fassaden Terrassen, Spielplatzgeräte, Garten- und Landschaftsbau, Sanierungsobjekte, ...),
- Untersuchung und Bewertung von Holzmerkmalen/Holzfehlern und
- Aufklärung von Schadensfällen und Reklamationen.

In diesem Beitrag wird auf einen Schadensfall näher eingegangen, bei dem das IHD beauftragt wurde, Verfärbungen an Eiche-Starkfurnier zu untersuchen.

2 Aufgabenstellung

Das IHD wurde beauftragt, Verfärbungen an Eiche-Starkfurnier zu untersuchen und die Art/Ursachen der Verfärbungen festzustellen.

3 Untersuchungsmaterial

Das Untersuchungsmaterial – Eichenstarkfurniere mit Verfärbungen – setzte sich wie folgt zusammen:

- Furniere ungeschliffen sowie verklebt und geschliffen (5 Probeabschnitte),
- etwa 10 Furnierblätter ungeschliffen (Entnahme im Werk),
- 15 Furnierblätter und 10 Parkettabsschnitte; ungeschliffen sowie verklebt und geschliffen.

Typische Bereiche und Verfärbungen wurden vom Auftraggeber gekennzeichnet. Abmessungen der Furnierblätter oder Paneele: etwa 2000 mm lang, 190 mm breit und 3,2 mm bzw. 13,2 mm dick (Foto 1a, 1b, 1c).

¹ Vortrag auf dem 3. Holzanatomischen Kolloquium am 1. und 2. Oktober 2015 in Dresden.



Foto 1a: Furniere geschliffen, ungeschliffen oder verklebt



Foto 1b: Furniere häufig mit Ästen und Verfärbungen



Foto 1c: Fehlstellen gekennzeichnet

4 Methodik der Untersuchungen

Im Rahmen der makroskopischen, visuellen Untersuchungen wurden zahlreiche Furnierblätter und Paneele untersucht, typische Verfärbungen erfasst, charakterisiert und für weitere mikroskopische Untersuchungen im Auf- und Durchlicht sowie für REM-Untersuchungen bzw. Elementaranalysen ausgewählt (TU Dresden, Lehrstuhl für Forstrutzung; Ernst Bäucker).

Die Auflichtuntersuchungen erfolgten mit dem Auflichtmikroskop „SMZ 1500“ der Firma Nikon bei 7 ... 100facher Vergrößerung, die Durchlichtuntersuchungen bei verschiedenen Beleuchtungsarten mit dem Forschungsmikroskop „ECLIPSE E 800“ bei 1000facher Vergrößerung. Für die Durchlichtuntersuchungen wurden aus den verfärbten Bereichen Holzdünnnschnitte in den holzanatomischen Haupt schnittrichtungen (quer-Q, tangential-T und radial-R) hergestellt. Im Rahmen der Präparation wurden die Holzdünnnschnitte mit spezifischen Nachweisreagenzien gefärbt (Baumwollblau in Ammans Lösung, Safranin, Astrablau). Über die entsprechende Kopplung mit dem Bildverarbeitungssystem „NIS-Elements D3.2“ und der digitalen „Camera DS-Fi1c“ wurden Messungen durchgeführt und Fotos erstellt. Anhand der ermittelten Merkmale wurden die Ursachen der Verfärbungen aufgeklärt.

5 Charakterisierung der Verfärbungen und Unterteilung (visuell)

Bei den visuellen Untersuchungen des Untersuchungsmaterials wurden verschiedene Verfärbungen festgestellt:

- lange grau-streifige Verfärbungen,
- schwärzlich flächig-streifige Verfärbungen,
- kurze schwärzliche Verfärbungen im Spätholz (gefladerte Bereiche),
- kurze dunkle Verfärbungen in Astnähe,
- sonstige Verfärbungen.

Als typische Verfärbungen wurden 2 Arten von Verfärbungen unterschieden:

- lange, grau-streifige Verfärbungen (Foto 2 bis 9) und
- kurze dunkle (schwarzhelle) Verfärbungen (Foto 10, 17, 21).

Nachfolgend wird auf diese beiden Arten der Verfärbungen näher eingegangen. Bei einigen verfärbten Furnieren treten beide Arten der Verfärbungen gleichermaßen auf.

6 Untersuchungsergebnisse

6.1 Grau-streifige Verfärbungen

Es handelt sich hierbei um lange, graue, etwas dunkel erscheinende Streifen oder Texturbereiche, die häufig mit der Jahrringstruktur einhergehen. Die etwas dunkleren Zonen heben sich mehr oder weniger deutlich von den angrenzenden helleren Holzbereichen ab. Auf den langen Furnieren kommen diese Verfärbungen immer wieder im Zusammenhang mit nicht fest verwachsenen Ästen vor (Foto 2, 3, 5, 8, 9). Diese Äste weisen Fehlstellen auf, wie z. B. Rindeneinwüchse, leichte Fäulniserscheinungen und Rissbildungen. Innerhalb der grau-streifigen Verfärbungen wurden jedoch keine biotischen Schädigungen, z. B. durch Bakterien, holzverfärbende oder holzzerstörende Pilze, festgestellt.

Ursache dieser Verfärbungen können stressphysiologische Reaktionen des Baumes sein, die durch äußere Einwirkungen, z. B. durch Astabbrüche, Fauläste oder klimatische Einflüsse (Frost- und Trockenstress), ausgelöst werden können. Das führt zu einer ungleichmäßigen Bildung und Konzentration von Kernstoffen (Gerbstoffe) in verschiedenen Zonen des Holzes.

Zur Dunkelfärbung des Holzes kommt es dabei erst bei Kontakt mit Luftsauerstoff durch Oxidation der Gerbstoffe, sie ist also unmittelbar nach der Furnierherstellung (Messern) noch nicht erkennbar. Der unterschiedliche Gerbstoffgehalt wird auch nach dem Bestreichen der Holzoberflächen mit einer 10 %igen Natriumnitritlösung an dem mehr oder weniger intensiven, schwarzen Farbumschlag sichtbar (Foto 4, 5).

Lange, grau grau-streifige Verfärbungen; häufig in Astnähe:



Foto 2: Verfärbungen in Astnähe; linke Oberfläche angeschliffen



Foto 3: Verfärbungen in Astnähe; linke Oberfläche angeschliffen



Foto 4: unterer Teil angefärbt, dunklere Bereiche mit höherem Gerbstoffanteil als hellere Bereiche



Foto 5: unterer Teil angefärbt, dunklere Bereiche mit höherem Gerbstoffanteil als hellere Bereiche

Grau-streifige Verfärbungen in Astnähe:



Foto 6: kurze, strichartige Verfärbungen



Foto 7: Probe geschliffen (Verfärbungen nicht nur an der Oberfläche)



Foto 8: streifenartige Verfärbungen um Faulast



Foto 9: streifenartige Verfärbungen um Faulast

6.2 Kurze dunkle (schwärzliche) Verfärbungen

6.2.1 REM-Untersuchungen und Elementaranalysen

An einer schwärzlich streifig verfärbten und zum Vergleich an einer unverfärbten Probe wurden im Bereich der Oberflächen REM-Untersuchungen und Elementaranalysen durchgeführt (Foto 10). Die Beprobung und Untersuchung erfolgte vor den mikroskopischen Untersuchungen zu einem Zeitpunkt, als die Ursachen der Verfärbungen noch nicht geklärt waren und vermutet wurde, dass es sich bei den dunklen, schwarzen, kurzen streifigen Verfärbungen um Verbrennungen der Oberfläche durch Schleifen oder auch um Gerbstoff-Verfärbungen handeln könnte.

