

TAGUNGSBAND SACHVERSTAND AM BAU IMMOBILIENBEWERTUNG HOLZSCHUTZ 2021

BEITRÄGE AUS PRAXIS,
FORSCHUNG UND
WEITERBILDUNG



Landesverband
Sachsen
öffentliche bestellter und vereidigter sowie
qualifizierter Sachverständiger e.V.

Fraunhofer IRB ■ Verlag

Wir sind Ihre Sachverständigen

BVS-Sachverständige sind qualifizierte Berater, Gutachter und Experten mit nachgewiesenem Fachwissen und stehen Ihnen in über **250 Sachgebieten** wie zum Beispiel "Bauwesen", "Immobilienbewertung" oder "Technische Gebäudeausrüstung" zur Verfügung.



b.v.s
Sachverständige

www.bvs-ev.de/svz

Das Sachverständigenverzeichnis

**Unsere Abdichtungssysteme
basieren auf Flüssigkunststoff.**

Sie schützen die Betonbauwerke
dauerhaft vor Feuchtigkeit und Umwelt-
einflüssen. Selbst komplexe Details und
Anschlüsse werden nahtlos abgedichtet.

- Schnelle und
sichere Verarbeitung
- Durchdachte Detaillösungen
- Zertifizierte Systeme
- Praxiserfahrung aus
über 40 Jahren

Triflex
Gemeinsam gelöst.

DAUERHAFTER
SCHUTZ
FÜR
BALKONE,
FLACHDÄCHER
UND PARKDECKS.



www.triflex.com



Energetische Balkonsanierung

- schwer entflammbare Abdichtungs-Systemlösung (C_{fl}-s1) gem. EN 13501-1
- von der Dämmung bis zum Finish



WestWood Kunststofftechnik GmbH
Tel.: 05702 / 83 92 - 0 · www.westwood.de



WestWood®

Fühle den Wandel

Klimaneutrale Ziegel

Mit unseren ersten klimaneutralen Ziegeln machen wir aus Visionen Wirklichkeit und setzen neue Maßstäbe.

Erfahren Sie mehr über unser Engagement und die klimaneutralen Ziegel auf www.wienerberger.de/klima



 **Wienerberger**

Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage

**Sachverständ am Bau
Immobilienbewertung
Holzschutz**

2021

Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage

Sachverständigentag Immobilienbewertung Holzschutz

2021

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

Autoren:

Sachverständigentag am Bau:

Dr.-Ing. Christian Dialer
Dipl.-Ing. Christoph Sprengard
Prof. Dr. rer. nat. Andreas O. Rapp
Prof. Dr.-Ing. Michael Günther
Dipl.-Ing. Peter Rode
Dr. iur. Martin Stelzner

Immobilienbewertung:

Prof. Dr. rer. nat. Thomas Beyerle
Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Karsten Schmidt
Dipl.-Betriebswirt (FH) Stephan Zehnter, MRICS
Dipl.-Finanzwirt (FH) Michael Roscher
Verm. Ass. Dipl.-Ing. Wolfgang Glunz, CIS HypZert (F), REV

Holzschutz:

Dr. Boris Forsthuber, Dr. Gerhard Grüll, Dipl.-HTL-Ing. Michael Truskaller
Prof. Dr.-Ing. Andreas Rabold, Camille Châteauvieux-Hellwig, M.Sc.,
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bacher
Dipl.-Ing. (FH) Ingo Dreger
Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Tobias Huckfeldt
Dr. Dirk Lukowsky
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl

Zertifizierung:

Dipl.-Kffr. (FH) Kathleen Pechstein, LL.M.

Herausgeber:

EIPOS GmbH

Dipl.-Ing. Sabine Schönherr
Geschäftsführerin EIPOS GmbH

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

ISBN (Print): 978-3-7388-0584-0
ISBN (E-Book): 978-3-7388-0585-7

Einband und DTP-Satz: EIPOS GmbH

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

In dieser Publikation wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen jeden Geschlechts.

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

Anschrift: Freiberger Straße 37, D-01067 Dresden
Telefon: +49 351 404 70-4210
Telefax: +49 351 404 70-490
E-Mail: eipos@eipos.de
Internet: www.eipos.de
Geschäftsführerin: Dipl.-Ing. Sabine Schönherr
Juni 2021

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, 2021

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

Druck und Bindung: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Dipl.-Ing. Tobias Irmscher, Dipl.-Ing. Sabine Schönherr	
Dipl.-Ing. (FH) Silke Grün, Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Peter Neumann,	
Dipl.-Ing. (FH) Grit Zimmermann	11

Beiträge vom 22. EIPOS-Sachverständigentag Bauschadensbewertung / 14. Bausymposium „Sachverständ am Bau“ am 24. Juni 2021

Risse – und dann?	
Dr.-Ing. Christian Dialer	15
Nachhaltigkeitsaspekte bei Materialien und Konstruktionen für energieeffiziente Gebäude – Langzeitbetrachtungen für Bau- und Dämmstoffe	
Dipl.-Ing. Christoph Sprengard	29
Bau-Forensik – Anwendung und Techniken für den Bausachverständigen	
Prof. Dr. rer. nat. Andreas O. Rapp	45
Auf der Suche nach den Tätern – Mängel und Schäden an beheizten Fußbodenkonstruktionen	
Prof. Dr.-Ing. Michael Günther	63
DIN 18532 – Abdichtungen von befahrenen Verkehrsflächen aus Beton	
Dipl.-Ing. Peter Rode	88
Aufgaben und Haftung der objektüberwachenden Planer und prüfenden Sachverständigen	
Dr. iur. Martin Stelzner	101
Sachverständiger für Schäden an Gebäuden – Macht die Zertifizierung den Unterschied?	
Dipl.-Kffr. (FH) Kathleen Pechstein, LL.M.	122

Beiträge vom 21. EIPOS-Sachverständigentag Immobilienbewertung am 25. Juni 2021

Immobilienmärkte in der Corona-Krise?	
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Beyerle	129
Wertermittlung im öffentlich geförderten Wohnungsbau – Nordrhein-Westfalen und Sachsen im Vergleich	
Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Karsten Schmidt	137
Risiken im Sachverständigenbüro oder: Wo kann uns die Versicherungswirtschaft das Leben erleichtern?	
Dipl.-Betriebswirt (FH) Stephan Zehnter, MRICS	152
Bewertung von Kirchenimmobilien – oder: Was ist eigentlich der Kölner Dom wert?	
Verm. Ass. Dipl.-Ing. Wolfgang Glunz, CIS HypZert (F), REV	160
Das neue Grundsteuer- und Bewertungsrecht nach der Reform der Grundsteuer	
Dipl.-Finanzwirt (FH) Michael Roscher	177

Beiträge vom 24. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz am 25. Juni 2021

Lebensdauervorhersage von Holzbauteilen – Wie lange halten Anstriche im Außenbereich? <i>Dr. Boris Forsthuber, Dr. Gerhard Grull, Dipl.-HTL-Ing. Michael Truskaller</i>	201
Endlich Ruhe von oben! – Flachdächer und Dachterrassen im Holzbau <i>Prof. Dr.-Ing. Andreas Rabold, Camille Châteauvieux-Hellwig, M.Sc., Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bacher</i>	216
Die Dachstühle der Villen Vigoni und Garovaglio am Comer See <i>Dipl.-Ing. Ingo Dreger</i>	231
Hausschwamm – Vorkommen im Altbau! Aber auch im Neubau? <i>Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Tobias Huckfeldt</i>	251
Feuchteschäden an Holzfenstern – Spurenlesen, Untersuchungsmethoden, Technik <i>Dr. Dirk Lukowsky</i>	278
DIN 68800-2 – Alles beim Alten oder doch Neuigkeiten? <i>Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl</i>	287
Autorenverzeichnis	295

Vorwort

Zwei Tage – Drei Tagungen

Herzlich Willkommen zu unseren diesjährigen drei Fachtagungen für Sachverständige:

- **Sachverständigentag am Bau** – eine gemeinsame Veranstaltung des BVS Sachsen und EIPOS,
- **21. EIPOS-Sachverständigentag Immobilienbewertung** und
- **24. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz**.

Auch in diesem Jahr laden wir Absolventen und Dozenten unserer Fachfortbildungen sowie weitere interessierte Fachleute ein, um über neue Themen des Sachverständigenwesens und der Bewertungspraxis zu informieren, aber auch um aktuelle Fragestellungen aus der Berufspraxis zu diskutieren. Die EIPOS-Sachverständigentage sind damit wichtige Fachforen für den aktiven Erfahrungsaustausch und traditionell eine Alumni-Plattform für EIPOS-Absolventen, umso mehr in diesen turbulenten Zeiten.

Bereits zum 7. Mal wird die Tagung „**Sachverständigentag am Bau**“ von EIPOS und BVS Sachsen gemeinsam ausgetragen und führt Bausachverständige aus der gesamten Bundesrepublik nach Dresden. Unter dem Rahmenthema vom „Scheitel bis zur Sohle“ werden unterschiedlichste baukonstruktive, baustoffliche, bauphysikalische Bau- und Rechtsthemen in den Blickpunkt gerückt.

- Auf der Baustelle verarbeitete Materialien enthalten Bestandteile, die bei einer detaillierten Untersuchung mit „*Tatortlampen*“, *Filterbrillen* und *Forensik-Kameras* aufschlussreiche Ergebnisse liefern können. Was sind das für wichtige Informationen, die bei Tageslicht nicht erkennbar sind und zur Aufklärung von Bauschäden beitragen?
- Mit der DIN 18 532 – *Abdichtungen von befahrbaren Verkehrsflächen* aus Beton – wird erneut das umfangreiche Normenwerk der Abdichtungen beleuchtet. Wie verhält es sich mit dem Gefälle in der Abdichtungsebene und welche speziellen Detailausbildungen sind enthalten?
- Effizient, intelligent und nachhaltig soll auch die Energiewende vollzogen werden. *Dämmstoffe* sind ein wichtiger Baustein, führen aber immer wieder zu Diskussionen über die Sinnhaftigkeit der Anwendung. Welche Argumente sprechen dafür und welche dagegen?
- Bauschäden werden häufig durch Schäden an haustechnischen Installationen verursacht. *Fußbodenheizungen* sind nach Inbetriebnahme nicht mehr sichtbar. Wo „verstecken“ sich vielfältige Mängel und wie geht der Bausachverständige damit um?
- Risse treten an unterschiedlichsten Konstruktionen und Materialien auf, sind aber nicht immer als Mangel zu deklarieren. Welche Schadensmechanismen sind ursächlich für die *Rissbildung* und welche speziellen Sanierungsverfahren werden eingesetzt?
- Aus den vielfältigsten Aufgaben heraus haben Bausachverständige und Planer *Prüf- und Hinweispflichten* wahrzunehmen, um Konflikte am Bau zu vermeiden. Wichtige zu klärende Fragen sind dabei, wer für was einstehen muss und wann bei Nichterfüllung gehaftet wird.

Am zweiten Veranstaltungstag finden gleich zwei Tagungen statt. Der **21. EIPOS-Sachverständigentag Immobilienbewertung** bietet einen breiten Themenmix aus der täglichen Bewertungspraxis aber auch Gedankenanstöße etwas abseits davon. Eröffnet wird die Tagung mit einem Überblick zur aktuellen Situation am Immobilienmarkt. Die Mieten steigen seit Jahren und der Ruf nach bezahlbarem Wohnraum wird immer lauter. Dabei rückt auch ein Thema wieder mehr in den Fokus, das in den vergangenen Jahren etwas vernachlässigt wurde: der öffentlich geförderte Wohnungsbau. Was es bei der Bewertung dieser Immobilien zu beachten gilt, wird im Rahmen eines Beitrags erläutert. Auch mit den Themen Schäden und Haftung muss sich der Sachverständige auseinandersetzen. Eine Vermögensschadenshaftpflichtversicherung hat nahezu jeder. Die Risiken sind aber weitaus größer als man vermutet. In einem Vortrag werden diese Risiken erläutert und Möglichkeiten zur Absicherung aufgezeigt.

Wie fast in jedem Jahr ist der Sachverständige mit neuen Vorschriften oder Gesetzesänderungen konfrontiert. In diesem Jahr informieren wir über die Grundsteuerreform und deren Auswirkungen auf die Bewertungspraxis. Abschließend beschäftigt sich ein Beitrag mit dem größten Grundeigentümer in Deutschland – den Kirchen. Die Kirchen sind im Besitz unterschiedlichster Immobilien. Wie man bei der Bewertung vorgeht und worauf der Sachverständige achten muss, erfahren Sie in diesem Vortrag.

Parallel findet der **24. EIPOS-Sachverständigentag Holzschutz** statt. Hier stehen wiederum aktuelle Herausforderungen, neueste Erkenntnisse sowie Visionen für künftige Entwicklungen des Bau- und Werkstoffs Holz im Mittelpunkt der Tagung. Als Vortragende konnten fünf Fachexperten gewonnen werden, die mit vielseitigen Themen im Miteinander von Wissenschaft und Praxis für ein anspruchsvolles Programm sorgen.

Den Startpunkt setzt dabei ein Vortrag aus dem Hause Holzforschung AUSTRIA. Vorgestellt wird die Entwicklung eines praxistauglichen Modells zur Vorhersage der Lebensdauer von Holzbeschichtungen im Außenbereich. Anschließend steht der Schallschutz im Mittelpunkt. Wie sieht es mit schalltechnischen Anforderungen bei Flachdächern und Dachterrassen im Holzbau aus? Der folgende Vortrag behandelt die Dachstühle eines jahrhundertealten Gebäudeensembles in Norditalien, um zu erfahren, wie der geeignete Sanierungsweg bei einem Insektenbefall am Denkmal aussehen kann. Dann geht es dem „gefährlichsten Holzzerstörer“ im Alt- und Neubau auf die Spur und das Thema „Feuchteschäden an Holzfenstern“ rückt in den Fokus. Präsentiert werden Schadensbilder, deren Ursachen und geeignete Untersuchungsmethoden. Abgerundet wird die Tagung mit brandaktuellen Informationen über den überarbeiteten Teil 2 der vierteiligen Normenreihe DIN 68 800.

Die Fachbeiträge dieser drei Tagungen finden Eingang in diesen Tagungsband, der Ihnen als nützliches Nachschlagewerk auch über die Tagungen hinaus dienen soll.

Wir danken an dieser Stelle sehr herzlich unseren Referenten und Dozenten sowie allen Teilnehmern und Absolventen für ihre Geduld und ihr Verständnis, denn diese Tagungen mussten wir aufgrund der Einschränkungen durch die Coronapandemie mehrfach verschieben. Nun aber, am 24./25. Juni 2021, können diese Tagungen endlich stattfinden – mit Ihnen persönlich vor Ort und/oder Ihnen als Live-Online-Teilnehmer.

Auch künftig ist es unser gemeinsames Ziel, Sie in Ihrer beruflichen Tätigkeit bestmöglich mit Know-how aus erster Hand zu informieren und den Wissenszuwachs bei allen Beteiligten der Bau- und Immobilienpraxis zu befördern.

Dresden, 24./25. Juni 2021

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

*Dipl.-Ing. Tobias Irmscher
Vorsitzender BVS Sachsen*

Ihre EIPOS-Produktmanager/innen:

*Dipl.-Ing. (FH) Silke Grün
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Peter Neumann
Dipl.-Ing. (FH) Grit Zimmermann*

SACHVERSTAND AM BAU

**BEITRÄGE VOM
22. EIPOS-SACHVERSTÄNDIGENTAG
BAUSCHADENBEWERTUNG /
14. BAUSYMPOSIUM „SACHVERSTAND AM BAU“**

AM 24. JUNI 2021

Risse – und dann?

Christian Dialer

Kurzfassung

Da es viele Vorträge, Referate und Veröffentlichungen zum Thema Risse in allen möglichen Werkstoffen und Baukonstruktionen gibt, wird hier ein anderer Ansatz verfolgt, nämlich, das „Thema Risse“ als *Metapher für Mängel* und deren Behandlung im Bauwesen anzusehen.

Im Weiteren sollen daher Fragestellungen *um* das Thema Risse aufgeworfen werden, die letztlich neue Impulse und Sichtweisen im Bauwesen geben könnten.

1 Einleitung und Problemstellung

Bauen wird oft als ein – oder besser „der“ Kampf gegen das Wasser angesehen. Natürlich war der Ursprung des Bauens darin begründet, sich gegen Witterung zu schützen, gegen Niederschläge, Wind, Temperaturschwankungen uvm. Insoweit ist Bauen immer ein Kampf gegen die Witterung im Allgemeinen.