Bei diesen Untersuchungen wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede bzgl. des Anteils verschiedener chemischer Elemente zwischen den verfärbten und unverfärbten Bereichen festgestellt.

Es sind weder im Kohlenstoffgehalt Unterschiede vorhanden, noch wurde Eisenmetall festgestellt. Damit konnten die ersten Vermutungen, dass es sich um Verbrennen der Oberfläche durch Schleifen oder auch um Gerbstoff-Verfärbungen handeln könnte, ausgeschlossen werden.

6.2.2 Mikroskopische Untersuchungen auf Schadorganismen und Strukturbesonderheiten

Die relativ kurzen, dunkel schwärzlichen Verfärbungen wurden auf den Furnieren innerhalb der Jahrringe ausschließlich in den Spätholzbereichen festgestellt. Diese dunklen Verfärbungen kommen meist gehäuft vor und sind üblicherweise relativ gleichmäßig in Astenhähe angeordnet (Foto 17, 18). Auffallend ist, dass sie einseitig von Ästen auftreten.

Weiterhin kommen diese markanten, dunklen, strichartigen Verfärbungen im dickwandigsten Teil des Spätholzes vor und betonen so in tangential eingeschnittenen Bereichen die gefladierte Textur oder in radialen Bereichen die gestreifte Textur (Foto 10, 22).

Bei visueller Betrachtung erinnert diese Art der Verfärbung an Brandspuren, die bei der mechanischen Bearbeitung mit stumpfen Werkzeugen auf Oberflächen- und Querschnittsfächeln entstehen können. Durch Abhobeln der Oberfläche und Glattschneiden der Furnierquerschnitte in diesen Bereichen wurde aber festgestellt, dass diese Verfärbungen nicht nur oberflächlich vorhanden sind, sondern auch in tieferen Bereichen im dickwandigsten Teil des Spätholzes vorkommen. Häufig weisen die dunklen Verfärbungen einen gewissen speckigen Glanz auf (Foto 12, 23).

Bei den mikroskopischen Holzstrukturuntersuchungen dieser verfärbten Bereiche wurden auf den angefertigten Holzdünnabschnitten sehr dickwandige, stark gequollene Faserwände festgestellt (Foto 13). Bei weiteren mikroskopischen Untersuchungen und mit Hilfe von spezifischen Anfärbungen mittels Safranin-Astrablau wurde in diesen Bereichen auffallend viel Reaktionsholz (Zugholz) festgestellt, was letztendlich für diese dunklen Verfärbungen ausschlaggebend ist (Foto 10 bis 24).

Erläuterung Zugholz

Bäume bilden bei Schiefstellung durch einseitige Belastung, z. B. bei Hanglage, schrägem Wachstum oder einseitigem Windangriff, Rütt- oder Sondergewebe (Reaktionsholz) aus, um die Schiefstellung/Belastung auszugleichen. Bei Laubbäumen wird auf der zugbelasteten Stammseite und auch im Bereich der Astoberseiten als Reaktionsholz das sogenannte Zugholz gebildet.

Die Zellwände des Zugholzes sind dahingehend verändert, dass die Sekundärwände der Fasern sehr dick und nicht lignifiziert sind und somit fast aus reiner Zellulose bestehen. Die Zugholzbereiche erscheinen daher in der Regel heller als das umgebende Holz. Warum das im vorliegenden Fall nicht so ist, wird in der Zusammenfassung erläutert.

Mikroskopisch sind die Zugholzfaseren nach Anfärbung mit Safranin und Astrablau daran zu erkennen, dass die Sekundärwände aus einer blau gefärbten, dicken, quellbaren gelatinösen Schicht bestehen, die auch als G-Schicht bezeichnet wird. Die Mittellamellen und Primärwände der Fasern sind verholzt (lignifiziert) und färben sich mit Safranin rot (Foto 14, 15, 16, 19, 21, 24).

Auf der dem Zugholz gegenüberliegenden Stamm- oder Astseite bildet sich Stützholz aus. Die Fasern sind hier dickwandig, vollständig verholzt und färben sich durch den Farbstoff Safranin rot.

7 Zusammenfassung; Interpretation und Erklärung

Die angewandte Holzanatomie hat im IHD eine langjährige Tradition. Das breite Aufgabenspektrums umfasst neben Holzartenbestimmungen auch mikroskopische Grenzflächenuntersuchungen (Oberflächen, Klebfugen), Holzschutzgutachten, die Untersuchung und Bewertung von Holzmerkmalen/Holzfehlern und die Aufklärung von Schadensfällen und Reklamationen.

Exemplarisch wird ausführlich auf einen Schadensfall eingegangen, bei dem Verfärbungen an Eiche-Starkfurnier untersucht und die Schadensursachen festgestellt wurden.

Bei den mikroskopischen Holzstrukturuntersuchungen wurde festgestellt, dass in diesen dunkel verfärbten Bereichen fast ausschließlich Sondergewebe/Reaktionsholz (Zugholz) vorhanden ist. Die Faserwände des Zugholzes sind dahingehend verändert, dass die Sekundärwände der Fasern sehr dick sind, fast keine Lumen aufweisen, nur teilweise lignifiziert sind und einen höheren Zelluloseanteil aufweisen. Durch ein verändertes Lichtbrechungsverhältnis erscheinen diese Zugholzbereiche auf der Oberfläche und am Querschnitt nach jeder Art der Bearbeitung dicht, dunkel und speckig glänzend.

Mikroskopisch sind die Zugholzfaseren nach Anfärbung mit Safranin und Astrablau daran zu erkennen, dass die Sekundärwände aus einer blau gefärbten, dicken, quellbaren gelatinösen Schicht bestehen, die auch als G-Schicht bezeichnet wird. Die Mittellamellen und Primärwände der Fasern sind verholzt (lignifiziert) und färben sich mit Safranin rot (Foto 14, 15, 16, 19, 21, 24).