Bei genauerer Betrachtung erkennt man aber schnell, dass Bauen viel mehr noch *ein Kampf mit dem Werkstoff* ist. Immer ist ein Werkstoff die Raumumhüllende und immer hat dieser Werkstoff äußerer Lasten standzuhalten; sei es dem Winddruck, sei es dem Erddruck, dem Grundwasser, alternierenden Verkehrslasten und letztlich natürlich auch seinem eigenen Gewicht = dem Eigengewicht, das in vielen Konstruktionen durchaus den größten Anteil einnehmen kann. Diese äußerer Lasten führen zu Verformungen. Sofern diese Verformungen einen Grenzwert erreichen, treten Risse auf. *Innere* Lasten wiederum sind Lasten, die dadurch auftreten, dass die Verformung einer Konstruktion behindert ist. Dann spricht man von Zwang.

2 Das Besondere an der Mauerwerksbauweise

2.1 Erste Irreführung durch den Werkstoff

Mauerwerk ist in der Regel eine Kombination aus einem Blockmaterial, das durch regelmäßige oder unregelmäßige Fugen verbunden ist. Diese Fugen können wiederum mit Material gefüllt sein oder einfach nur die (luftgefüllte) Schichtgrenze zwischen verschiedenen Blöcken darstellen. Durch die Vielzahl der Blockmaterialien, der Blockgeometrie, der Dicke der Fugen, der Qualität der Fugen, der (Un-)Regelmäßigkeit der Fugen, durch die Verschiedenartigkeit der Verbände oder Ein- und Mehrschaligkeit ergibt sich eine kaum zu überschauende Kombinatorik.

Allen Arten von Mauerwerk ist allerdings gemein, dass Mauerwerk hoch anisotrop – im besten Fall „nur“ – orthotrope Werkstoffeigenschaften aufweist. Mit anderen Worten: Werkstoffeigenschaften wie Festigkeiten oder auch Leitfähigkeiten hängen stark von der betrachteten Richtung ab.

Die Folge der Anisotropie ist aber auch, dass die Richtung der Hauptspannungen und Hauptdehnungen – wie in homogen isotropen Werkstoffen normalerweise üblich – *nicht* übereinstimmen.

Die Folge davon wiederum ist, dass sich aus dem reinen Rissbild die Ursachen meist nicht erklären lassen, in der Form, dass man auf die Lage bzw. auf die Richtung einer rissauslösenden „Haupt“kraft rückschließen könnte. In Abb. 1 und 2 sind dazu 2 Beispiele gezeigt, wie unterschiedlich Mauerwerk und Stahlbeton sich verhalten, obwohl beides anisotope Werkstoffe sind.

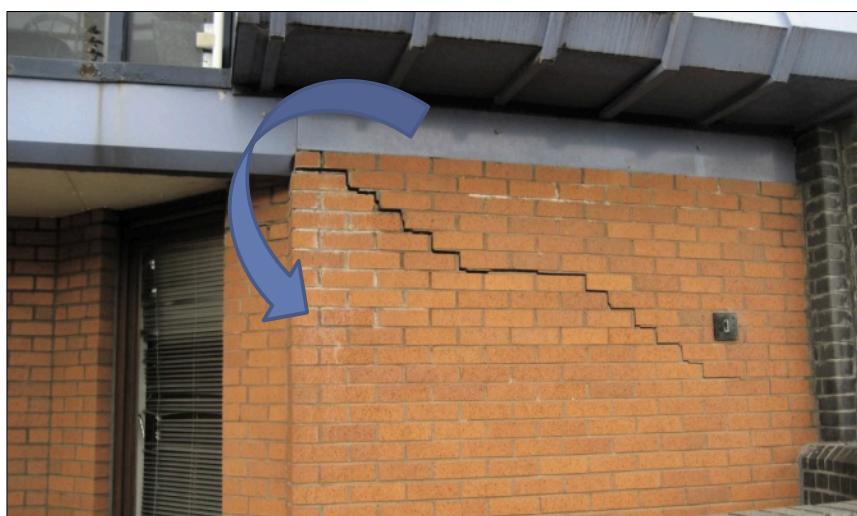


Abb. 1: Im Mauerwerksbau lässt sich anhand der Risslage meist NICHT rückschließen, wo die Hauptzugspannung verläuft; es lässt sich jedoch aus der Erfahrung bzw. auch aus der Kinematik (und dem Polplan) rückschließen, dass es sich – wie im gezeigten Bild – um eine Setzung oder eine Deckendurchbiegung als Ursache handeln könnte.



Abb. 2: Im Stahlbetonbau lässt sich anhand der Risslage sehr gut rückschließen, dass meist senkrecht zu den Rissen die „rissauslösende“ Zugkraft auftritt (hier fehlende diagonale Eckbewehrung an einer Fensterleibung)

2.2 Zweite Irreführung durch den Werkstoff

Die Querdehnung kann bei Mauerwerk größer als $> 0,5$ sein (vgl. Abb. 3), was nach den Gesetzen der Thermodynamik (Kontinuumsmechanik) nicht möglich sein kann, bzw. eben gerade möglich ist, weil es sich bei gerissenem Mauerwerk um ein Diskontinuum handelt.



Sofern bei solch großen Setzungsschäden wie in Abb. 3 oder auch im Falle gleitender Fugen bei großen Schubverformungen derartige Messungen herangezogen werden, würden daraus falsche Schlüsse gezogen.

Abb. 3: Querdehnung: $\nu = \epsilon_x / \epsilon_y$ kann $> 0,50$ sein. Beispiel einer sehr großen Rissöffnung, um zu zeigen, dass die Querdehnung – bei klassischer Betrachtung – größer als 0,5 wäre, was eine Fehlinterpretation wäre.

2.3 Das ewige Schwinden

Schwinden (Quellen) als zeitabhängige Verformungen sind nicht nur eine charakteristische Werkstoffeigenschaft, sondern findet sich leider auch zu oft in der Schadensanalyse.

Es ist sehr leicht nach den klassischen Formeln der Elastizitätslehre:

$$\Delta l = \epsilon_s \times l \quad \text{oder}$$

$$\Delta l = \alpha_T \times \Delta T \times l$$

unterschiedliche Verformungen aus Kriechen, Schwinden und möglicherweise Temperaturänderung auszurechnen und anschließend rückzuschließen, dass sich deshalb Risse bilden müssen.

Dies ist grundsätzlich nur in den seltensten Fällen möglich.

Auch Laborwerte sind streuende Größen und hängen u. a. von klimatischen Einflussfaktoren ab, sodass die Werte nicht immer direkt in die Praxis übernommen werden können.

3 Anmerkungen zur Stahlbetonbauweise

3.1 Das Gleichsetzen von wu-Beton mit einer „Weißen Wannenkonstruktion“

Unter einer *Weißen Wanne* versteht man eine Abdichtungsmethode im Stahlbetonbau mit rein betontechnologischen Mitteln.

Die Definition ist unter anderem deshalb nicht ganz exakt, weil beispielsweise Arbeitsfugen durchaus mit Fugenbändern/Fugenblechen/Verpressschläuchen abgedichtet werden. Damit besteht schon eine Zusatzabdichtung, weil eine nicht abgedichtete „knirsche“ Arbeitsfuge im Regelfall immer eine Sollbruchstelle mit der Möglichkeit eines künftigen Wassereintritts wäre.

Eine weitere Diskrepanz besteht darin, dass in vielen Baubeschreibungen der Verweis auf die Verwendung von wu-Beton (wasserundurchlässiger Beton) dem Käufer/Erwerber eine Weiße Wannenkonstruktion suggeriert.

WU Beton ist allerdings nur *eine* von mehreren Ingredienzen in dem Gesamtzept einer Weißen Wanne, die neben einer (1) rissbreitenbeschränkenden Bewehrung, (2) besondere Fugendetails, (3) eine besondere Grundrissführung, (4) eine besondere Nachbehandlung (5) uvm. benötigt.

Auch stellt sich die Frage nach der *geometrischen Höhe* einer weißen Wanne. Bedeutet „Weiße Wanne“ einen „geschlossenen Kasten“ bis zur Unterkante der Decke über Kellergeschoss oder kann eine Weiße Wanne auch an der Fensterlaibungen des Kellergartenfensters enden. Was ist dann bei nicht wasserdichten Lichtschächten zu beachten?

3.2 Circulus vitiosus wird zum Circuus witzosus

Abb. 4 zeigt die Zusammenhänge, die vor allem bei Tiefgaragen in Stahlbetonbauweise zu ständigen Diskussionen führen.

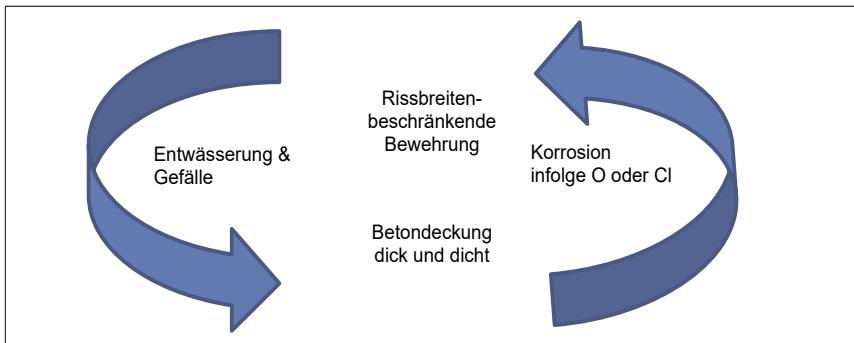


Abb. 4: Circulus vitiosus im Stahlbetonbau

3.3 Quantilen

Ein weiterer Hinweis betrifft die *Quantilen*. Quantilen (Fraktilwerte) weisen darauf hin, dass man im Bauwesen in der Regel mit streuenden Größen zu arbeiten/zu rechnen hat (Abb. 5 und 6).

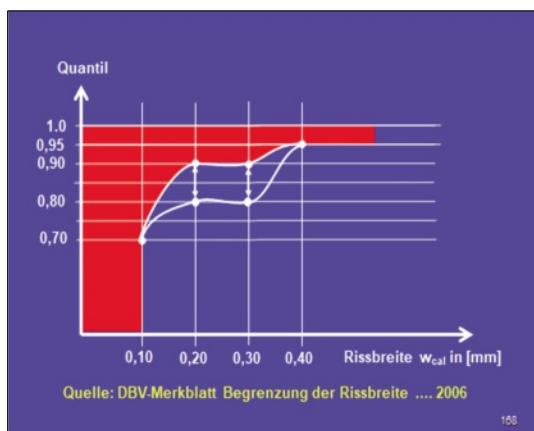


Abb. 5: Quantilen

Vergessen wird diese Eigenschaft oft bei der Interpretation der Rissbreitenbeschränkung. Gerade dort, wo Zugkräfte wirken, ist der Einfluss von streuenden Größen groß. Aus Abb. 5 ist erkennbar, dass der Quantilwert für 0,2 mm Rissbreitenbeschränkung zwischen 0,8 und 0,9 liegt; d. h. 10-20 % aller Risse können größer als 0,20 mm sein. Diese Argumentationshilfe sollten sich viele TragwerksplanerInnen bei Mängelrügen zu eigen machen.

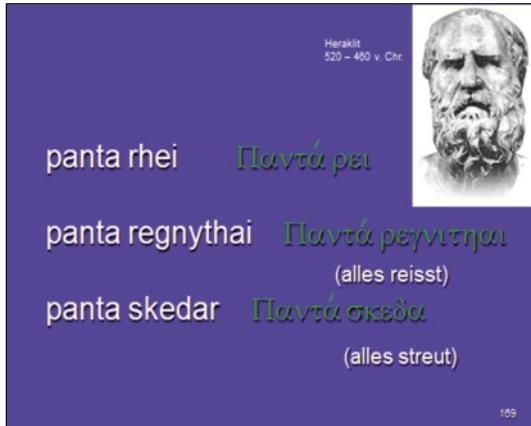
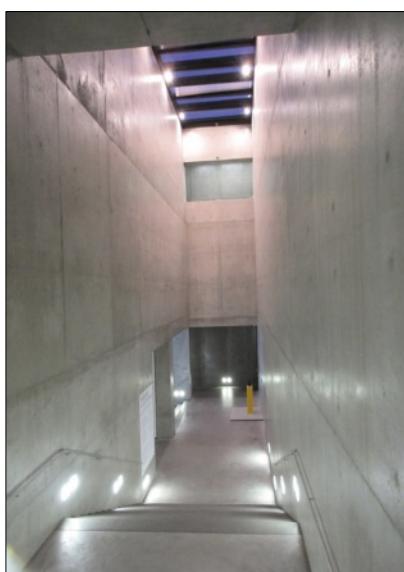


Abb. 6: Der „um die Streuungen“ erweiterte Heraclit

4 Dauermängel: Sichtbeton und Schallschutz

Die mittlerweile etwa seit 20 Jahren geltende Schuldrechtsmodernisierung (Änderung des BGB im Bereich des Werkvertragrechts) fordert die **Punktlandung**; mit stark vereinfachten Worten: *Wer die Beschaffenheitsvereinbarung nicht erbringt, „erzeugt“ einen Mangel.* Diese Mängeldefinition war damals neu (und ist es vielen heute noch).

4.1 Sichtbeton



Betrachtet man hierzu als Beispiel die unterschiedlichen Forderungen, wie diese in den vier **Sichtbetonklassen** des DBV (deutsche Betonverein) definiert sind, so ist leicht einsehbar, dass die *Porigkeit* als Sichtbetonmerkmal niemals oder nur in den seltensten Fällen wirklich als Punktlandung einer optischen Anforderung innerhalb der Beschaffenheitsvereinbarung genügen kann.

Abb. 7: Beispiel eines „zu guten“ Sichtbetons (Museumsbau), der Architekt hätte sich durchaus mehr „optische Griffigkeit“ gewünscht

4.2 Schallschutz

Das gleiche gilt für Themen des Schallschutzes. Wenn dort in einer Käufer Baubeschreibung ein Trittschallpegel von 49 dB vereinbart wurde, in der Realität aber im Zuge der Abnahme 47 dB gemessen werden, so wäre dies – streng genommen – obwohl es eine Verbesserung darstellt – ein Mangel; ein gemessener Wert des Trittschallpegels von 47 dB ist besser als 49 dB! – Die „Punktlandung“ wäre aber im Sinne der Mängeldefinition verfehlt.

5 Weißbuch Bau: 3 Angst- und Kleingeistmängel

An drei mehr oder weniger willkürlichen Beispielen wird aufgezeigt, dass Mängelrügen vielfach an der Baupraxis und auch an der Nutzer-/Bedienerfreundlichkeit vorbeigehen.

5.1 Exemplarischer Mangel 1: Die 15 cm-Regel

Immer wieder/noch ist in Gerichtsgutachten zu lesen, dass Sachverständige Schwellenhöhen von 14,9 cm < 15 cm rügen. Dies ist vollkommen praxisfremd (Abb. 8 und 9).



Abb. 8: Vollkommen gebrauchsuntaugliche Austrittshöhe auf eine Terrasse, jedoch ist die Einhaltung der 15 cm-Regel erfüllt.



Abb. 9: Beispiel eines Terrassenaustritts, wie dieser für eine gebrauchstaugliche Nutzung ausgeführt sein soll; keine Einhaltung der 15 cm-Regel gegeben, jedoch auch keine Schäden nach fünf Jahren der Nutzung vorhanden.

5.2 Exemplarischer Mangel 2: Lage der Noppenbahn

Ein Dauerthema in der Ausführung eines Gebäudesockels ist die Anbringung der Noppenbahn. Die richtige Lage.

Liegen die Noppen „zur Abdichtung hin“, so meinen die einen, die Abdichtung würde dadurch eingedrückt und eventuell dadurch die Abdichtungswirkung zerstört; liegen die Noppen „in Richtung Erdreich“ meinen die anderen, die dränende Wirkung der Bahn ginge dadurch verloren.

Wenn sich die Fachwelt derart uneinig ist bei der Verwendung einer Zwischenlage zwischen Erdreich und Gebäudeabdichtung, dann stellt sich die Frage, ob man nicht generell diese Trennlage entfallen lassen sollte.

5.3 Exemplarischer Mangel 3: Ausführung von Dränageleitungen

Bei der Abnahme von Dränageleitungen nach DIN 4095 wird oft akribisch das Gefälle, Art und Lage der Drainrohre, die Geometrie der Dränage an sich und vieles mehr geprüft.

Wesentlich bei einer Dränage ist allerdings die Möglichkeit, dass das anfallende Wasser auch tatsächlich zu einem Vorfluter abgeleitet werden kann (in seltenen Fällen auch in tiefere Grundwassergeschosse).

Ist dies nämlich nicht möglich, dann wirkt die Dränage wie ein „Magnet/Schwamm“ und „zieht“ das Wasser nur zum Gebäude hin, ohne es ableiten zu können.

6 Weißbuch Bau: Falschen Normen Details

6.1 Normen generell

Normen sind absolut wichtig; Normen erleichtern die Kommunikation und den Ablauf im Bauwesen. Soweit der Grundsatz und das eigene Bekenntnis, dass Normen sinnhaft sind.

Zwei Beispiele aus alten – aber immer noch gültigen – Normen verdeutlichen jedoch, dass es unverständlich ist, warum sich Jahrzehntelang falsche Details in Normen halten können.

6.2 Beispiel DIN 4109

Abb. 10 zeigt ein unrealistisch dünnes Auflagerdetail bzw. Detail des Treppenlaufes selbst.

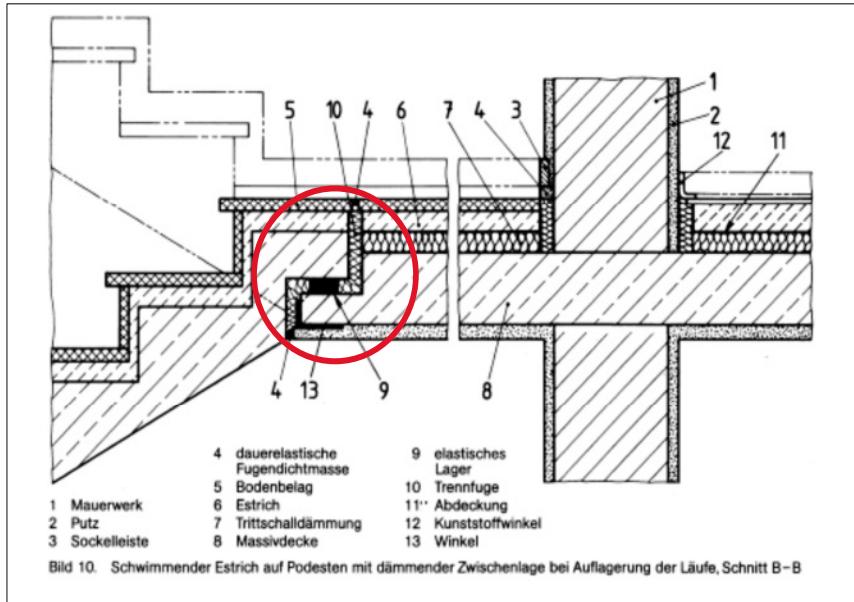


Abb. 10: Entnommen aus: Bild 10 der DIN 4109 Schallschutz im Hochbau Beiblatt 1 (1989-11) mit unrealistischer kleiner Auflagerkonsole, in die man niemals Bewehrung einbringen könnte.

6.3 Beispiel DIN 4095

Abb. 11 zeigt zwei Details, die es in der Praxis so nie gegeben hat.

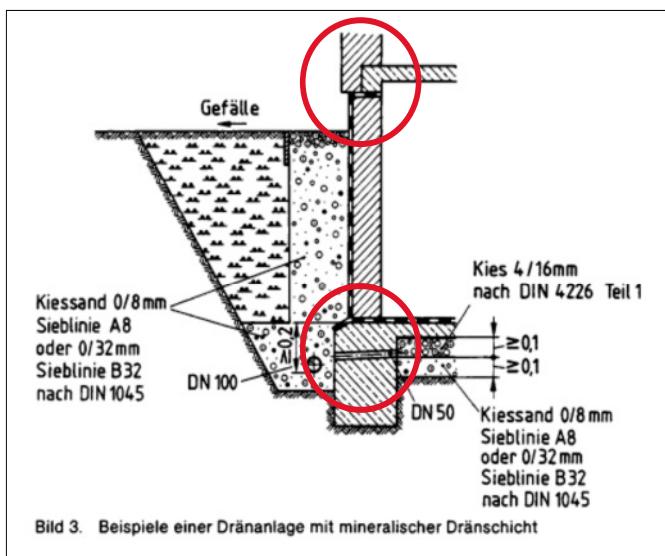


Abb. 11: Entnommen aus: Bild 3 der DIN 4095 (1990-06) Dränung zum Schutz baulicher Anlagen

6.4 Beispiel DIN 4123

DIN 4123 erscheint in jeder Neuauflage bei nahezu gleichem – teilweise sehr gewagten – Inhalt mit *exakt* sich verdoppelnder Seitenanzahl.

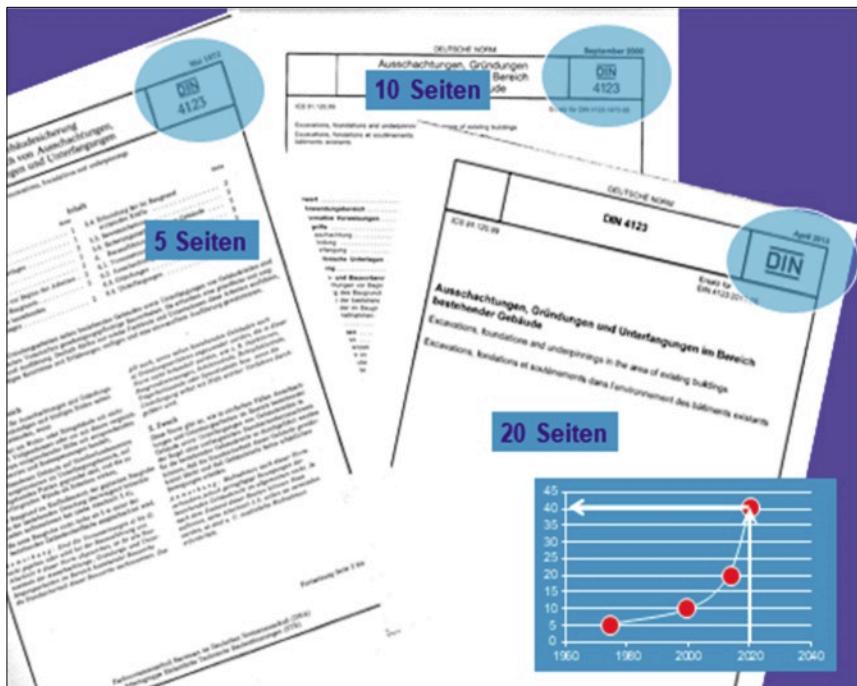


Abb. 12: Drei Titelseiten der DIN 4123 Ausschachtungen.

7 Weißbuch Bau: Zwei Gedanken zur Rechtskultur

7.1 A.a.R.d.T.

Eine allgemein anerkannte Regel der Technik (A.a.R.d.T.) muss mindestens drei Anforderungen genügen (in Kurzform, Abb. 13):

1. „sie“ muss wissenschaftlich (technisch) richtig sein,
2. in der Fachwelt bekannt sein,
3. eine Bewährung in der Praxis muss vorliegen.

Bei strenger Überprüfung dieser drei additiven Bedingungen fällt auf, dass es somit logisch nie der Fall sein kann, dass eine Richtlinie (zum Beispiel die Flachdachrichtlinie) erscheint und diese bereits und sofort Gültigkeit als A.a.R.d.T. besitzen kann.

	„bekannt“	„wissenschaftlich richtig“	„praxisbewä(e)hrt“
Stand der Technik	✓	–	–
Regel der Technik	✓	✓	–
Allg. anerkannte Regel der Technik A.a.R.d.T.	✓	✓	✓

Abb. 13: Tabellarische Darstellung zu den unterschiedlichen Definitionen

7.2 BGH fordert Blick in die Glaskugel

Es gibt seit über 20 Jahren ein BGH-Urteil vom 14.05.1998 – VII ZR 184/97, das sinngemäß/teilweise zitiert lautet:

„Der Besteller kann redlicherweise erwarten [...].

Es kommt daher im Allgemeinen auf den Stand der anerkannten Regeln der Technik zur Zeit der Abnahme an.

Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass ein Planer heute im Jahr 2020 eine Tiefgarage, die im Zuge einer größeren Gewerbebaumaßnahme im Jahr 2023 abgenommen werden wird, mit Blick in die Glaskugel jetzt wissen muss, was 2023 *Allgemein anerkannte Regel der Technik* zum Schutz vor Chlorideintrag bei TG-Fahrbahnen sein wird bzw. welche möglicherweise dann vorhandenen bauordnungsrechtlichen Anforderung es bezüglich der Entwässerung geben wird.

Dies ist ein Ding der Unmöglichkeit. Der Blick in die Zukunft ist uns (momentan noch) verschlossen.

8 Weißbuch Buch – neue Gedanken zum Bauen

8.1 Der Baunotar

Angesichts der immer weiter steigenden Querelen zwischen Bauträgern und Käufern wäre die Schaffung eines *Baunotars* in den einzelnen Landes Bauordnungen (16 LBO's) sinnvoll.

Dieser Baunotar sollte a) zum einen treuhänderisch Zahlungen nach Rücksprache mit einem Sachverständigen freigeben und b) zum anderen alle wesentlichen Bauunterlagen für die spätere Dokumentation sammeln.

Mit dieser Instanz, die nicht notwendigerweise von einem Juristen auszufüllen wäre, sondern durchaus auch von einem Techniker ausgefüllt werden kann, wäre der Bauablauf beschleunigt und verbessert und Gerichte wären vor vielen Streitigkeiten bewahrt.

8.2 Der Entwurfsverfasser

In allen 16 Landesbauordnungen der Bundesrepublik ist in einen der letzteren Artikel unter den Baubeteiligten die Funktion des Entwurfsverfassers definiert (Abb. 14).

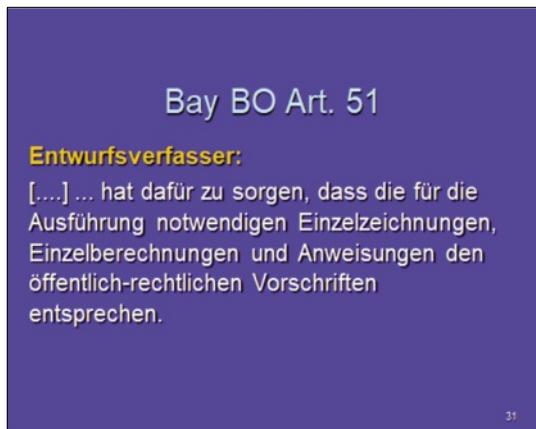


Abb. 14: Exemplarische Definition des Entwurfsverfassers

Der Entwurfsverfasser hat somit eine ganz wesentliche Rolle im Bauablauf.

Doch wer ist Entwurfsverfasser, wenn es den Entwurfsverfasser im Bauablauf nach der Phase 4 der HOAI gar nicht mehr gibt? – und z. B. der Unternehmer die Ausführungsplanung durchführt.

8.3 Sind Skontovereinbarung gerecht?

Skontovereinbarungen prägen das Bauwesen inzwischen auch immer mehr im Alltag der Planung. Der Grundsatz sollte hierbei wie in allen anderen Lebensbereichen „die Gleichheit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer“ sein; sprich „die finanziellen Lasten und Risiken“ sollten zu gleichen Teilen von beiden Seiten getragen werden.

Abb. 15 zeigt am Beispiel einer Rechnungsstellung, dass sich der Wert der eigentlichen Rechnung (grüne Linie) *sprunghaft* über mehrere Wochen – solange eben ein Skonto vereinbart wurde – reduziert (rote Linie), um nach Ablauf der Skontofrist ebenso sprunghaft wieder den ursprünglichen Wert anzunehmen.

Die richtige Lösung im Sinne des Finanzmarkts wäre vielmehr eine Bonuswirkung linear fallend bis zur Fälligkeit der Rechnung und dann linear ansteigend (blaue Linie). Die sprunghafte Skontierung ist logisch nicht nachvollziehbar.

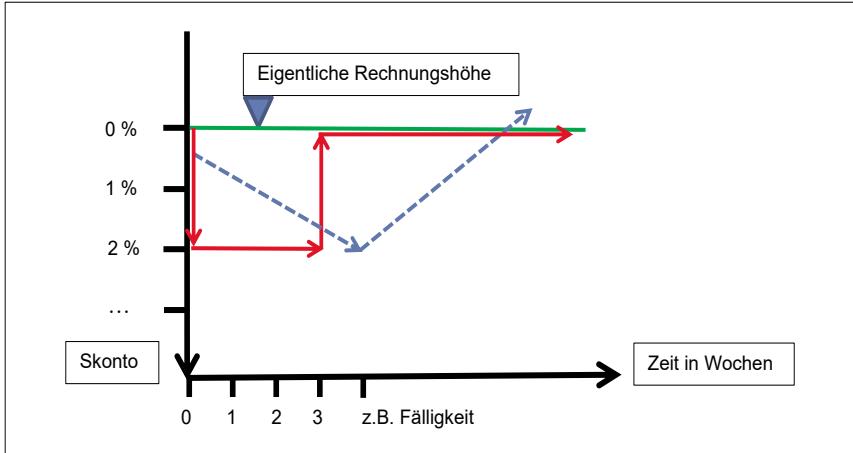


Abb. 15: C-D-Lauflinie (Creditoren-Debitoren)

9 Salvatorischer Ausklang

Anstelle einer Zusammenfassung erfolgt ein *Aphorismus* für alle Baubeteiligten:
Bauen kostet immer gleich viel!

Wer bei der *Planung* spart, zahlt die ersparte Summe später in Form von Nachträgen, die notwendig wurden, weil es an der *Voruntersuchung* mangelte.

Wer bei der *Bauleitung/Gutachterlichen Begleitung* spart, zahlt die ersparte Summe später in Form von Mängelbeseitigungsmaßnahmen, die notwendig wurden, weil es an der *Objektüberwachung/Fachberatung* fehlte.

Wer bei der *Ausführung* spart, zahlt die ersparte Summe später in Form von jahrelangen Kosten für *Rechtsstreitigkeiten*.

Wer bei der *Auswahl von Rechtsbeiständen und Sachverständigen* vor Gericht spart, zahlt diese ersparte Summe später in Form von *Verlusten*, die beim Rechtsstreit unausweichlich erlitten wurden.

Bauen kostet immer gleich viel! Zu jeder Zeit, an jedem Ort!

Quellen/Literatur

DIN 4109 (1989-11): Schallschutz.

DIN 4123 (div.): Ausschachtungen.

DIN 4095 (1990-06): Dränagen.

16 Landesbauordnungen.

DIALER, C.: (2015) „Risschäden an Mauerwerkskonstruktionen“, Band 7 der Reihe Schadensfreies Bauen, Hrsg. R. Ruhnau, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart.



Dialer, Christian

Dr.-Ing.

1979–1984: Studium des Bauingenieurwesens an der TU München

1985–1990: Promotion über schubbeanspruchtes Mauerwerk am Lehrstuhl für Massivbau der TU München (Prof. Kupfer, Prof. Mann/Darmstadt)

1991–1992: pos-doc an der University of Colorado at Boulder und University of California (UCB) at Berkeley

seit 1993: Selbstständig als Beratender Ingenieur (BYIK-Bau) und Sachverständiger Schäden im Bauwesen

Lehrauftrag für Bauen im Bestand an Hochschulen

Autor des Fachbuchs „Risschäden an Mauerwerkskonstruktionen“ als Band 7 der Reihe Schadensfreies Bauen, Hrsg. R. Ruhnau, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart

Zahlreiche Fachveröffentlichungen und Vorträge zu Themen wie Tiefgaragen und Weiße Wannen, Schäden an Gebäuden, Streitschlichtung im Bauwesen, Abdichtungen uvm.

Mitglied der Vertreterversammlung der Bayerischen Ingenieurkammer (BYIK)

Mitglied in der WTA e.V., VDI

Nachhaltigkeitsaspekte bei Materialien und Konstruktionen für energieeffiziente Gebäude – Langzeitbetrachtungen für Bau- und Dämmstoffe

Christoph Sprengard

1 Einleitung

Gebäude und Anlagen haben einen riesigen Einfluss auf viele Sektoren der Wirtschaft, auf Arbeitsplätze und die Lebensqualität. Dabei beanspruchen sie große Mengen an Ressourcen und sind verantwortlich für weltweit etwa 50 % des aus der Umwelt entnommenen Materials. Der Bausektor allein verantwortet 35 % des in der EU erzeugten Abfalls [Eurostat 2016]. Die Treibhausgasemissionen (THG-) die mit der Entnahme des Materials, der Herstellung von Baustoffen und Bauelementen, der Errichtung von Gebäuden und deren Renovierung zusammenhängen sind für schätzungsweise 5 bis 12 % der jährlichen THG-Emissionen verantwortlich, wovon bis zu 80 % durch eine verbesserte Materialeffizienz eingespart werden könnten [HERTWICH et al. 2020]. In vielen massiv bebauten Industrieländern liegt der Anteil des Baubereichs an den THG-Emissionen sogar noch deutlich darüber. Die Einsparpotenziale hinsichtlich THG-Emissionen und Abfallverringerung sind damit im Bausektor sehr groß. Das hat auch die EU-Kommission erkannt und mit dem „Circular Economy Action Plan“ im Rahmen des „European Green Deal“ die Rahmenbedingungen für die Umsetzung in den Mitgliedsstaaten in den nächsten Jahren gesetzt [EU-Kommission 2020].