Die Zugholzbereiche erscheinen makroskopisch aufgrund der nicht signifizierten Sekundärwände und damit höheren Zellulosegehalte üblicherweise etwas heller als das umgebende Holz. Dass im vorliegenden Fall das Zugholz im Bereich der Verfärbungen deutlich dunkler, fast schwärzlich ist, liegt an den technologischen Verfahren innerhalb der Furnierherstellung (Dämpfen/Kochen, Wärmeeinwirkung bei der Fürtiertrocknung) sowie an damit verbundenen Oxidationsreaktionen von Inhaltsstoffen mit Luftsauerstoff (Foto 10, 17, 21). Ebenso spielt die Holzart und die Holzauswahl eine Rolle.

So wurden für die angestrebte rustikale Paneloptik engerig gewachsene Eichenholzstämme von geringeren Durchmessern ausgewählt, die aber offensichtlich auch viele Äste und damit verbunden viel Reaktionsholz (Zugholz) aufwiesen.

Weiterführende Literatur

GÖTZ, K: Die innere Optimierung der Bäume als Vorbild für technische Faserverbundete. Forschungszentrum Karlsruhe; wiss. Berichte FZKA 6552; 2000.

HUSIEN, N.; ROFFAEL, E.; HAPLA, F.: Zum Nachweis von Zugholz in Holzwerkstoffen. Holz als Roh- und Werkstoff 54(1996), S. 235–242.

NEUMANN: Zugholzfasern mit G-Schicht bei Eiche (Diplomarbeit); 2005.

SACHSE, H.: Untersuchungen über Eigenschaften und Funktionsweise des Zugholzes der Laubbäume. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, Band 35; 1965.

WAGENFÜHR, R.: Anatomie des Holzes. Fachbuchverlag Leipzig; 1989.

WEIB, B.: Holzanatomisches Labor im Institut für Holztechnologie Dresden. Restauro 5/2001, S. 398, 339.

Anlage: Fotodokumentation der Verfärbungen (makroskopisch, mikroskopisch)

Kurze, streifenartige, schwärzliche Verfärbungen im Spätholz:



Foto 10: Probe für REM-Untersuchungen bzw.
Elementaranalyse

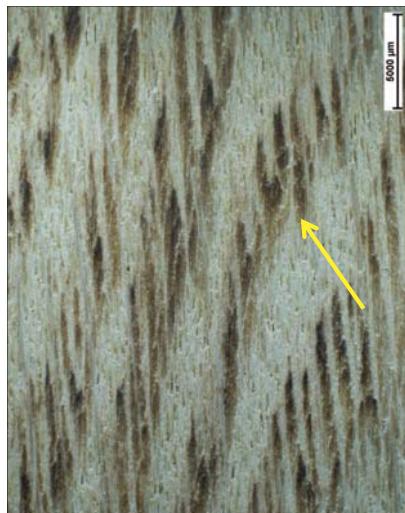


Foto 11: kurze strichartig, schwarze
Verfärbungen im Spätholzbereich; M 5:1

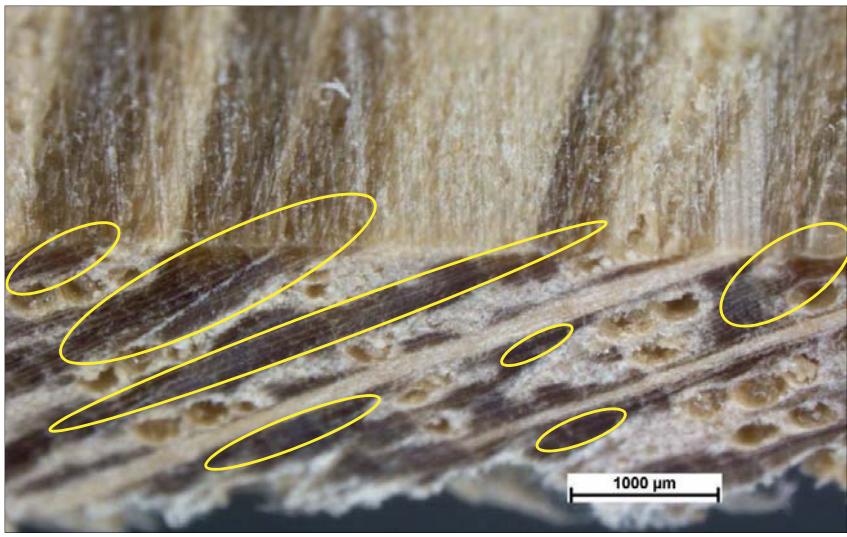


Foto 12: Oberseite und Querschnitt Probe 7; dunkle Verfärbungen (Zugholzbereiche) auf der
Oberseite und über die gesamte Furnierdicke; M 20:1

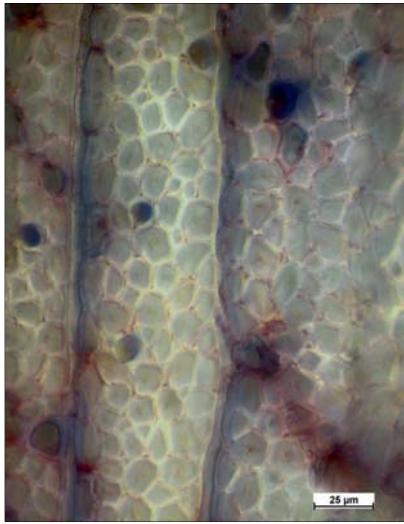


Foto 13: Querschnitt (Q) Probe 1; verfärbter, dickwandiger Spätholzbereich im Durchlicht; Faserwände extrem gequollen; M 600:1

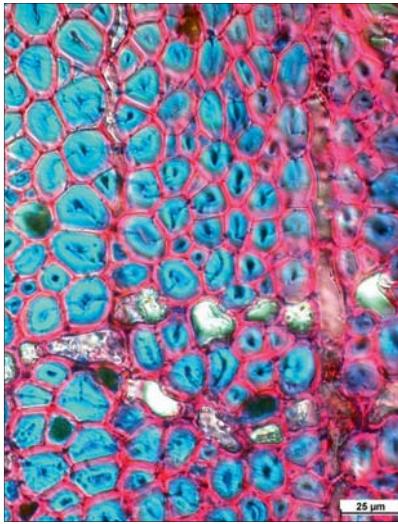


Foto 14: Q; Spätholzbereich angefärbt; gelatinöse, nicht lignifizierte Sekundärwände (G-Schichten) haben sich blau gefärbt = Zugholzfasern; M 600:1