Aber nicht nur bei der Herstellung der Materialien und dem Bauen selbst wird CO₂ ausgestoßen, auch beim Betrieb der Gebäude und Anlagen fallen Emissionen an. Vor allem wenn Gebäudehüllen sehr durchlässig für Wärme sind und damit einen hohen Heiz- oder auch Kühlbedarf haben. Schon 2010 hat daher die EU-Kommission die Richtlinien für die Energieeffizienz im Gebäudebereich in ihrer „Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)“ festgelegt [EU-Kommission 2010]. Die Forderungen wurden im Laufe der Zeit überarbeitet und konkretisiert. Die Mitgliedsländer setzen die Vorgaben der EU mittels nationaler Gesetze und Verordnungen um.

Für Deutschland sieht das Energiekonzept der Bundesregierung [BMWI 2010] einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahre 2050 vor. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, soll der Wärmebedarf von Gebäuden bis 2020 um 20 %, und der Primärenergiebedarf bis 2050 um 80 % gegenüber 2008 gesenkt werden. Dazu soll die Sanierungsrate von jährlich 1 % auf 2 % erhöht werden. Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes wird in diesem Energiekonzept als „wichtigste Maßnahme, um den Verbrauch an fossilen Energieträgern nachhaltig zu mindern und die Abhängigkeit von Energieimporten zu reduzieren“ beschrieben. Auch für Neubauten ist die Richtung klar vorgegeben. Die klimapolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung sehen im Gebäudesektor für künftige Neubauten einen energetischen Standard vor, der den Anforderungen an ein Niedrigstenergie-Gebäude gemäß EU-Richtlinien entsprechen soll.

Bisher lag der Fokus aller Bemühungen überwiegend nur darauf den Primärenergiebedarf für Beheizung und Warmwasserversorgung eines Wohngebäudes zu reduzieren. Außerhalb der Bilanzierung liegen sowohl der Primärenergiebedarf für den Nutzerstrom als auch die Graue Energie. Dadurch, dass der Primärenergiebedarf für den Betrieb immer geringer geworden ist, steigt der Anteil der Grauen Energie im Verhältnis zu den Primärenergiebedarfen für Nutzerstrom und Betrieb stetig an. Abbildung 1 zeigt qualitativ diese Entwicklung des Primärenergiebedarfs eines Gebäudes im Laufe der Zeit.

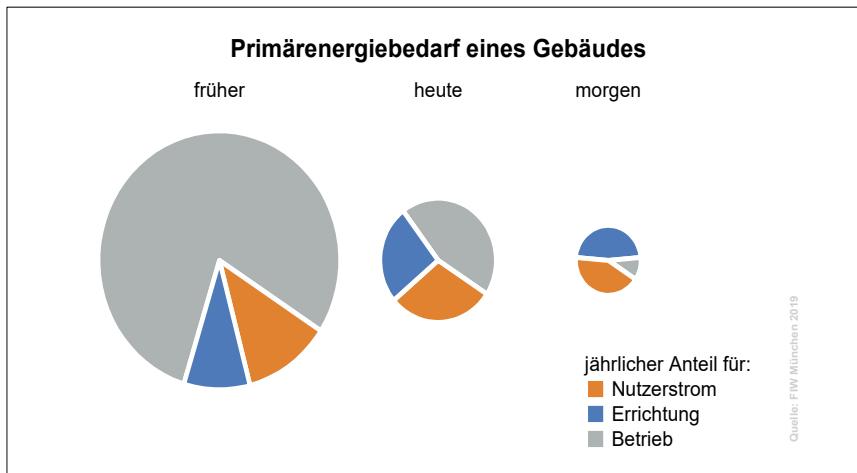


Abb. 1: Qualitative Entwicklung des Primärenergiebedarfs eines Gebäudes im Laufe der Zeit. Dargestellt sind die absoluten Anteile für Nutzerstrom, Raumwärme inklusive Warmwasser sowie der Primärenergieeinsatz des Gebäudes für die Herstellungsphase der verwendeten Bauprodukte bei Annahme einer Nutzungsdauer von 50 Jahren.

Diesem Aspekt trägt der Klimaschutzplan der Bundesregierung Rechnung [BMU 2017]. Darin wird der Einsatz nachhaltiger Bau- und Dämmstoffe gestärkt. Dabei sollen auch vor- und nachgelagerte Klimaschutzaspekte – also Emissionen, die bei der Herstellung, der Verarbeitung, der Entsorgung oder der Wiederverwertung von Baustoffen entstehen – auf Basis frei verfügbarer Ökobilanzdaten berücksichtigt werden. Außerdem sollen Instrumente zur stärken Einbeziehung des gesamten Lebenszyklus („Cradle to Grave“ oder „Cradle to Cradle“) von Baumaterialien überprüft und stärker in die Praxis der Bauplanung mit einbezogen werden. Künftig wird dazu das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) als Zusammenführung der relevanten Normen (Energieeinsparverordnung – EnEV, Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG, Energieeinsparungsgesetz – EnEG) den gesetzlichen Rahmen definieren.

Das bedeutet aber in der praktischen Konsequenz, dass die von vielen heute schon häufig beklagte, hohe Komplexität bei der energetischen Bewertung von Gebäuden um weitere relevante Phasen im Lebenszyklus von Gebäuden erweitert werden muss. Erst eine Ausweitung der Bilanzgrenzen erlaubt mit jeder Stufe eine vollständigere Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäudekonzepten. Verbesserungen, die zur Einsparung von Energie führen sollen, sind meist mit einem höheren Materialeinsatz und

damit auch einem höheren Input an Grauer Energie verbunden. Das bedeutet, dass neben dem Vergleich der Kennwerte für verschiedene Außenwandkonstruktionen auch der primärenergetische Mehraufwand zu bewerten ist, der durch höhere Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäudehülle entsteht und damit, ob sich der Aufwand dazu in der Langzeitbetrachtung auch lohnt.

2 Nachhaltigkeit und Graue Energie

Eine vollständige Betrachtung der Nachhaltigkeit bei Gebäuden geht noch deutlich über die Betrachtung der Grauen Energie hinaus. Nachhaltigkeit spielt nicht nur bei der Wahl der Baumaterialien und Dämmstoffe eine Rolle, sondern naturgemäß auch bei der Errichtung des gesamten Gebäudes und beim Betrieb bis zu seinem Lebensende. Ziele des nachhaltigen Bauens sind die Minimierung des Verbrauchs sowohl von Ressourcen als auch von Energie. Die Berücksichtigung der Grauen Energie erfolgt über die Verbindung mit den Bewertungen für nachhaltige Gebäude.

2.1 Bewertung nachhaltiger Gebäude

Im Jahr 2009 entwickelte die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) zusammen mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung eine Grundsystematik zur Bewertung der Nachhaltigkeitsqualität von Gebäuden. Das Nachhaltigkeitsmodell der DGNB ist hierbei sehr weit gefasst und reicht weit über das weithin bekannte Dreisäulenmodell hinaus. Alle wesentlichen Aspekte des nachhaltigen Bauens werden betrachtet, darunter die sechs Themenfelder Ökologie, Ökonomie, soziokulturelle und funktionale Aspekte, Technik, Prozesse und Standort. Es können sowohl Gebäude als auch gesamte Quartiere betrachtet werden. Dabei werden nicht einzelne Maßnahmen, sondern die gesamte Performance des Gebäudes über seinen gesamten Lebenszyklus betrachtet.

Die ersten drei Themenfelder, ökologische, ökonomische sowie soziokulturelle und funktionale Qualität, fließen jeweils in derselben Gewichtung in die Bewertung der Nachhaltigkeit mit ein (Abbildung 2). Das macht das DGNB System zum einzigen Zertifizierungssystem des nachhaltigen Bauens, welches dem wirtschaftlichen Aspekt eine ebenso große Bedeutung zuspricht wie den ökologischen Gesichtspunkten. Mit geringer werdenden Anteilen werden auch die Technische Qualität, die Prozessqualität sowie die Standortqualität betrachtet.



Abb. 2: Überblick über die Themenbereiche und deren Gewichtungen bei der DGNB Zertifizierung (Leitfaden Nachhaltiges Bauen [BBSR 2019])

2.2 Was versteht man unter „Grauer Energie“?

Fragen nach dem Energieaufwand für die Herstellung von Außenwänden wurden in Deutschland bereits 1922 gestellt und beantwortet [FRIEDRICH 1922]. Entsprechende Daten wurden für Bauteile veröffentlicht und 1923 die Anforderungen so formuliert, dass bei der Auswahl von Baustoffen auch auf den Energieaufwand infolge der Herstellung zu achten ist.

Kenngrößen waren:

- der Kohleaufwand zur Erzeugung eines Bauteils (z. B. Wand),
- der Kohleaufwand zur Beheizung.

Der Begriff „Graue Energie“ kommt ursprünglich aus der Schweiz. Inzwischen wird er vermehrt auch im gesamten deutschsprachigen Raum verwendet. Hierzulande ist er allerdings nicht eindeutig definiert und wird deshalb auch unterschiedlich verwendet bzw. interpretiert. Die Schweizer Definition, laut SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein) Merkblatt 2032, bezeichnet als Graue Energie „die gesamte Menge nicht erneuerbarer Primärenergie, die für alle vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse und für die Entsorgung, inkl. der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel, erforderlich ist.“ Sie wird auch als kumulierter, nicht erneuerbarer Energieaufwand bezeichnet [SIA 2010].

Die „Graue Energie“ für ein System wird aus der Summe aller nicht erneuerbaren Primärenergieträger ermittelt. Dazu gehören auch die energetisch nutzbaren fossilen Rohstoffe. Zum System gehören in der Regel alle wichtigen Prozesse, die mit dem Produkt zusammenhängen, beginnend mit der Herstellung (inklusive des Rohstoffabbaus) über die Bereitstellung für den Markt (z. B. am Werktor) und der Leistung des

Produktes in der Anwendung. Berücksichtigt werden Primärenergieformen, die begrenzt verfügbar, nicht erneuerbar und mit erheblichen Umweltauswirkungen verbunden sind. Der bis zur Erstellung oder Fertigstellung benötigte Energieverbrauch eines Baustoffs bzw. Bauteils wird durch den sogenannten Primärenergieinhalt (PE) beschrieben. Es wird zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energien unterschieden:

- Nicht erneuerbare PE ist die Primärenergie, die aus einer Quelle gewonnen wird, die durch ihre Nutzung erschöpft wird.
- Erneuerbare PE ist die Primärenergie, die aus einer Quelle gewonnen wird, die durch ihre Nutzung nicht erschöpft wird.

Folgende Primärenergieträger sind in der Grauen Energie enthalten:

- Erdöl, Erdgas, Kohle und alle daraus gewonnenen Energieträger und Rohstoffe mit dem Energiewert aus der Verbrennung,
- Naturan mit der in Leichtwasserreaktoren nutzbaren Wärme,
- Wasserkraft mit der auf der Turbinenschaufel nutzbaren mechanischen Energie.

Nicht enthalten sind hingegen:

- Holz, Kork und andere pflanzliche und tierische Rohstoffe, sowie daraus gewonnene Energieträger, soweit sie aus nachhaltiger Bewirtschaftung stammen;
- Sonnenenergie, Erdwärme, Windenergie, Umgebungswärme und alle daraus gewonnenen Sekundärenergieformen;
- Altkunststoff, Altpapier, Altreifen, Klärschlamm, und andere Abfälle, die stofflich oder energetisch wiederverwertet werden.

Die Systemgrenzen spielen eine maßgebende Rolle bei der Berechnung der Grauen Energie. Die Stoff- und Energieflüsse sind grundsätzlich offen, es gibt zudem noch keine Normierung für die angesetzten Kennwerte. Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung der Kenndaten orientiert sich an der Durchführung von Ökobilanzen nach [DIN 15804]. Die vollständige Bilanz untergliedert sich dabei in vier Phasen (Herstellung, Errichtung, Nutzung und Entsorgung) über den Lebenszyklus sowie einen Sonderbereich zur Wiederverwertung.

Für die meisten Produkte/ Werkstoffe existieren weder in den öffentlichen Datenbanken noch in Umweltproduktdeklarationen (EPDs) vollständige Datensätze für den ganzen Bilanzrahmen (A1-D). Die bisher bei der Erstellung von EPDs angesetzten normativen Verfahren sehen nur eine Ausweisung der Bilanzgrenzen A1-A3 verpflichtend vor. Dies entspricht einer Bewertung nach dem Prinzip „Cradle to Gate – von der Wiege bis zum Werkstor“. Nachfolgende Abbildungen geben einen Überblick der verfügbaren Daten, aufgeteilt nach Bilanzgrenzen (Abbildung 3) bzw. nach Materialgruppen (Abbildung 4). Die Datensätze sind hinsichtlich ihrer Qualität (Datentyp) und Vollständigkeit (Bilanzmodule) äußerst heterogen. Eine Berücksichtigung aller Module zur Bewertung von Bauteilen oder Gebäuden ist auf dieser Grundlage praktisch nicht möglich.

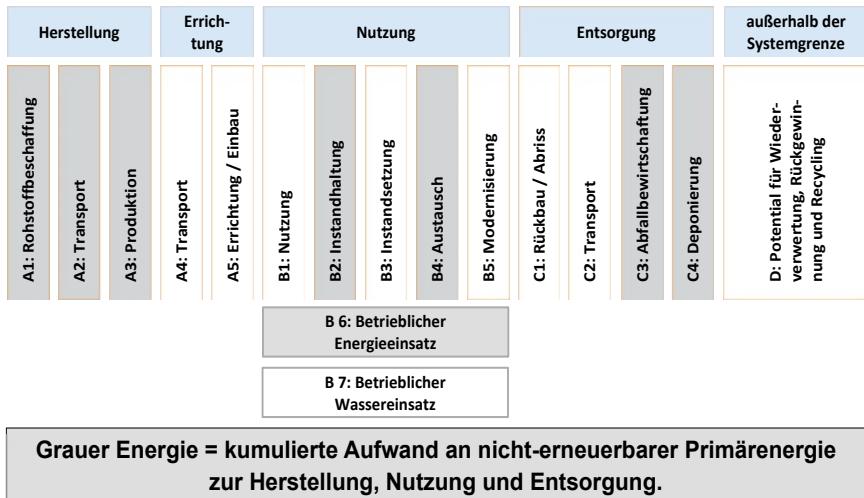


Abb. 3: Bilanzgrenzen für die Ökobilanzierung (eigene Darstellung in Anlehnung an DIN EN 15804)

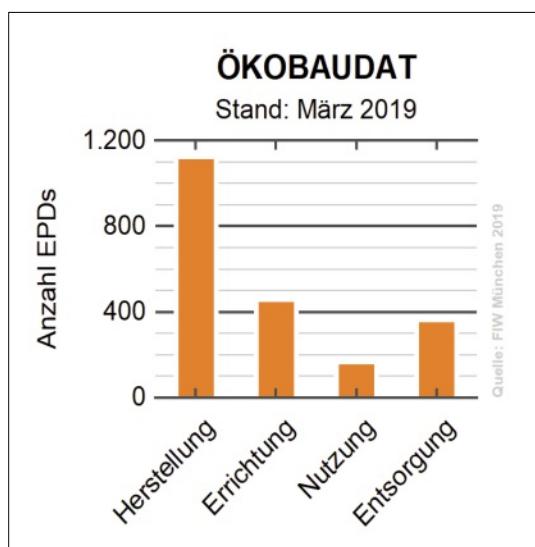


Abb. 4: Anzahl der Datensätze in der Ökobaudat nach Bilanzgrenzen

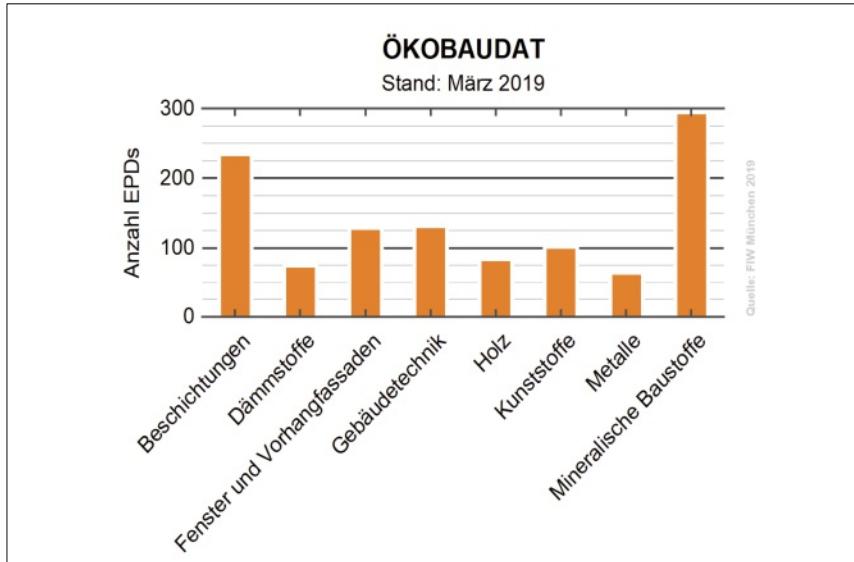


Abb. 5: Anzahl der Datensätze in der Ökobaudat nach Materialgruppen

Im Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) ist eine vereinfachte Methode beschrieben, um trotz lückenhafter Datensätze einen ganzheitlichen Ansatz zu ermöglichen, der nicht ausschließlich die Herstellungsphase betrachtet. Dieser Ansatz ist an das Vorgehen der SIA 2032 zur Ermittlung der Grauen Energie angelehnt. Die Bilanzmodule der Herstellung werden hier um Module aus den Gebäudebetrieb (B2, B4, B6) und aus der „End of Life“-Betrachtung, also der Verwertung und Entsorgung von Baustoffen (C3, C4), erweitert. Diese sind in Abbildung 3 grau hinterlegt dargestellt. Leider gilt auch hier, dass die Datenlage zu den Materialien und Produkten nur in den wenigsten Fällen ausreichend ist, um die Produkte vollumfänglich entsprechend der genannten Module zu bilanzieren. Dennoch stellt das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) derzeit die praktikabelste Methode dar, um Gebäude über alle Lebensphasen hinweg weitgehend abzubilden.