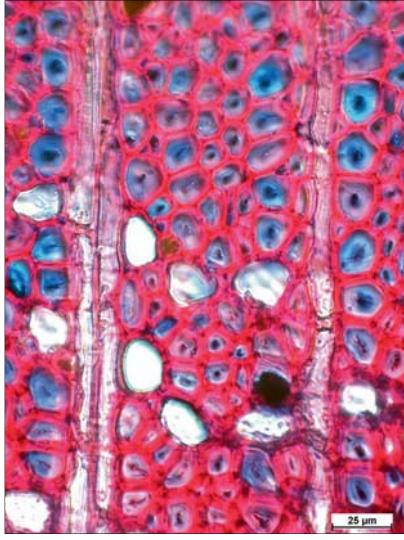


Foto 15: Q; verfärbter Bereich mit viel Reaktionsholz; M 600:1



Foto 16: Q; Stützholzbereich, lignifizierte Faserwände rot gefärbt; M 600:1

Kurze schwärzliche Verfärbungen in Astnähe:



Foto 17: kurze dunkle Verfärbungen im Spätholz, einseitig von einem Ast



Foto 18: kurze dunkle Verfärbungen im Spätholz; M 5:1



Foto 19: Q; Bereich von Zugholzfasern mit blau gefärbten Sekundärwänden (G-Schicht); M 600:1

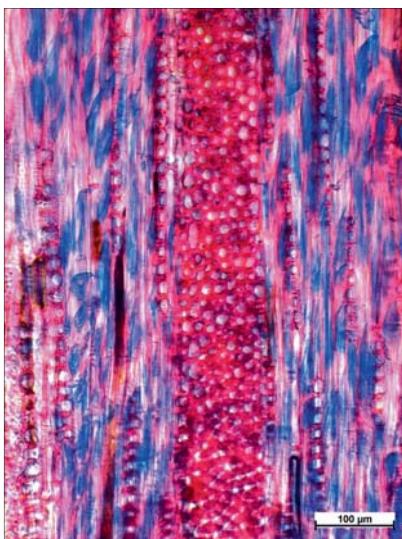


Foto 20: T; im Bereich der Verfärbungen blau gefärbte Zugholzfasern; M 200:1

Kurz gezackte, schwärzliche Verfärbungen bei gefladerten Texturen im Spätholz:

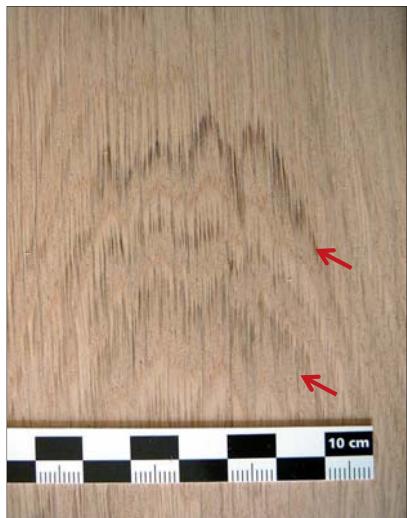


Foto 21: kurze dunkle Verfärbungen im Spätholz der Jahrringe

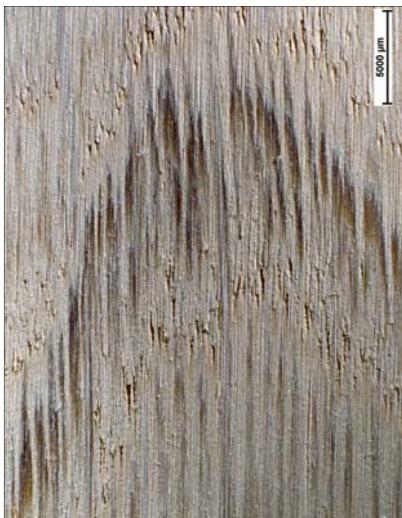


Foto 22: dunkle Verfärbungen im Spätholz erscheinen dicht und glasig; M 5:1



Foto 23: dunkle Verfärbungen im Spätholz erscheinen dicht und glasig; M 20:1

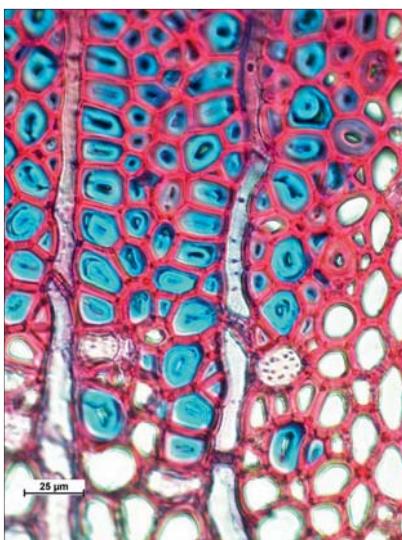


Foto 24: Q; Zugholzbereich mit blau gefärbten Sekundärfaserwänden (G-Schicht); M 600:1



Weiß, Björn
Dipl.-Ing. (FH)

- 1981: Facharbeiter für Holztechnik
1986: Dipl.-Ing. (FH), Fachrichtung „Möbel und Bauelemente“
1988: Fachmann/Sachkundiger für Holzschutz
seit 2013: Anerkennung als Sachverständiger für das Sachgebiet Holz durch das Bundesministerium für Umwelt und Naturschutz
seit 1986: wiss. Mitarbeiter und Projektleiter im Institut für Holztechnologie Dresden (IHD); Arbeit im Holzanatomischen Labor, Ressort Biologie/Holzschutz; Bearbeitung von Forschungsthemen und Gutachten auf dem Gebiet Holz und Holzschutz
seit 1994: Dozent im Rahmen der Ausbildung zum Sachkundigen für Holzschutz des SÄHs-Verbandes
seit 1997: Dozent bei EIPOS; Lehrgebiet: Holz, Holzarten, Pilze
seit 2000: Lehrauftrag an der Staatlichen Studienakademie Dresden im Fachgebiet Holzkunde

Mitgliedschaften:

- seit 1991: Mitglied im Sächsischen Holzschutzverband e. V.
seit 2004: Beiratsvorsitzender und Mitglied im Vorstand des Sächsischen Holzschutzverbandes e.V.
seit 2007: Mitarbeit in DIN-Normausschüssen und Mitarbeit im WTA
seit 2012: Berufung in das Prüfungsgremium Holzschutz der IHK Leipzig

**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: 18.–29.01.2016 (Prüfung am 05.02.2016)

Wochenendkurs, auch für Studenten (Fr/Sa):

09.09.–29.10.2016 (Prüfung am 05.11.2016)

Weitere Informationen: www.sachkunde-holzschutz.de

Sächsischer Holzschutzverband e.V.

Zellescher Weg 24 · D-01217 Dresden

Telefon/Fax: +49 351 46624-92

E-Mail: info@holzschutz-sachsen.de

Internet: www.holzschutz-sachsen.de

Schäden an Spielplatzgeräten aus Holz¹

Günter Wilmanns

Kurzfassung

Spielplätze sind Orte zum Toben und Experimentieren. Daher müssen sie auch sicher sein. 100%-ige Sicherheit gibt es nicht, gefährlich wird es auf Spielplätzen nur dann, wenn versteckte Gefahren an Spielgeräten vorhanden sind. Diese versteckten Gefahren sind in der Regel von Kindern nicht erkennbar und können somit zur unmittelbaren Gefahr werden. Leider lassen sich nicht alle versteckten Gefahren konstruktiv vermeiden. Viele dieser Mängel entstehen erst mit einer starken Frequentierung der Geräte oder durch das fortschreitende Alter der Produkte. Typische Beispiele für diese versteckten Gefahren sind beispielsweise starke Verschleißerscheinungen sowie beginnende oder fortgeschrittene Fäulnis von Standkonstruktionen (meist an horizontalen Hölzern und im Erd-Luft-Zonen-Bereich). Diese müssen frühzeitig erkannt und beseitigt werden, damit es nicht zu Unfällen durch einstürzende Konstruktionen infolge der Schädigung durch Holz zerstörende Pilze und Insekten kommt.



¹ Vortrag auf der 24. Sächsische Holzschutztagung 2015 am 14. März 2015 in Dresden.

1 DIN EN 1176

Die DIN EN 1176 besteht insgesamt aus 11 Teilen, wovon 9 Teile ausgearbeitet sind:

- Teil 1 Allgemeine sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren
- Teil 2 Zusätzliche besondere sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren für Schaukeln
- Teil 3 besondere sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren für Rutschen
- Teil 4 Zusätzliche besondere sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren für Seilbahnen
- Teil 5 Zusätzliche besondere sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren für Karussells
- Teil 6 Zusätzliche besondere sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren für Wippgeräte
- Teil 7 Anleitung für Installation, Inspektion, Wartung und Betrieb
- Teil 10 Zusätzliche besondere sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren für vollständig umschlossene Spielgeräte
- Teil 11 Zusätzliche besondere sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren für Raumnetze

Die Teile 8 und 9 dienen gegenwärtig als Platzhalter. Hier sollen u.a. einmal Festlegungen zu behindertengerechten Spielgeräten getroffen werden.

Für die Teile 1–7 gibt es Berichtigungen. Außerdem enthält das Beiblatt 1 Erläuterungen und Informationen zu den Teilen 1–4, 10 und 11 sowie zusätzliche Hinweise für Einbeingeräte. Einbeingeräte sind Spielgeräte die entweder nur einen Standpfosten besitzen oder die Standpfosten in einer Reihe stehen – z. B. Reckanlagen mit unterschiedlich hohen Reckstangen.

2 Forderungen der DIN EN 1176 zu Materialien, Montage und Wartung

Die europäische Norm für Spielplätze und Spielgeräte betrachtet u. a. folgende Gesichtspunkte:

Spielplatzgeräte

... werden heute aus verschiedenen Materialien gefertigt:

- Holz,
- Stahl,
- Recycelter Kunststoff.

Werkstoffe

- sorgfältig auswählen – besonders bei extremeren Klima- und Witterungsbedingungen,
- Bauteile aus Holz so herstellen/installieren, dass Wasser schnell ablaufen kann,
- Auswahl und Verwendung müssen europäischen Normen entsprechen,

Montage

- betriebssichere Montage,
- Einhaltung örtlicher Sicherheits- und Baubestimmungen,
- Bereitstellung entsprechender Montageunterlagen durch Hersteller,
- Produktinformationen durch Hersteller,
- Vorgaben zu Wartung und Instandhaltung durch Hersteller.

Nach Fertigstellung eines neuen Spielplatzes sollte eine sachkundige Person eine Inspektion der Installation vornehmen, um die Übereinstimmung mit dem/den relevanten Teil(en) der EN 1176 zu bewerten

3 Allgemeine Produktinformation

Der Hersteller/Vertreiber muss Anweisungen in der Sprache bzw. in den Sprachen jenes Landes zur Verfügung stellen, in dem die Anlage installiert und genutzt werden soll. Die Anweisungen müssen dem Folgenden entsprechen:

- die Anweisungen müssen lesbar und einfach sein,
 - nach Möglichkeit müssen Abbildungen verwendet werden und
 - die Anweisungen müssen mindestens die nachstehenden Informationen enthalten:
1. Einzelheiten der Installation, des Betriebs, der Inspektion und der Wartung des Geräts;
 2. Abschnitt oder Anmerkung für den Betreiber, dass bei intensiver Beanspruchung der Anlage verstärkte Durchsichten und/oder Wartungen vorzunehmen sind; und/oder die Standsicherheit des Gerätes von einem Pfosten abhängt;
 3. Hinweis zur Vermeidung besonderer Gefahren für Kinder aufgrund unvollständiger Installation oder Zerlegung oder auch während Reparatur- bzw. Wartungsarbeiten.

Der Hersteller/Vertreiber sollte auf Verlangen der Käufer Kopien der Prüfberichte zur Verfügung stellen.

3.1 Vorinformation

Der Hersteller/Vertreiber muss vor der Auftragsannahme Informationen in Bezug auf die Sicherheit der Montage, z. B. per Katalogdatenblatt, zur Verfügung stellen.

Diese Mitteilung muss zumindest die folgenden Informationen, wo anwendbar, enthalten:

- a) Mindestraum,
- b) Anforderungen an Böden (einschließlich freie Fallhöhe und Ausdehnung der Böden),
- c) Gesamtmaße der größten Teile,
- d) Gewicht des schwersten Teiles/der schwersten Baugruppe in Kilogramm,
- e) Anleitung hinsichtlich der vorgesehenen Benutzergruppe für das Gerät,
- f) ob die Anlage lediglich für den Einsatz in geschlossenen Räumen oder unter Aufsicht vorgesehen ist,
- g) Verfügbarkeit von Ersatzteilen und
- h) Zertifikat für die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm.

Informationen für Inspektion und Wartung

Die Anweisungen müssen auch Folgendes festlegen:

- a) falls erforderlich, die Pflegepunkte und die Pflegeverfahren, z. B. Schmierung, Nachziehen von Verschraubungen, Nachspannen von Seilen;
- b) dass die Ersatzteile den Spezifikationen des Herstellers entsprechen müssen;
- c) falls für einige Geräteteile eine spezielle Entsorgungsbehandlung erforderlich ist;
- d) Identifizierung von Ersatzteilen;
- e) während der ersten Zeit nach der Inbetriebnahme erforderliche zusätzliche Maßnahmen, z. B. Nachziehen von Verschraubungen, Nachspannen von Seilen;
- f) Notwendigkeit, Abflussöffnungen freizuhalten;
- g) dass Fallschutzböden gewartet werden müssen, besonders, dass die Füllstände von losem Füllmaterial eingehalten werden müssen.
- h) dass GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) ersetzt oder repariert werden sollte, bevor die Glasfasern durch Abnutzung oder Beschädigung hervortreten. Das gilt besonders für Rutschen.