3 Berechnungen für Materialien, Bauteile und Gebäude

Überschlägliche Berechnungen zur energetischen Amortisation der im Herstellprozess aufgewandten Energie über die Energieeinsparung durch wärmedämmende Außenbauteile während der Nutzungszeit sind die einfachste Möglichkeit für eine Energiebilanz. Dieser Ansatz wurde in der Vergangenheit häufig angewendet [FRIEDRICH 1922]; [SPRENGARD et al. 2013], um auf einfache Art und Weise zu zeigen wie viel mehr Energie durch den Einsatz von energieeffizienten Konstruktionen in der Gebäudehülle im Vergleich zur für die Herstellung aufgewendeten Energie eingespart werden kann. In der Regel wurde hierfür der Einsatz von nicht erneuerbarer Primärenergie für die Herstellung mit der eingesparten Heizenergie verglichen.

Diese Berechnungsweise kommt jedoch bei Konstruktionen mit sehr niedrigen U-Werten an ihre Grenzen. Zudem werden weder die Art der eingesetzten Energie in der Nutzungszeit berücksichtigt oder bewertet, noch erfolgt eine Betrachtung über der (teilweise sehr unterschiedlichen) Lebenserwartung der verwendeten Bauteile und Produkte. Aus diesen Gründen wurden die Betrachtungen zur statischen energetischen Amortisation zunehmend von genaueren Betrachtungen abgelöst, die für konkrete Produkte, Bauteile und Gebäude die Lebensdauer der verwendeten Materialien, sowie deren Rückbau und Wiederverwertung berücksichtigen. Zur Betrachtung von Gebäuden gehört hier auch die Berücksichtigung der eingesetzten Anlagentechnik, die ebenfalls mit ihrem Primärenergiefaktor und ihrer Lebensdauer angesetzt werden muss.

3.1 Berechnungen mittels statischer Amortisation

Die ermittelten Zeitspannen für die einfache energetische Amortisation der für die Herstellung aufgewendeten Primärenergie belaufen sich bei [FRIEDRICH 1922] auf ein bis zwei Jahre. Das FIW München differenziert für gedämmte Bauteile nach deren Ausgangs-U-Wert vor der Sanierungsmaßnahme und nach Ziel-U-Werten nach der Sanierung [SPRENGARD et al. 2013]. Dem Energieaufwand der Herstellung wird das Energieeinsparpotential der Anwendung gegenübergestellt. Dabei wird nach der Dämmschichtdicke und den wärmeschutztechnischen Eigenschaften des Materials unterschieden und die Amortisationszeit abhängig von dem energetischen Ausgangszustand der Konstruktion und der Art der Nutzung (Temperaturgradient der zu trennenden Bereiche) berechnet.

Bei Neubauten wird der energetische Zustand im Wesentlichen von der Wahl des Wandaufbaus (Porenbeton, Leichtbeton, Ziegel, Kalksandstein mit Wärmedämmung, Leichtbauweise, etc.) bestimmt, während bei der Sanierung von Bestandsgebäuden darüber hinaus auch ältere Dämmmaßnahmen vorhanden sein können, die gegebenenfalls verstärkt werden sollen. Das Temperaturgefälle der thermisch zu trennenden Bereichen ist dann verantwortlich für den Wärmestrom im späteren Bauteil. Geringe Wärmeströme (z. B. Kelleraußenwand zum Erdreich bei nicht geheiztem Keller) führen zu geringeren absoluten Einsparmöglichkeiten, während hohe Wärmeströme (z. B. beheizter Wohnraum an/unter Fassade oder Dach) auch größere absolute Energieeinsparungen ermöglichen.

Auch die Dämmschichtdicke beeinflusst die realisierte Energieeinsparung. Hierbei ist aber zu beachten, dass der Wärmedurchgangskoeffizient U als Funktion der Dämmschichtdicke einen Hyperbelast darstellt ($U \sim 1/d$ [$W/m^2 \cdot K$]); λ = Wärmeleitfähigkeit, d = Dämmschichtdicke, siehe Abbildung 6). Der Einfluss der Dämmschichtdicke auf die Höhe der Wärmeverluste ist also nicht linear, sondern regressiv ausgebildet.

Während der energetische und stoffliche Aufwand für die Herstellung des Dämmstoffs annähernd linear mit der Dämmschichtdicke anwachsen, werden die zusätzlich erzielbaren Energieeinsparungen also mit jedem zusätzlichen Zentimeter Dämmung kleiner. Dieser Zusammenhang wirkt sich natürlich auch auf die energetische Amortisation aus, die umso länger dauert, je dicker die Dämmschicht ist.

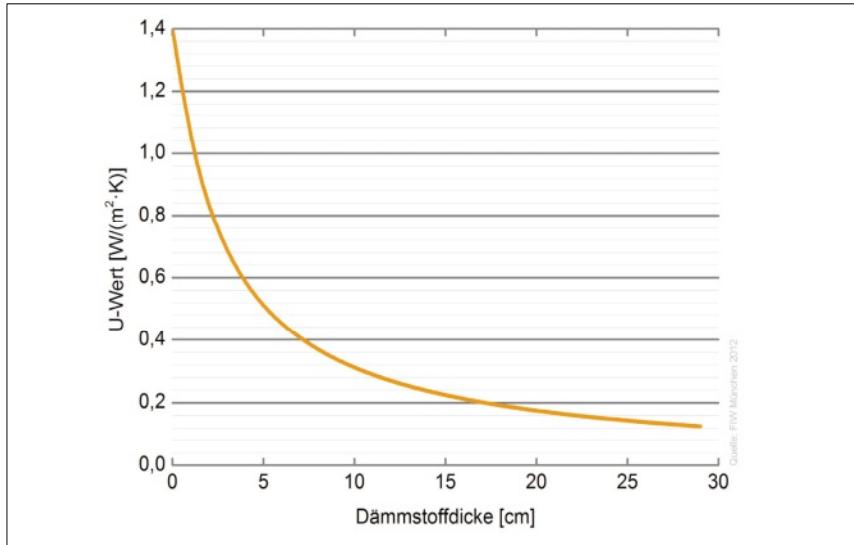


Abb. 6: Einfluss der Dicke des Dämmstoffs ($\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) auf den U-Wert eines Wandbauteils mit einem U-Wert des Bauteils vor der Sanierung von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Das FIW München ermittelt die energetische Amortisation ausgewählter Dämmstoffe bei Annahme unterschiedlicher U-Werte des Rohbauteils von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und Ziel-U-Werten von $0,24 - 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [SPRENGARD et al. 2013]. Die Annahme unterschiedlicher U-Werte der Rohbauteile berücksichtigt unterschiedliche energetische Ausgangszustände, wie diese sich bei Bauteilen unterschiedlicher Gebäudealtersklassen oder auch nach bereits erfolgten früheren Sanierungsmaßnahmen einstellen. Die Annahmen zu Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit und nicht erneuerbarem Primärenergieeinsatz werden entsprechend der EPDs, Quellen aus der Literatur und Herstellerangaben berücksichtigt.

Je nach eingesetztem Material bewegen sich die energetischen Amortisationszeiten bei einem Ausgangs-U-Wert von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (typischer Wert für Wände im Altbau) und einem Sanierungsziel von $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ zwischen 1,2 Monaten (0,1 Jahre) (Zelluloseflocken) und knapp 2 Jahren (schwere Steinwolle, Schaumglas). Zwischen diesen Extremen weisen die meisten Dämmstoffe energetische Amortisationszeiten von wenigen Monaten auf. Je niedriger der angestrebte U-Wert des Bauteils wird, umso länger werden auch die Zeiten zur energetischen Amortisation.

Die Zeit für die energetische Amortisation für Bauteile mit einem Ausgangs-U-Wert von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ steigt gegenüber dem Ausgangs-U-Wert von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ deutlich an. Je besser der energetische Ausgangszustand (also je niedriger der Ausgangs-U-Wert) des zu dämmenden Bauteils ist, umso länger sind auch die energetischen Amortisationszeiten. Bei einem Ausgangs-U-Wert von $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und einem angestrebten U-Wert von $0,1 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ verlängert sich die energetische Amortisationszeit je nach Material deutlich. Für diese Extremwerte liegen die höchsten gefundenen Amortisationszeiten für (schwere und in der Herstellung energieintensive) Dämmstoffe bei

knapp über 10 Jahren. Trotzdem gibt es auch unter diesen Randbedingungen Dämmstoffe, die innerhalb des ersten Jahres mehr Energie einsparen als zur Herstellung benötigt wurde (Zelluloseflocken, leichte Glaswolle). Aber sogar die längsten Amortisationszeiträume liegen immer noch deutlich unter den üblichen Sanierungszeiträumen. Wichtigste Erkenntnis ist, dass ein Großteil der Materialien auch unter den ungünstigsten Randbedingungen trotzdem in einem Zeitfenster von < 5 Jahren die energetische Amortisation erreicht.

3.2 Berechnungen für ein Gebäude über dem Lebenszyklus

Eine genauere Ermittlung auf Gebäudeebene mit verschiedenen Wandbildnern und Anlagentechniken ist in [HOLM 2019] beschrieben. Für ein typisches Einfamilienhaus im Niedrigstenergie-Gebäudestandard wird eine Wärmebilanzierung durchgeführt und um die Betrachtung der „Grauen Energie“ für die Außenbauteile erweitert. Dazu wurden die thermischen Qualitäten der Bauteile und der gesamten Gebäudehülle entsprechend unterschiedlicher energetischer Anforderungen variiert und für die Außenwand verschiedene Baustoffe als Wandbildner (fünf Massivbau- und zwei Holzbaukonstruktionen) abgebildet und deren Einfluss auf die nach BNB definierten Module für die Herstellungs-, Betriebs- und End of Life -Phasen untersucht.

Für jede Außenwandkonstruktion ergeben sich aus der Kombination mit den weiteren Bauteilvarianten insgesamt je nach Konstruktionstyp zwischen 1.296 und 1.944 Varianten. Dazu kommt noch eine Unterscheidung nach sieben Versorgungssystemen, womit die Gesamtzahl der untersuchten Kombinationen auf 12.312 Varianten für die Gebäudehülle und 86.184 Varianten für die Kombination aus Gebäudehülle und Versorgungstechnik steigt. Für alle Varianten wurde der Primärenergieaufwand (materiell, energetisch und gesamt) für erneuerbare und nicht-erneuerbare Primärenergie ermittelt. Die dafür notwendigen Massen, Flächen und Volumen der verwendeten Bauteile und Materialien werden anhand der Geometrie des Einfamilienhauses und der Festlegungen zu den Konstruktionen bzw. Bauteilaufbauten ermittelt.

3.2.1 Betrachtungszeitraum

Alle Werkstoffe, Bauteile und Anlagen müssen während der Nutzungszeit des Gebäudes gewartet oder erneuert werden. Je nach Länge des Betrachtungszeitraums werden einzelne Komponenten ein bis mehrfach ersetzt und beeinflussen so die Gesamtbewertung. Als üblicher Betrachtungszeitraum für Gebäude in Deutschland und Europa gilt eine Dauer von 50 Jahren. Massive Konstruktionen halten i.d.R. jedoch deutlich länger, weswegen zusätzlich auch ein längerer Betrachtungszeitraum von 80 Jahren berücksichtigt wird.

3.2.2 Konstruktionen

Untersucht werden 7 verschiedene Außenwandkonstruktionen in monolithischer, zusatzgedämmter und Leichtbauweise, aus verschiedenen Materialien, (Ziegel, Leichtbeton, Porenbeton, Kalksandstein mit Steinwolle-WDVS, verschiedene Holzbaukonstruktionen) und jeweils dazu auch verschiedene Variation für Fenster, Türen,

Dachkonstruktion und unteren Gebäudeabschluss. Nur berücksichtigt aber nicht variiert werden Innenwände und Zwischendecken und weitere Bauteile, wie z. B. Treppen. Dabei decken die Außenbauteile heute verfügbare und marktübliche Systeme ab. Unterschiedliche Erneuerungszeiträume für Innen- und Außenputze, Farbanstriche, Beschichtungen und Bekleidungen, Fenster, Türen und Dachdeckung werden berücksichtigt.

3.2.3 Anlagentechnik

Die untersuchten Anlagentechnikvarianten decken drei verschiedene Brennwert-Kessel-Systeme, zwei Wärmepumpentypen, ein Holzpellet-Kessel und ein System mit Fernwärme ab. Dabei erfolgt die Wärmeübergabe an den Raum für die Wärmepumpensysteme über Fußbodenheizung und für alle anderen Systeme über übliche Konvektoren.

3.2.4 Auswertung

Die folgenden Darstellungen zeigen die Medianwerte der Grauen Energie der untersuchten Konstruktionen. Um die Bedeutung der einzelnen Bauteile herauszuheben, sind die ermittelten Werte der Grauen Energie einmal für die Bauteilfläche (spezifisch siehe Abbildung 7) aufgetragen und einmal bezogen auf die Nutzfläche des Gebäudes (Abbildung 8). Der Anteil für die Ersatzinvestitionen, die nach Ende der typischen Nutzungsdauer notwendig sind, ist für alle Außenwandtypen bei einem typischen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren gesondert ausgewiesen.

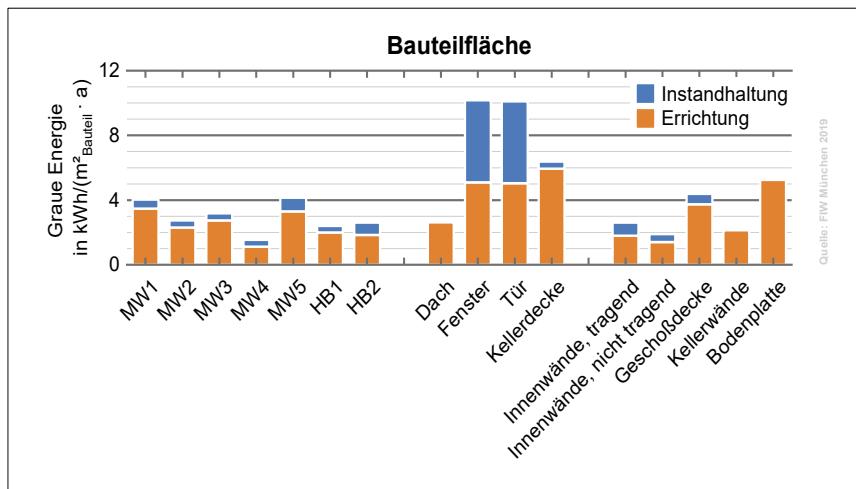


Abb. 7: Medianwerte der Grauen Energie für die betrachteten Bauteile und Konstruktionen.
Bezug auf die jeweilige Bauteilfläche

Quelle: FiW München 2019

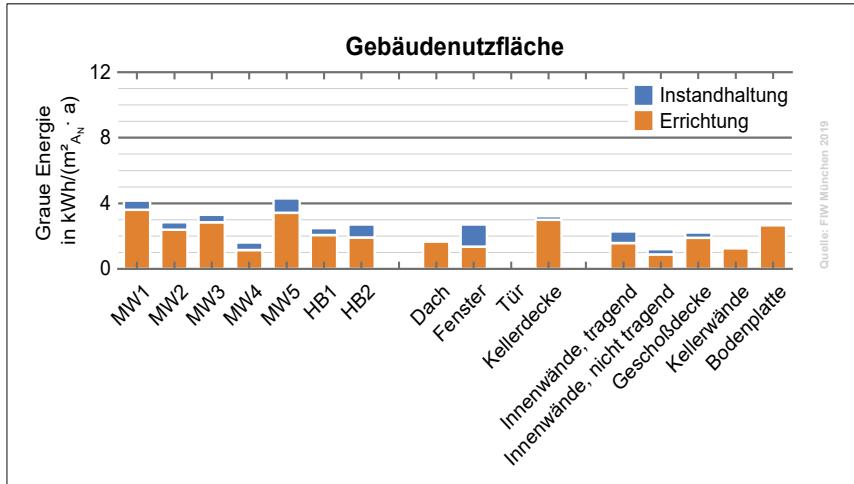


Abb. 8: Medianwerte der Grauen Energie für die betrachteten Bauteile und Konstruktionen.
Bezug auf die Gebäudenutzfläche

Haustür und Fenster haben die im Vergleich höchsten spezifischen Werte. Für beide Bauteile fällt die technische Lebensdauer deutlich niedriger aus als bei den Wand- und Deckenkonstruktionen. Damit sind Ersatzinvestitionen häufiger und bedingen einen höheren Primärenergieeinsatz. Wichtig ist hier jedoch, dass aufgrund der im Vergleich deutlich kleineren Flächen der Einfluss der Fenster und Haustür für das Gesamtergebnis geringer ist als beispielsweise bei den Außenwandsystemen (Abbildung 8). Die Deckenkonstruktionen (Kellerdecke und Innendecke) zeigen ähnliche Ergebnisse, jedoch mit geringeren Ersatzinvestitionen aufgrund der höheren Nutzungszeiten. Die Medianwerte der Außenwandsysteme liegen im Vergleich im Mittelfeld. Der Unterschied zwischen massiver Bauweise und Holzbau beträgt dabei lediglich etwa $1 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Bauteila}})$. Aufgrund der einfacheren Bauart fallen die Werte für Innenwände und Kelleraußenwände insgesamt niedriger aus, was mit dem geringeren Materialeinsatz für die schlankeren Konstruktionen (Innenwände) und dem Entfall von Wärmedämmung begründet werden kann (unbeheizter und daher ungedämmter Keller).