4 Forderungen DIN EN 1176 zu Schutzmitteln

Der direkte Kontakt von Holz und Kinderhänden ist auf Spielplätzen etwas ganz Alltägliches da Kinder direkten Kontakt zum Holz haben und oft Sachen in den Mund stecken, sollte man bei der Wahl der Hölzer, deren Verarbeitung und insbesondere der verwendeten Holzschutzmittel besondere Vorsicht walten lassen. Besser ist es, Holz konstruktiv zu schützen und auf Gifte zu verzichten.

Ein Holzschutz ist nur dann nötig, wenn die gewählte Holzart gegen Pilzbefall nicht resistent ist. Gefährliche Substanzen dürfen bei der Herstellung von Spielplatzgeräten nicht so verwendet werden, dass sie beim Benutzer der Geräte Gesundheitsbeeinträchtigungen verursachen können.

Um toxische Risiken zu vermeiden, sollte besondere Beachtung auf Oberflächenanstriche gelegt werden. Wo es durch konstruktive Maßnahmen vertretbar ist, sollte generell auf chemischen Holzschutz verzichtet werden.

Zu den verbotenen Werkstoffen in Deutschland gehören z. B., Asbest, Blei, Formaldehyd, Steinkohlenteeröle, Carbolineum, arsenhaltige Holzschutzsalze und polychlorierte Biphenyle (PCB) – sind aber nicht allein auf diese beschränkt.

Letzter Punkt gilt jedoch nicht bei anderen Mitgliedern der Europäischen Gemeinschaft, deren Exporte in Deutschland am Markt zu finden sind!

Sind **chemische Schutzmaßnahmen** erforderlich, dann

- Hölzer der Dauerhaftigkeitsklassen 3 bis 5 durch Imprägnierung mit chemischen Holzschutzmitteln behandeln,
- es sind ausschließlich sogenannte fixierende wasserbasierte Präparate mit amtlichen Prüfzeichen einzusetzen,
- es sollten möglichst chromfreie Imprägniersalze verwendet werden,
- als Einbringverfahren ist Kesseldrucktränkung anzuwenden,
- die behandelten Hölzer sind erst nach der Fixierung auszuliefern,
- die Oberflächen der Hölzer sind zuvor von löslichen Rückständen der Imprägniermittel zu befreien,
- die Verwendung von Dickschichtlacken (Bootslack u. ä.) sollte vermieden werden, da diese aufsplittern können und somit Verletzungsgefahr entsteht.

Anstriche sollten – sofern sie überhaupt zur Anwendung kommen – aus Dünnschichtlasuren bestehen, da diese keine scharfkantigen Abblätterungen hervorrufen. Die Verwendung von Dickschichtlacken (Bootslack u. ä.) sollte vermieden werden, da diese aufsplittern können und somit Verletzungsgefahren entstehen.

Im Vordergrund steht daher die Verwendung

- lösemittelfreier, speichelfester Lacksysteme,
- Verwendung wasserlöslicher Lasuren,
- formaldehydfreie Lacke, Leime und sonstige Materialien.

5 Konstruktive Maßnahmen/Lösungsansätze

Es gibt drei Möglichkeiten, Holz am Spielplatz zu verbauen:

1. Holzart mit ausreichender natürlicher Eigenresistenz,
2. Holzart mit nicht ausreichender natürlicher Eigenresistenz mit vorbeugenden baulichen Maßnahmen,
3. Holzart mit nicht ausreichender natürlicher Eigenresistenz mit chemischen Schutzmaßnahmen.

Die letzte Bauart ist die billigste und die, die uns in der Regel die meisten Schwierigkeiten bereitet.

Da Spielplatzeinrichtungen nach DIN 68800 Teil 3, den Gebrauchsklassen 3 und 4 zuzuordnen sind, müssen entsprechende Maßnahmen zum Schutz der verbauten Hölzer ergriffen werden – vorrangig vorbeugende bauliche Maßnahmen:

- keine Hölzer mit waagerecht liegenden Flächen einbauen,
- horizontale Hölzer so einbauen, dass keine Risse nach oben zeigen,
- rissarme, kerngetrennte Hölzer verwenden,
- Stirnflächen sollten abgeschrägt (noch besser: abgedeckt) sein,
- Stöße sind mit etwas Luft auszuführen bzw. mit Abstandhaltern,
- Hölzer mit Erdkontakt vermeiden → durch Verwendung von Pfostenschuhen o. ä.,
- Hölzer mit entsprechenden Dauerhaftigkeitsklassen verwenden (Douglasie, Robinie),
- Schraubenverbindungen in das Holz eisenken bzw. vorbohren, sodass keine unnötigen Risse oder Ausbrechungen entstehen → Abdeckungen verwenden,
- Staumassen von Wasser durch angeschrägte Flächen vermeiden,
- Kein ungeschütztes Splintholz verwenden,
- Einsatz modifizierter Hölzer.

Entscheidend ist die Trennung von Holz und Einbaugrund sowie die Vermeidung von Staunässe – also sogenannten Feuchtenestern.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der **Fallschutz**.

Die Verwendung von Rindenmulch oder Holzschnitzel provoziert geradezu die Ansiedlung von Holz zerstörenden Pilzen. Der „übliche“ Fallschutz (Sand oder Kies) nimmt sehr viel Feuchtigkeit auf, die dann in die Hölzer eindringt. Daher sind Aufständerungen/Pfostenschuhe ein probates Mittel im Rahmen der vorbeugenden baulichen Maßnahmen.

6 Bildliche Beispiele



Moderfäule



Moderfäule



Standpfosten im Rindenmulch –
überall Pilzmycel



Aufständerungsvariante – übrigens ein so
genanntes Einbeingerät



Aufständerungsvariante



Aufständerungsvariante



Fehl geschlagene Aufständerung, da geringer Abstand zum Fallschutz



Defekter oberer Standpfosten infolge fehlender zu Abdeckung
17.05.2005



Die Abrundung ist zwar ganz gut, verhindert aber nicht die Zerstörung
24.09.2014



Vorbildliche Abdeckung
01.09.2014



Vorbildliche Abdeckung
08.05.2009



Vorbildliche Abdeckung – außer an der Quertraverse
25.04.2007



Vorbildliche Abdeckung aber nur am Standposten – an den Verschraubungen fehlen Abdeckungen



Opferbrett mal ja mal nein



Gute Lösung mit Opferbrett bzw. Abdeckung



halbherzig: Standpfosten mit Abdeckung – Bohrlöcher ohne Abdeckung



2 auf einen Streich – vorbildliche Abdeckungen aber Risse auf der Oberseite



„ ... die einen sagen so und die anderen sagen so...“ – keine gute Lösung



Blättlingsbefall an Einfassung



hier wird es gefährlich



Blättlingsbefall – innen bereits alles zerstört



starke Rissbildung – Fingerfangstelle



Schaden durch fehlende Abdeckung



Holzschäden durch zu starkes Anziehen



Gut gemeint – Abstandhalter aber zu groß
(Hirnholzschaden an Quertraverse)

7 Zusammenfassung

Mit geringem regelmäßigen Aufwand, lassen sich Kinderspielplätze über viele Jahre betriebssicher erhalten. Leider zeigte sich in letzter Zeit, dass sich zu sehr auf vorbeugende chemische Holzschutzmaßnahmen verlassen wurde. Der bauliche Holzschutz muss stärker in den Vordergrund rücken. Oftmals spielt eine laienhafte Kontrolle der Spielplätze eine Rolle, sodass es zu vermeidbaren tödlichen Unfällen kam – was allerdings mit dem konstruktiven und vorbeugenden chemischen Holzschutz nicht im Zusammenhang steht.