Die Gesamtbetrachtung für das Gebäude mit Anlagentechnik zeigt den Einfluss der verwendeten Anlagentechnik auf die Primärenergie deutlich (Abbildung 9). Der Endenergiebedarf und der Primärenergiebedarf sind sehr stark vom gewählten Anlagensystem abhängig. Hier haben Wärmepumpsysteme einen Vorteil. Aber selbst für diese Systeme liegt der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf immer noch über der zum Vergleich dargestellten Grauen Energie.

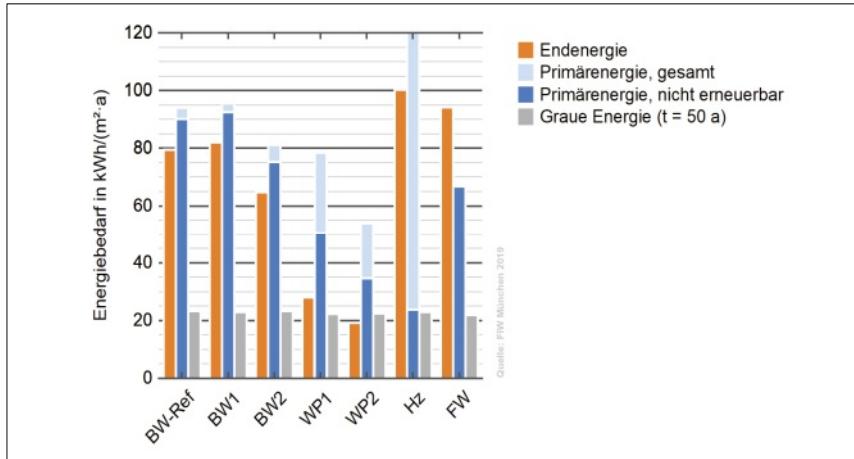


Abb. 9: Energiebedarf für Gebäude und Anlagen im Vergleich zur Grauen Energie

Noch deutlicher wird der Vergleich der Grauen Energie für die verschiedenen Baukonstruktionen in unterschiedlichen energetischen Ausführungen (EnEV 2016; KfW EH 55 und KfW EH 40) im Vergleich mit der Energie für den Betrieb (Abbildung 10). Hier wurde als Anlage die Luft-Wasser-Wärmepumpe mit einer Abluftanlage (WP 1) angesetzt und die Medianwerte der Grauen Energie für verschiedene Außenwandkonstruktionen zum Vergleich aufgetragen. Es wird deutlich, dass der verminderte Wärmebedarf eines sehr gut gedämmten Gebäudes mit einem Anstieg der Grauen Energie einhergeht, aber trotzdem der Primärenergiebedarf für die Nutzung noch deutlich über den Anteilen für die Graue Energie liegt.

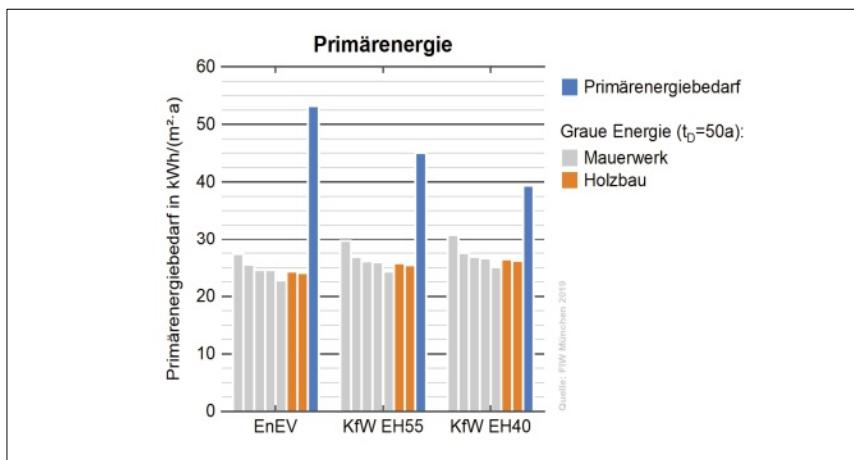


Abb. 10: Vergleich der jährlichen Anteile der Grauen Energie für die verschiedenen Außenwandkonstruktionen in verschiedenen energetischen Standards mit der Primärenergie für die Nutzung in 50 Jahren

Durch die Verlängerung des Betrachtungszeitraums für Bauteile mit einer höheren Lebensdauer, wie z. B. Fundamente, Wände, Innenwände, Decken und Dächer auf hier eher zutreffende 80 Jahre zeigt sich, dass die Erhöhung der Grauen Energie durch höhere energetische Standards kaum noch ins Gewicht fällt (Abbildung 11). Das rechtfertigt für langlebige Bauteile auch die Forderung nach einem sehr guten energetischen Standard. Aus Sicht der Grauen Energie spricht hier nichts gegen eine Verschärfung der baulichen Vorgaben.

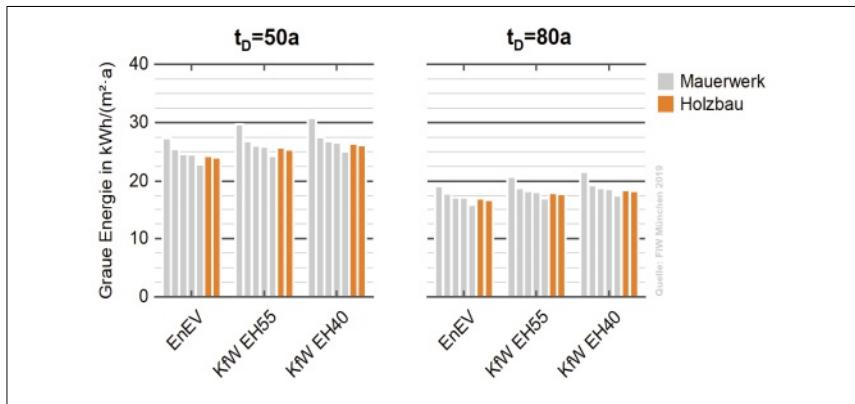


Abb. 11: Vergleich der Graue Energie pro Jahr und Nutzfläche für die betrachteten Außenwandkonstruktionen in verschiedenen energetischen Standards

4 Fazit

Bisher richtet der normative Rahmen zur energetischen Bilanzierung von Gebäuden seinen Fokus auf die Betriebs- bzw. Nutzungsphase des Gebäudes, indem die Verbrauchs- bzw. Bedarfswerte als wesentliche Kenngrößen ausgewiesen werden. Aufwände für die Herstellung der Bauprodukte, die Errichtung des Gebäudes und die letztlich notwendige Entsorgung sind darin nicht enthalten. Der Primärenergiebedarf konnte über die letzten Jahre deutlich gesenkt werden. Das ist jedoch mit einem erhöhten Aufwand für die eingesetzten Materialien für den Wärmeschutz der Gebäude verbunden. In diesem Zusammenhang wird die Graue Energie in den Bau- und Dämmstoffen immer wichtiger. Aussagen zum Energieeinsatz für die Herstellung und Verarbeitung von Bauprodukten sind ein wesentlicher und wichtiger Schritt, um Gebäude ganzheitlich zu bewerten. Oft wird argumentiert, dass mit der Auswahl der Wandbaustoffe allein ein wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeit erbracht wird. Regelwerke und Normen existieren viele, die das methodische Vorgehen beschreiben. Allerdings ist die Datenlage zu den Bauprodukten weiterhin begrenzt.

Die o. g. Berechnungen zeigen, dass es Unterschiede bei der bauteilspezifischen Betrachtung der Grauen Energie gibt, je nachdem welcher Baustoff gewählt wurde. In der Gesamtbetrachtung für ein Gebäude spielt das jedoch nur eine sehr untergeordnete Rolle. Zudem werden die Unterschiede zwischen den einzelnen Baukonstruktionen immer kleiner, wenn längere Betrachtungszeiträume gewählt werden. Länger Zeiträume sind für Bauteile der Gebäudehülle aber durchaus realistisch. Hier definiert sich

die Nachhaltigkeit einer Konstruktion zusätzlich durch Langlebigkeit und Robustheit, was eine deutlich geringere Wartung bedingt. Schaut man sich nur die Graue Energie an, kann ein deutlich besserer baulicher Wärmeschutz empfohlen werden, denn, für alle betrachteten Außenwandsysteme ist der zusätzliche Primärenergieeinsatz für die energetisch hochwertigere Konfiguration im Vergleich zu den Einsparungen in der Nutzungsphase gering.

Quellen/Literatur

BBSR 2019: Leitfaden nachhaltiges Bauen – Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Berlin, 2019

BMU 2017: Klimaschutzplan 2050, <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/>

BMWI 2010: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

DIN 15804: DIN EN 15804:2020-03, Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltprodukt-deklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte; Deutsche Fassung EN 15804:2012+A2:2019, Beuth Verlag, Berlin, 2020

EU-Kommission 2020: Circular Economy Action Plan, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>

EU-Kommission 2010: Energy Performance of Buildings Directive, https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

Eurostat 2016: <https://appssso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

FRIEDRICH, E.G.; MÜLLER, G.: Die Bauwirtschaft im Kleinwohnungsbau. Kritische Be-
trachtung der neuzeitlichen Bauweisen und Mitteilung von Erfahrungen mit Baustoffen.
Berlin, 1922

HERTWICH, E., LIFSET, R., PAULIUK, S., HEEREN, N., IRP, (2020), Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future

HOLM, A.H.; KAGERER, F.: Graue Energie von Einfamilienhäusern in Niedrigstenergie Gebäudesstandard, https://www.dgfm.de/fileadmin/01-DGFM/downloads/studien_mauerwerksbau/FIW_Graue_Energie_von_EFH_fu%CC%88r_DGFM_-_Bericht_-fin_201901.pdf.

SIA 2010: Schweizer Ingenieur- und Architektenverein SIA: Merkblatt 2032: Graue Energie von Gebäuden (2010) 32, Zürich.

SPRENGARD, C.; TREML, S.; HOLM, A.: „Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe – Metastudie Wärmedämmstoffe – Produkte – Anwendungen – Innovationen“. ISBN 978-3-8167-9254-3
Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, (2013).



Sprengard, Christoph
Dipl.-Ing.

- bis 2001: Bauingenieurstudium Uni Kaiserslautern
- seit 2001: Mitarbeit im FIW München
- Berechnungen zum Wärmedurchgang und Feuchttetransport
 - Entwicklung und Optimierung von Materialien, Bauteilen und Systemen
 - Begleitung des Markteintritts neuer Dämmstoffe (VIP, APM)
 - Forschungsarbeiten zu Innendämmung, Energieeffizienz im Neu- und Altbau, Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, Energieeinsparung in Transport und Logistik
 - Mitarbeit in zahlreichen Normungsgremien (DIN, CEN, ISO) Arbeitsgruppen und Vereinigungen (FV Innendämmung, VIPA, ADVAPOR)
- seit 2012: Abteilungsleiter Forschung und Entwicklung im Wärmeschutz im FIW München
-

Bau-Forensik – Anwendung und Techniken für den Bausachverständigen

Andreas O. Rapp

1 Einleitung

Das Ziel der bildgebenden optischen Bau-Forensik ist das Erkennen von Zusammenhängen und Ursachen bei der Aufklärung von Unregelmäßigkeiten und Schäden im Bauwesen durch Einsatz bildgebender Verfahren, die das Unsichtbare für das menschliche Auge sichtbar machen. Zum Einsatz kommen ähnliche Geräte und Techniken wie bei der Spurensuche zur Aufklärung von Gewaltverbrechen, daher leitet sich der Name Bau-Forensik ab.

Was ist Bau-Forensik ?

Forensik:
Wissenschaftlich technische Untersuchungen
zur Aufklärung krimineller Handlungen.
Mehr sehen - auch das Unsichtbare



Bau-Forensik:
Setzt gleiche Techniken und Werkzeuge ein
zur Ursachenklärung von Bauschäden.
Mehr sehen - auch das Unsichtbare

Prof. Dr. Andreas O. Rapp – Leibniz Universität Hannover – Professor für Holztechnik und Dendrologie BAUFORENSIK

Was ist Bau-Forensik ?

• Optische Bau-Forensik

• Ist eine bildgebende Technik
Ist anschaulich... aber nicht trivial
Ist überzeugend – auch für Nicht-Wissenschaftler

• Mehr sehen als mit dem menschlichen Auge

• „... Bau-Forensik sieht mehr...“

Prof. Dr. Andreas O. Rapp – Leibniz Universität Hannover – Professor für Holztechnik und Dendrologie BAUFORENSIK

2 Typische Anwendungen für den Bausachverständigen

Bisher werden die Methoden der optischen Bau-Forensik von folgenden Anwendergruppen erfolgreich eingesetzt:

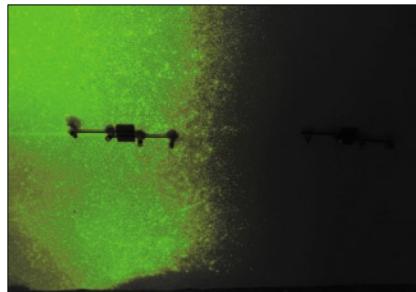
- Sachverständige in allen Zweigen des Bauwesens bei der Ursachenforschung,
- Architekten, Sachverständige, Handwerksbetriebe bei der Bauabnahme,
- Sanierungsbetriebe besonders in den Bereichen Schimmel-, Wasser-, Brandschäden,
- Hersteller und Lieferanten von Bauprodukten,
- Restauratoren und Denkmalpfleger,
- Versicherungsbranche mit Regulierern und Gutachtern,
- Immobilienbranche für die Bewertung von Bausubstanz,
- Kfz-Sachverständige.

Nachfolgend werden wichtige Anwendungsbeispiele besprochen, wobei sich wesentliche Informationen nicht nur in den jeweiligen Abbildungen, sondern insbesondere in den zugehörigen Beschreibungen, überwiegend direkt untern den Bildern befindet.

2.1 Detektion von Schimmelpilzen, die ohne Sporenbildung oft transparent sind



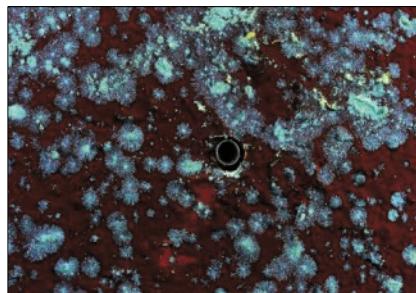
Tageslichtnormalbild: Zimmerdecke in der linken Bildhälfte mit starkem Schimmelpilzbefall mit transparentem Myzel, das bei Tageslicht vollständig unsichtbar ist.



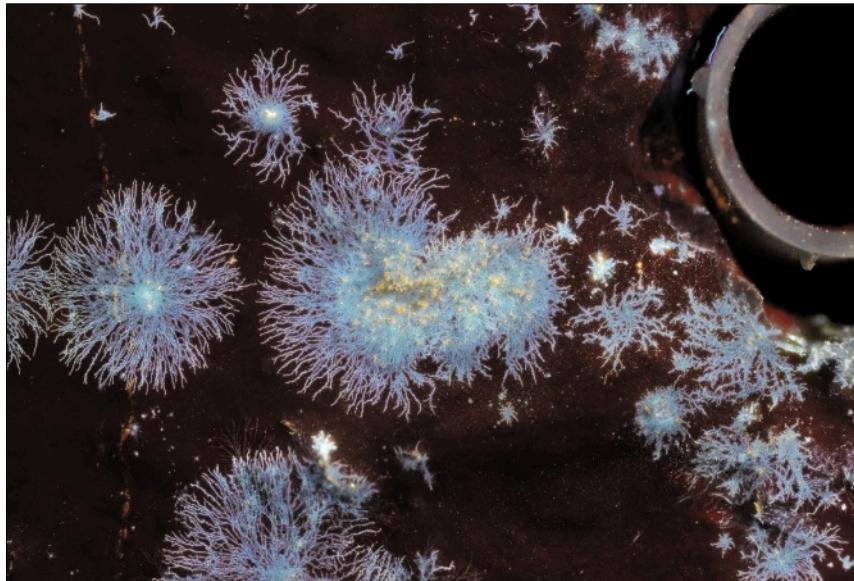
Fluoreszenzbild: Durch Fluoreszenzbildanalyse wird der Befall sichtbar, hier erkennbar an der hellgrünen Fluoreszenz, während der dunkle Bereich Pilz frei ist. Anmerkung: die gesamte Decke wurde gleichmäßig stark ausgeleuchtet.



Tageslichtnormalbild: Ausschnitt aus dem oben gezeigten Übersichtsbild; auch aus der Nähe kein Schimmelpilzbefall mit bloßem Auge erkennbar.



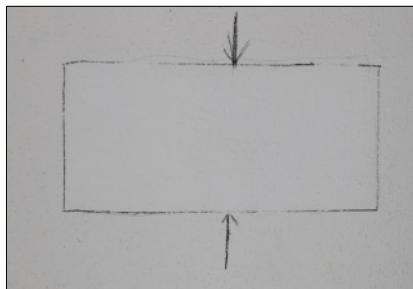
Fluoreszenzbild: Befall erkennbar an der hellblauen Fluoreszenz der Pilzhyphen.



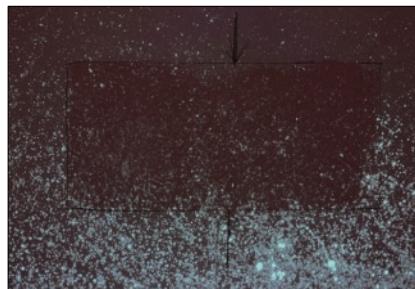
Makro-Fluoreszenzbild: Vergrößerter Ausschnitt aus dem vorherigen Bild.

Anmerkung zum Größenmaßstab: Der Dübel oben rechts im Bild besitzt einen Durchmesser von 8 mm.

2.2 Überstrichener Schimmelpilz, ohne fachgerechte Sanierung



Tageslichtnormalbild: Im rechteckig markierten Bereich wurde mit weißer Wandfarbe überstrichen.



Fluoreszenzbild: Zeigt an der durchscheinenden hellblauen Fluoreszenz, dass hier Schimmel mit Wandfarbe einfach überstrichen wurde.

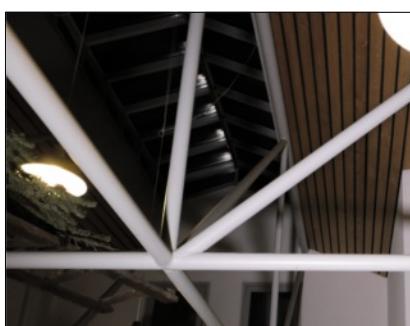
2.3 Verdeckte Wasserschäden, auch nach dem Trocknen

Es ist bekannt, dass Schwarzwasser durch Urin und Fäkalien fluoresziert und nach dem Abtrocknen fluoreszierende Ränder hinterlässt. Aufgrund der Fluoreszenz von Körperpflegemitteln verhält sich Grauwasser ähnlich. Bisher unbekannt war, dass in Gebäude eingedrungenes Regenwasser ebenfalls fluoreszierende Spuren hinterlässt, auch wenn diese mit bloßem Auge nicht sichtbar sind.

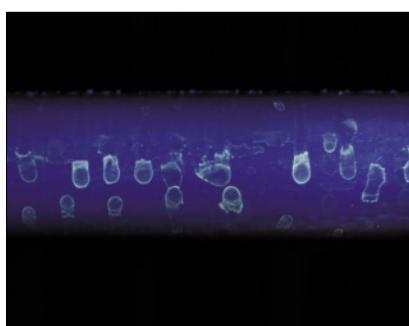


Tageslichtnormalbild von Körperpflegemitteln

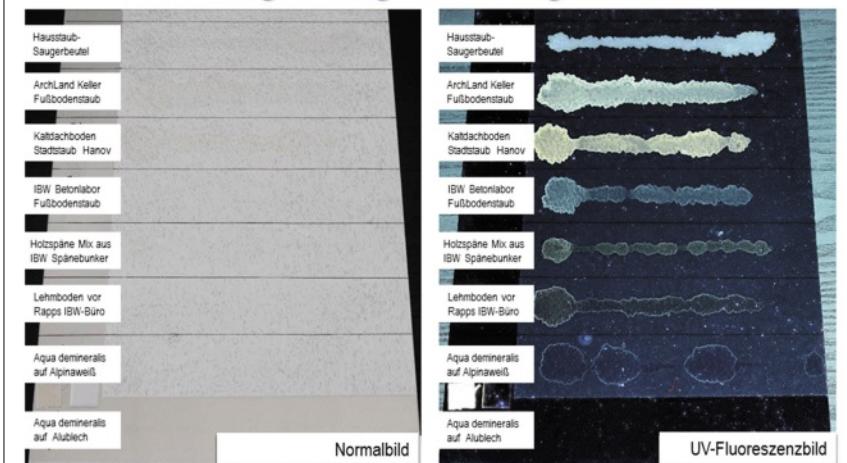
Fluoreszenzbild von Körperpflegemitteln



Tageslichtnormalbild von Dachflächenfenstern und Stahlkonstruktion ohne sichtbare Wasserspuren

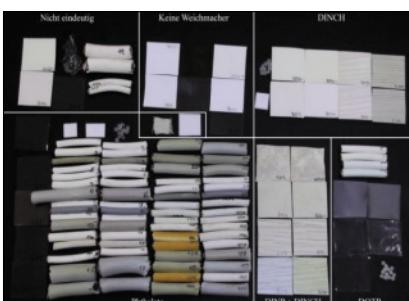


Fluoreszenzbild: Zeigt Tropfsspuren von Wasser, das über die Dachflächenfenster ins Gebäudeinnere gedrunge ist und auf die Fußbodenkonstruktion eingewirkt hat.

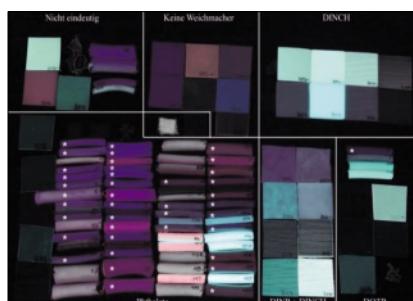


2.4 Indikator für Schadstoffbelastungen

Schadstoffe in Gebäuden wie PAKs, Teer, Kraftstoffreste, phthalathaltige Weichmacher, bestimmte Amine und überstrichene bzw. übertapezierte Spachtel konnten in der Vergangenheit aufgrund ihres Fluoreszenzverhaltens aufgespürt werden. Auch wenn die optische Bau-Forensik weder ein quantitatives Ergebnis noch einen 100%igen qualitativen Nachweis lieferte, wurden die genannten Schadstoffe gefunden und aufgrund ihrer sichtbar gewordenen Verteilung die beste Stelle für die Probenahme identifiziert. Die nachfolgenden Bilder zeigen eine Vielzahl von verschiedenen PVC Kabeln. Die im Fluoreszenzbild mit *-markierten Kabel wurden aufgrund ihrer langwelligen Fluoreszenz verdächtigt, gesundheitlich bedenkliche kurzkettige o-Phthalat Weichmacher zu enthalten. Die durchgeföhrte FTIR-Analyse belegte, dass durch Fluoreszenzanalyse etwa 90 % der Kabel mit o-Phthalaten richtig identifiziert werden konnten. Es besteht jedoch keine 100%ige Trefferquote.



Tageslichtnormalbild der untersuchten PVC Kabel



Fluoreszenzbild der untersuchten PVC Kabel

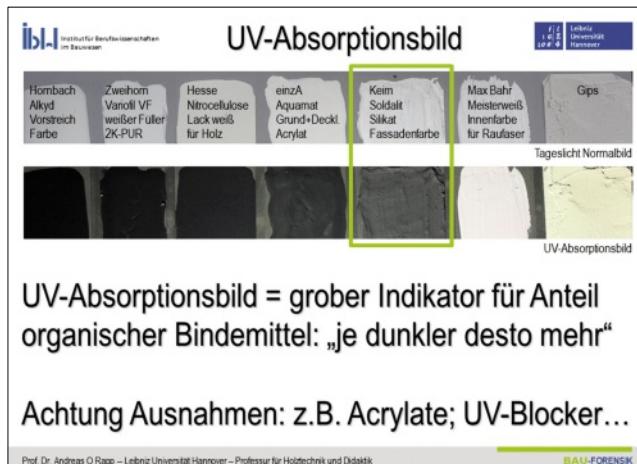
2.5 Ursachenklärung von Enthaftungen, Ablösungen, Bruchbildanalyse

Die Ursachenklärung von Brüchen, Ablösungen und Enthaftungen von Grundierungen, Klebstoffen, Parkettlagen oder mineralischen Baustoffen gehört zu den schwierigsten Aufgaben eines Sachverständigen. Durch den Einsatz der optischen Bau-Forensik werden Lage und Trennung auch dünner transparenter Schichten, wie Grundierungen sichtbar und Bruchbilder einfach quantifizierbar.



2.6 Differenzierung von Produkten mit Polymeranteil

Das UV-Absorptionsbild gibt Aufschluss über die Größe des Anteils von organischen Bindemitteln in Baustoffen. Die wichtigsten rein mineralische Baustoffe (Zement, Kalk, Quarz, Silikate, Beton, Gips, Titandioxid) weisen kaum UV-Absorption auf, erscheinen also sehr hell im UV-Absorptionsbild, außer sie enthalten organische Zusätze oder Bindemittel. Dies ist beispielsweise bei Keim Soldalit der Fall und im folgenden UV-Absorptionsbild an der grauen Färbung erkennbar:

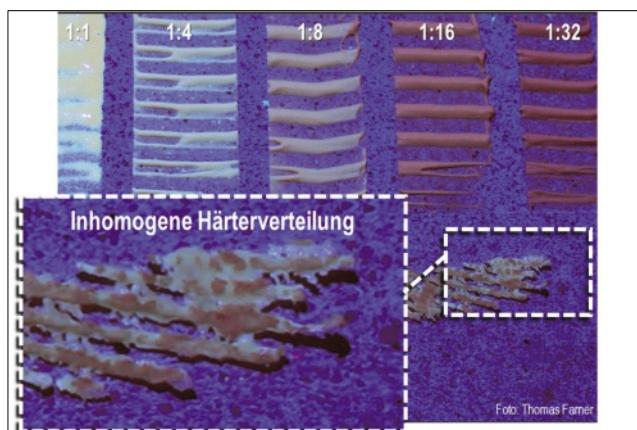


UV-Absorptionsbild = grober Indikator für Anteil organischer Bindemittel: „je dunkler desto mehr“

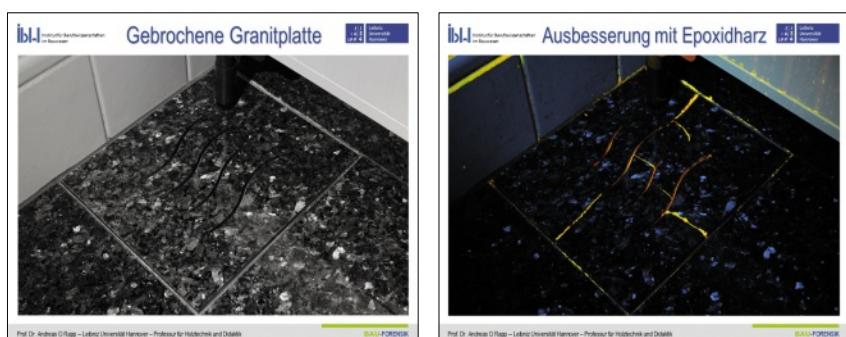
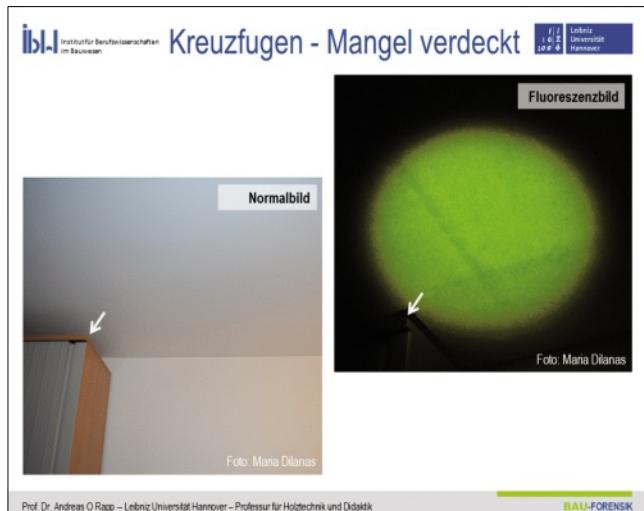
Achtung Ausnahmen: z.B. Acrylate; UV-Blocker...

2.7 Abweichungen und Anomalien in Produktion und Verarbeitung

Falsche Verhältnisse von Härter und Harz werden ebenso sichtbar wie inhomogene Durchmischung:



Falsche Verarbeitung von Gipskartonplatten (Kreuzfuge) wird durch die Tapete und Wandfarbe hindurch erkennbar, ebenso wie Reparaturstellen an Neuware und historischer Bausubstanz.



Tageslichtnormalbild einer reparierten Granitplatte

Fluoreszenzbild offenbart die Epoxidharz-Klebestellen

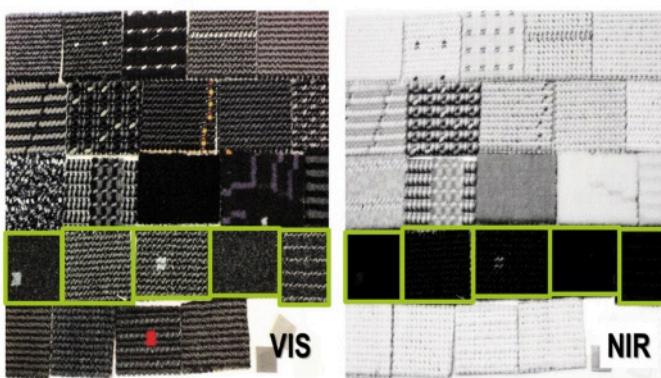


Tageslichtnormalbild eines historischen Kachelofens



Fluoreszenzbild offenbart die Reparaturstellen

Mit bloßem Auge ist bei Teppichen hochwertige **Spinndüsenspritzung** nicht zu unterscheiden von nachträglicher Kufenfärbung

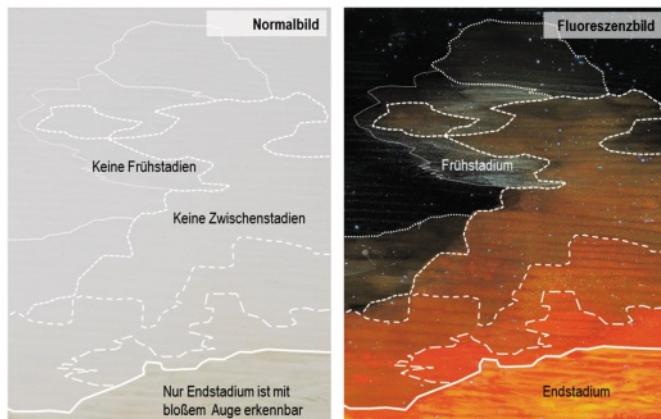


Prof. Dr. Andreas O Rapp – Leibniz Universität Hannover – Professur für Holztechnik und Didaktik

BAU-FORENSIK

2.8 Überprüfung des Behandlungserfolges bzw. der Vitalität von Organismen

Nicht vor und während der Sanierung eines Schimmelpilzbefalls sowie bei der Endkontrolle, sondern auch zur Überprüfung des Reinigungserfolges bei textilen Materialien und Fassaden, Treppen und Wegen sind die Methoden der optischen Bau-Forensik einsetzbar.





3 Techniken für den Bausachverständigen

3.1 Die vier Grundtechniken

Es lassen sich vier unterschiedliche Grundtechniken der bildgebenden Bauforensik unterscheiden:

- VIS-Absorptionsbildanalyse (normale Tageslicht Fotografie),
- UV-Absorptionsbildanalyse,
- IR-Absorptionsbildanalyse (auch „IR-Fotografie“ genannt) ,
- Fluoreszenzbildanalyse.