Es sollte vor allem darauf geachtet werden, dass Spielplätze und deren Einrichtungen regelmäßig von sachkundigen Fachleuten auf eventuelle Beschädigungen und noch vorhandene Tauglichkeit untersucht und vorhandene Schäden sofort behoben werden.

Nach DIN EN 1176-7 (Abs. 6.2.) sind regelmäßige, unterschiedlich intensive Inspektionen vorgeschrieben:

1. Visuelle Inspektion (Sichtkontrolle)

„Für stark beanspruchte oder durch Vandalismus gefährdete Spielplätze kann sich eine tägliche Inspektion dieser Art erforderlich machen“ → ansonsten bis 14-tägig.

2. Operative Inspektion (Verschleißkontrolle)

„Diese Inspektion sollte alle 1 bis 3 Monate oder nach Maßgabe der Hersteller-Anweisungen vorgenommen werden.“

3. Jährliche Hauptinspektion (Sicherheitskontrolle)

„In Abständen von nicht mehr als 12 Monaten vorzunehmende Inspektion“

Spezielle **Checklisten** sind sehr hilfreiche Maßnahmen für eine erfolgreiche Kontrolle. Dennoch sollten Sie daran denken: Der Blick eines Fachmanns erkennt mehr und genauer, als es der Laie mit Hilfe einer „Checkliste“ je könnte. Heute werden Spielplatzprüfungen bereits mit Softwareprogrammen vorgenommen, die eine GPS-Erfassung ermöglichen und somit einen nicht verfälschbaren Nachweis gestatten.

Z. B.:

- Spielplatzmobil Pro,
 - d.b.g. Spielplatzkataster oder
 - das digitale Spielplatzkataster von g-diag.
-



Wilmanns, Günter
Dipl.-Ing. (FH)

1974: Abschluss Studium an IHS Cottbus
bis 2003: Tätigkeit als Bauingenieur in verschiedenen Betrieben und Institutionen
2002/2003: EIPOS-Ausbildung zum Sachverständigen für Holzschutz
2004: Ausbildung zur Fachkraft für Kinderspielplätze
2004: Selbständigkeit als Sachverständiger für Holzschutz

Autorenverzeichnis

Aicher, Simon *Dr. rer. nat.*

Leitender Akademischer Direktor, MPA Universität Stuttgart, Abteilung Holzkonstruktionen

Hafkesbrink, Volker *RA*

Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht der Kanzlei Hafkesbrink & Kühne, Leipzig

Kaden, Tom *Dipl.-Designer*

Architekt bei Kaden + Lager, Berlin

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

Diplom-Holzingenieur (FH), Inhaber Büro für Holzbau und Bauphysik Leipzig

Koch, Claudia *Dipl.-Ing.*

Wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der Holzforschung Austria, Wien

Lukowsky, Dirk *Dr.*

Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Braunschweig

Weiß, Björn *Dipl.-Ing. (FH)*

Institut für Holztechnologie Dresden

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

Bennert GmbH, Weimar

Wilmanns, Günter *Dipl.-Ing. (FH)*

Sachverständigenbüro Holzschutz, Zella-Mehlis



Fachtitel rund um den „Eurocode 5 – Holzbau“

In Vorbereitung

Beuth Kommentar

Eurocode 5

DIN EN 1995-1-1 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

von Karin Lißner, Wolfgang Rug

1. Auflage 2016. ca. 300 S. A4. Broschiert.

Subskriptionspreis bis zum Erscheinen 88,00 EUR,
danach 108,00 EUR | ISBN 978-3-410-24838-5

Erscheint im Dezember 2015

Mit dieser ersten Auflage stellen die Autoren nun erstmalig eine **vollständige Kommentierung des Normtextes** bereit. Zahlreiche Bilder und Tabellen veranschaulichen die Kommentare.

Der Eurocode 5 enthält Festlegungen zu:

- || Tragfähigkeit || Gebrauchstauglichkeit
- || Dauerhaftigkeit || Feuerwiderstand von Holzbauten

Die konsolidierte Fassung der Norm berücksichtigt alle bisherigen Änderungen und Berichtigungen.

Beuth Kommentar

Eurocode 5

DIN EN 1995-1-1 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

Kommentierte Kurzfassung

von Karin Lißner, Wolfgang Rug, Damir Zorcic

1. Auflage 2013. 184 S. A4. Broschiert.

54,00 EUR | ISBN 978-3-410-20755-9

Um den Inhalt des EC 5 transparenter zu machen und so die Anwendung aller bestehenden Regeln in der Praxis zu erleichtern, wird hier eine **konsolidierte Kurzfassung** der DIN EN 1995-1-1:2010-12 einschließlich Nationalen Anhang bereitgestellt. An wichtigen Passagen wurden zusätzliche **Kurz-Kommentare** eingefügt, um die komplexen Zusammenhänge zu erläutern.



NEU:

Bauwerk

Holzbau kompakt nach Eurocode 5

Bauwerk-Basis-Bibliothek

von Nikolaus Nebgen, Leif A. Peterson

5., überarbeitete Auflage 2015.

280 S. 24 x 17 cm. Broschiert.

38,00 EUR | ISBN 978-3-410-25455-3

Alle Angaben sind auf dem neuesten Stand nach

DIN EN 1995-1-1:2010-12,

DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 und

DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07.

Änderungen gegenüber der Vorauflage:

Ergänzungen und Aktualisierungen in den Bereichen Querzugverstärkung, Holzschauben, Verbindungsmittelebstände, Durchbiegungsnachweise und neue Festigkeitsklassen gemäß DIN EN 14080:2013-09. Außerdem wird Bezug auf die DIN EN 1995-2/NA:2011-08 genommen.

Diese und viele weitere Titel zum Thema Holz finden Sie auch unter: www.beuth.de/go/holzbau

FAXBESTELLUNG +49 30 2601-1260

TELEFON +49 30 2601-2260
E-MAIL kundenservice@beuth.de

Publikationen (Auszug)

2015

EIPOS (Hrsg.) und 13 Autoren

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 Immobilienbewertung und Sachverständ am Bau 2015

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

241 Seiten, zahlr. farbige Abb., Kartoniert

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.) und 11 Autoren

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.) und 14 Autoren

Tagungsband der EIPOS-

Sachverständigentage Brandschutz 2013

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

204 Seiten, EIPOS-Eigenverlag

ISBN 978-3-9814551-2-0

EIPOS und 11 Autoren

Tagungsband der EIPOS-Sachverständigen-

tage Immobilienbewertung und

Sachverständ am Bau 2013

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

263 Seiten, IRB-Verlag

ISBN 978-3-8167-9022-8

2012

EIPOS und 9 Autoren
Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2012
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
146 Seiten, IRB-Verlag
ISBN 978-3-8167-8839-3

EIPOS (Hrsg.) und 12 Autoren
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2012
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
240 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9814551-1-3

EIPOS und 11 Autoren
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2012
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
185 Seiten, IRB-Verlag
ISBN 978-3-8167-8693-1

2010

MANKEL, W. (Hrsg.) und 13 Autoren
Schutz des Holzes IV
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
DIN A5, 174 S. FORUM EIPOS, Band 23, expert verlag, Renningen,
ISBN-13: 978-3-8169-3035-8

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

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 11 Autoren
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

2011

MANKEL, W. (Hrsg.) und 11 Autoren
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.) und 12 Autoren
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.) und 11 Autoren
Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2011
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung
170 Seiten, EIPOS-Eigenverlag
ISBN 978-3-9809371-8-4

2009

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 10 Autoren
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

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 13 Autoren
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.) und 11 Autoren
Immobilien- und Bauschadensbewertung II
Beiträge aus Forschung, Praxis und Weiterbildung
DIN A5, 270 Seiten mit CD, FORUM EIPOS, Band 18, expert verlag, Renningen,
ISBN 978-3-8169-2948-2

2008

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 10 Autoren

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.) und 13 Autoren

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.) und 15 Autoren

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.) und 12 Autoren

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

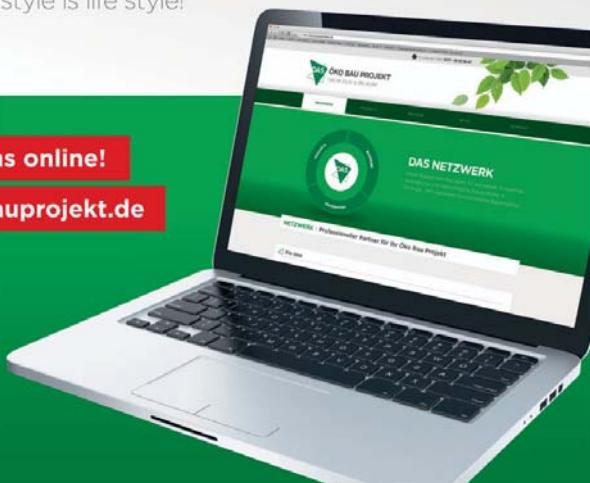


ÖKO BAU PROJEKT

nature style is life style!

Besuchen Sie uns online!

www.dasoekobauprojekt.de



DIE BESTE HK-LASUR ALLER ZEITEN
Der effizientere Holzschutz



Remmers Aqua HK-Lasur
Der effizientere Holzschutz

- Zeit- und Geldersparnis dank 3in1 – Imprägnierung, Grundierung & Lasur
- Wasserbasiert und noch langlebiger
- Extrem schnelle Trocknung: mehrere Anstriche an einem Tag
- Keine Verdünnung für die Reinigung der Arbeitsgeräte erforderlich
- Bei Renovierungen i.d.R. kein An schleifen erforderlich

Holzschutzmittel vorsichtig verwenden. Vor Gebrauch stets Etikett und Produktinformationen lesen.

www.remmers.de/Aqua-HK-Lasur

Weiterbildung im Bauwesen

berufsbegleitend · anwendungsorientiert · praxisnah

Bauwerkserhaltung

- Sachverständiger für Bautenschutz und Bausanierung
- Fachplaner für Bauwerksinstandsetzung nach WTA
- Sachverständiger für Holzschutz
- Sachkundiger Planer für Beton-erhaltung

Bauschadensbewertung

- Sachverständiger für Schäden an Gebäuden – Stufe I + II
- Sachverständiger für Schäden im konstruktiven Ingenieurbau

Projektmanagement

- Grundlagen kompakt (3 Tage)
- Bau- und Immobilien-Projektmanagement

Energieoptimiertes Bauen

- Sachverständiger für Energieeffizienz von Gebäuden
- Energieberater für Baudenkmale
- Effizienzhaus-Planer und -Baubegleiter
- Zertifizierter Passivhausplaner

NEU im Programm

- Fachplaner für Barrierefreies Bauen
- Building Information Modeling

Sachverständigentage und
Tagesseminare zu aktuellen Themen
ergänzen die Sachverständigen- und
Fachplaner-Qualifizierung



EIPOS seit 2015 im WTC Dresden

Freiberger Straße 37 | D-01067 Dresden | Tel.: +49 351 4047042-10 | E-Mail: eipos@eipos.de

www.EIPOS.de

EIPOS■
CERT

Fachlich kompetent. Beruflich erfahren.

Persönlich zertifiziert nach DIN 17024!

*Für Ihre Karriere
mit Sachverstand*



IMMOBILIENBEWERTUNG*



*akkreditiert nach DIN 17024



SCHÄDEN AN GEBÄUDEN



BRANDSCHUTZ

www.eiposcert.de

**Qualifikation
schafft Zukunft!**



**Herausgeber:
EIPOS GmbH**

Das Europäische Institut für postgraduale Bildung hat sich seit 1990 als Kompetenzzentrum für postgraduale Bildung von Fach- und Führungskräften im deutschsprachigen Raum positioniert.

Als ein Unternehmen der TUDAG Technische Universität Dresden Aktiengesellschaft bietet die EIPOS GmbH als Ihr anerkannter Partner praxisorientierte Weiterbildung auf Hochschulniveau:

in den Bereichen:

- Bauwesen, Immobilienwirtschaft, Brandschutz und Unternehmensführung

in Form von:

- berufsbegleitenden Studiengängen mit der Dresden International University,
- Lehrgänge für Fach- und Führungskräfte wie z. B. Sachverständige und Fachplaner,
- Seminare, Tagungen und Inhouseschulungen,
- Publikationen von Fachbeiträgen und Tagungsreferaten sowie von Ergebnissen wissenschaftlicher Arbeiten.

**Europäisches Institut für
postgraduale Bildung GmbH**
Ein Unternehmen der TUDAG
Technische Universität Dresden AG

D-01067 Dresden, Freiberger Straße 37
Telefon: +49 351 4047042-10
Telefax: +49 351 4047042-20
E-Mail: eipos@eipos.de

ISBN 978-3-8167-9532-2

ISBN 978-3-8167-9532-2



9 783816 795322

www.EIPOS.de

Fraunhofer IRB ■ Verlag