3.1.1 VIS-Absorptionsbildanalyse

Die VIS-Absorptionsbildanalyse ist nichts anderes als die normale, altbekannte Farbfotografie im sichtbaren = visuellen Wellenlängenbereich des Lichts von ca. 400 nm bis 720 nm. Die Betrachtung jeden Farbfotos aus einer normalen Kamera, egal ob Urlaubsfoto oder Sachverständigenfoto ist im Grunde eine VIS-Absorptionsanalyse. Farben entstehen dadurch, dass von einer Materialoberfläche bestimmte Wellenlängen aus dem „weißen“ Tageslicht absorbiert werden. Wir sehen z. B. rot, wenn von einer Oberfläche die Wellenlängen von 400 nm bis 610 nm, das sind die Lichtfarben violett, blau, cyan, grün und gelb absorbiert werden, nur das längerwellige rote und ggf. infrarote Licht gelangt zum Auge bzw. zur Kamera.



Der Begriff der VIS-Absorptionsbildanalyse wurde hier nur deshalb für „normale Farbfotos“ eingeführt, damit dem Leser deutlich wird, dass es sich bei den beiden nachbeschriebenen Techniken (IR-Absorptionsbildanalyse und UV-Absorptionsbildanalyse) auch nur um Absorptionsbilder handelt, mit dem einzigen Unterschied, dass eine Forensikkamera und spezielle Filter notwendig sind, um die Wellenlängenbereiche unterhalb und oberhalb des für das menschliche Auge unsichtbaren Lichts abzubilden.

3.1.2 UV-Absorptionsbildanalyse

Bei der UV-Absorptionsbildanalyse wird untersucht, in welchem Grad von einer Materialoberfläche Licht im Wellenlängenbereich des nahen ultravioletten Lichts (UV-A Bereich von ca. 320 nm bis 400 nm) absorbiert wird. Eine starke UV-Absorption erscheint dunkel im Bild eine schwache hell. Für die UV-Absorptionsanalyse wird vor die Forensikkamera ein sog. UV-Passfilter gesetzt, der nur das UV-Licht in die Kamera hinein passieren lässt, jedoch die Wellenlängen des sichtbaren Lichts sperrt. Da fast jedes organische Material (auch Pilzhypfen, Sporen, Enzyme und Metabolite) eine ausgeprägte UV-Absorption besitzt und im Gegensatz hierzu rein mineralische Baustoffe (z.B. Kalk, Gips, Zement, Quarz, Beton, Titandioxid) keine nennenswerte UV-Absorption besitzen, lässt sich anhand eines UV-Absorptionsbildes einfach abschätzen, ob ein Material viel oder wenig organische Substanz besitzt bzw. ob auf einer rein mineralischen Oberfläche ein wie auch immer gearteter „Biofilm“ z. B. aus transparenten Pilzen vorliegt.



3.1.3 IR-Absorptionsbildanalyse

Bei der IR-Absorptionsbildanalyse wird untersucht, in welchem Grad von einer Materialoberfläche Licht im Wellenlängenbereich des nahen Infrarots (von 720 nm bis 1100 nm) absorbiert wird. Eine starke IR-Absorption erscheint dunkel im Bild, eine schwache hell. Für die IR-Absorptionsbildanalyse wird vor die Forensikkamera ein sog. IR-Passfilter gesetzt, welcher nur das IR-Licht in die Kamera hinein passieren lässt, jedoch die Wellenlängen des sichtbaren Lichts sperrt. Da im IR-Bild Ruß, elementarer Kohlenstoff, dunkle Metalloxide und Melanin dunkel erscheinen, jedoch nahezu alle anderen Materialien hell (auch dann, wenn sie im VIS dunkel sind), ist diese Technik besonders für die Untersuchung von Brandrückständen, Schmutz und schwarzem Schimmel auf dunklen Untergründen geeignet, die im IR-Bild hell erscheinen.

3.1.4 Fluoreszenzanalyse

Bei der Fluoreszenzanalyse wird untersucht, in welchem Ausmaß das auf ein Untersuchungsobjekt eingestrahlte kurzwellige Erregerlicht in neues Licht einer längeren Wellenlänge umgewandelt wird. Fluoreszenz darf nicht verwechselt werden mit den drei vorgenannten Techniken, bei denen das Bild durch selektive Absorption der eingestrahlten Wellenlängen erzeugt wird. Bei Fluoreszenz wird aus der eingestrahlten Wellenlänge „neues“ Licht einer völlig neuen Wellenlänge generiert. Um dieses neu generierte Licht (Fluoreszenz) überhaupt erkennen zu können, müssen zwei Forensik-Filter eingesetzt werden: Der Lichtquellen-Forensikfilter lässt nur kurzwelliges Licht aus der Lichtquelle heraus passieren (Kurzpassfilter), blockiert jedoch alles langwellige Licht der Lichtquelle. Der Kamera-Forensikfilter blockiert alles aus der Lichtquelle herauskommende kurzwellige Licht und lässt nur langwelliges Licht in die Kamera hinein passieren (Langpassfilter). Bei einem nicht fluoreszierenden Untersuchungsobjekt bleibt das Kamerabild schwarz. Bei einem fluoreszierenden Untersuchungsobjekt wird das Kamerabild ausschließlich durch das vom Untersuchungsobjekt neu generierte langwellige Licht gezeichnet.

Da die im Bauwesen auftretenden Fluoreszenzen sehr schwach sind, werden hoch effiziente, perfekt aufeinander abgestimmte Filterpaare für Lichtquelle und Kamera benötigt, damit die gesuchten schwachen Fluoreszenzen nicht durch unerwünschte langwellige Reste aus der Lichtquelle (sog. Lichtkontamination) überstrahlt werden.

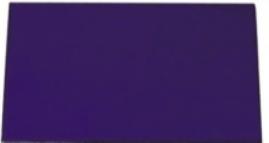
4 Bau-Forensik Filter und andere notwendige Geräte

4.1 Information zu Licht- und Blitzfiltern

Die richtigen Filter sind die wichtigste Voraussetzung für die Bau-Forensik!

Unterschieden wird in Lichtfilter und Kamerafilter. Lichtfilter werden vor die Lichtquelle gesetzt (0). Kamerafilter werden vor die Normalkamera (0) oder vor die Forensikkamera (0) gesetzt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass mit den nachfolgenden drei abgebildeten Lichtfiltern sämtliches für die Bau-Forensik notwendige reine Licht erzeugt werden kann, z. B. mit der Acebeam X80-UV LED Lampe, vor welche die Lichtfilter mit dem 58 mm Adapter (im Lieferumfang des Licht-Blitzfiltersets enthalten) gesetzt werden.

Die 3 wichtigsten Filter der optischen Bau-Forensik (Kernbestandteil des Licht+Blitz-filtersets sind nachfolgend abgebildet und erläutert:

		
<p>Bau-Forensik UV-Lichtfilter</p> <p>Er filtert Falschlicht (Weißlicht) aus 365 nm UV-Lampen und UV-Blitzen.</p> <p>Erst durch Einsatz dieses UV-Lichtfilters wird die hohe Kontraststärke bei UV Fluoreszbildanalysen erzeugt, die notwendig ist, um die bautypisch schwachen Fluoreszenzen erkennen und auswerten zu können.</p> <p>Dieser vor die Lichtquelle gesetzte Lichtfilter wird am häufigsten eingesetzt in Kombination mit dem Fluo1 Kamerafilter, der vor die Kamera gesetzt wird.</p>	<p>Bau-Forensik Blau-Lichtfilter</p> <p>Er ist sehr vielseitig einsetzbar:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Er filtert Falschlicht aus preiswerten 390 nm UV-Lampen und Violettlampen (wie z.B. der bei Amazon erhältlichen „Brandson LED UV Schwarzlicht 100 LEDs“). Diese Kombination aus Lampe und Filter erzeugt in Kombination mit dem Fluo2 Kamerafilter sehr kontraststarke Fluoreszenzbilder. b) Er filtert Falschlicht aus blauen LED-Lampen und er macht aus einer starken weißen LED Lampe eine falschlichtfreie blaue LED-Lampe. Dieser Lichtfilter erzeugt in Kombination mit dem Fluo3 Kamerafilter vor der Kamera sehr kontraststarke Fluoreszenzbilder z. B. bei der Detektion von verdeckten (überstrichenen) Schäden durch Schimmelpilze, Feuchte, PAKs u. a. c) Er macht aus einem „normalen“ weißen Blitz einen Forensik-Blitz, vergl. 0. 	<p>Bau-Forensik Cyan-Lichtfilter</p> <p>Er erfüllt drei Funktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Wenn der Cyan-Lichtfilter zusammen mit dem Bau-Forensik Blau-Lichtfilter vor einen normalen Blitz oder eine weiße LED gesetzt wird, so ist kein aufwändiger manueller Weißabgleich erforderlich in Kombination mit dem Fluo3 Kamerafilter. Es kann einfach wie bei Tageslicht im Automatik-WB-Modus gearbeitet werden. b) Er kann als alleiniger Filter vor einer weißen LED oder einem weißen Blitz in fast allen Fällen eine rote LED-Lampe bei der IR-Fluoreszenzbildanalyse ersetzen. c) Er wird bei der UV-Absorptionsbildanalyse im Freien bei starkem Sonnenschein als 2. Cyanfilter zusätzlich zum 1. Cyanfilter und zum UV-Pass-Filter vor eine Forensikkamera gesetzt, um sicherzustellen, dass kein IR-Falschlicht das UV-Bild verfälscht.

In einem vollständigen Licht+Blitzfilterset (vgl. Abschnitt 4.3) befindet sich zusätzlich zu diesen 3 oben beschriebenen Lichtfiltern ein geeigneter Licht-Filterhalter mit Adapters in den wichtigsten Größen von 49 mm bis 82 mm, um den Lichtfilterhalter an einer Vielzahl von Lichtquellen zu befestigen.



Adapter mit M49 bis M82 Filtergewinde



Filterhalter für bis zu 3 Vollglasfilter mit 84 x 84 x 2 mm

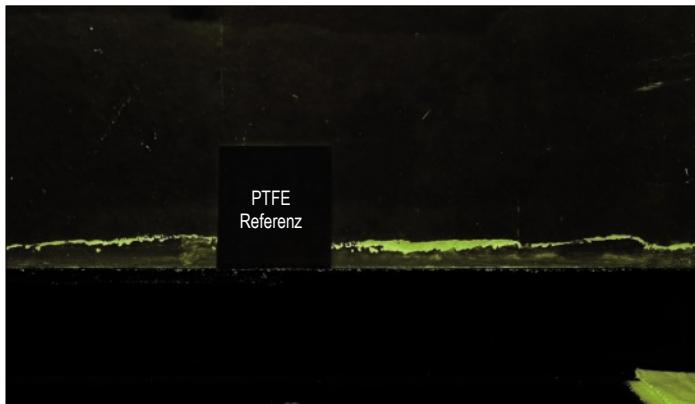
4.2 Herstellung eines leistungsfähigen Forensikblitz

Mit Hilfe von preiswerten Standard-Blitzlichtgeräten und einem Licht+Blitzfilterset lassen sich mit einfachen Mitteln leistungsfähige Lichtquellen für die Bau-Forensik herstellen.



Die nachfolgenden beiden Abbildungen machen die Leistungsfähigkeit eines nach dem obigen Bauschema (Blaulichtfilter aus dem Licht+Blitzfilterset vor einem preiswerten Standardblitzlichtgerät) zusammengesetzten Forensikblitzes deutlich. Die Praxis hat gezeigt, dass immer maximale Blitzleistung benötigt wird. Daher genügt ein manuelles (= preiswertes) Blitzgerät, das zwar möglichst stark sein sollte, jedoch nicht zwingend eine Steuerung durch Datenaustausch mit der Kamera benötigt.





Im Bild ist das Ergebnis sichtbar, das mit der oben beschriebenen Konfiguration erzielt wurde. Oben: zum Vergleich Tageslicht Normalbild. Unten: Bau-Forensik Fluoreszenzbild, das mit Blau-Lichtfilter vor einem normalen Blitz sowie mit Fluo3-Kamerafilter bei Weißabgleich „Kunstlicht“ aufgenommen wurde. Im Gegensatz zum Normalbild (oben) werden im Forensik Fluoreszenzbild (unten) die überstrichenen Ränder über dem Granitsockel in der Kellerwohnung mit ihrem bestehenden Feuchtigkeitsproblem sehr deutlich.

4.3 Information zu Normalkamerafiltern

Passend zu den Lichtquellenfiltern der Lichtquelle werden Kamerafilter benötigt, die genau auf das Spektrum des Lichts der Lichtquelle abgestimmt sind. Diese Kamerafilter werden mit Hilfe eines Schnellwechselfilterhalters vor die Kamera gesetzt.

Für den Einsatz einer gewöhnlichen Normalkamera für die optische Bau-Forensik, welche also nicht extra zur Forensikkamera umgebaut worden ist, haben sich folgende 4 Vollglasfilter bewährt:

- **Fluo1 Kamerafilter**

Dieser Kamerafilter wird am häufigsten in Kombination mit dem auf ihn abgestimmten UV-Pass Lichtfilter verwendet, der in oder vor einer 365 nm UV-Lampe sitzt.

- **Fluo2 Kamerafilter**

Dieser Kamerafilter wird am häufigsten in Kombination mit dem auf ihn abgestimmten Blau Lichtfilter verwendet, der in oder vor einer 385 nm UV-Lampe oder Violettlampe sitzt.

- **Fluo3 Kamerafilter**

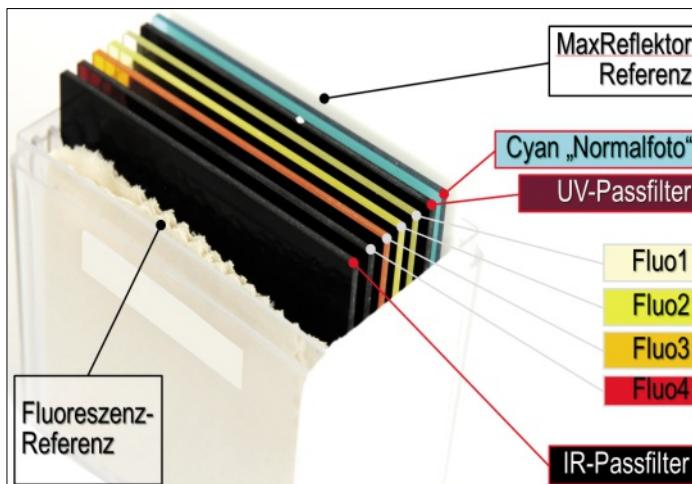
Dieser Kamerafilter wird am häufigsten in Kombination mit dem auf ihn abgestimmten Blau Lichtfilter verwendet, der vor einer kaltweißen oder blauen LED-Lampe oder vor einem normalen Blitz sitzt.

- **Fluo4 Kamerafilter**

Dieser Kamerafilter wird am häufigsten in Kombination mit dem auf ihn abgestimmten Blau Lichtfilter verwendet, der entweder vor einer kaltweißen oder blauen LED-Lampe oder vor einem normalen Blitz oder vor/in einer UV-Lampe sitzt.

Da der Bausachverständige seine Kamerafilter auf unterschiedlichen Objektiven verwenden möchte, empfiehlt es sich grundsätzlich alle Filter in einer großen Größe von mindestens 82 mm oder größer zu beschaffen. Jeder Filtertyp muss dann nur 1 Mal angeschafft werden und kann mit vergleichsweise sehr günstigen Adapters auf jedem ihrer kleineren Objektive verwendet werden.

In der nachfolgenden Abbildung der Kamerafilter für die Bau-Forensik sind die für eine Normalkamera notwendigen Filter und Referenzen Grau und Schwarz umrandet. Rot umrandet sind die zusätzlich für eine Forensikkamera notwendigen Komponenten (vergl. 0).



4.4 Information zu Forensikkamerafiltern

Für den Einsatz einer Forensikkamera in der optischen Bau-Forensik werden sämtliche unter 0 für den Einsatz mit Normalkameras beschriebenen Kamerafilter benötigt und zusätzlich folgende drei weitere Forensikkamera-Filter:

- **UV-Pass Kamerafilter** (durchlässig für UV, sperrt das sichtbare Licht)
Dieser Kamerafilter wird am häufigsten in Kombination mit einer 365 nm UV-Lampe oder einem UV-Blitz verwendet. Bei Untersuchungen im Freien unter Verwendung des Sonnenlichts als UV-Quelle sollte dieser Filter zusammen mit ein oder sogar zwei Cyanfiltern vor die Kamera gesetzt werden. Die Cyanfilter übernehmen die Aufgabe den sehr hohen IR-Anteil des Sonnenlichts sicher auszufiltern.
- **IR-Pass Kamerafilter** (durchlässig für IR, sperrt das sichtbare Licht und UV-Licht)
Dieser Kamerafilter wird für IR-Absorptionsuntersuchungen am häufigsten mit Sonnenlicht oder Halogenlicht oder Glühlampenlicht oder Blitzlicht eingesetzt. Oder für IR-Fluoreszenzuntersuchungen in Kombination mit einer roten 620 nm LED oder einem Cyan Lichtfilter vor einer weißen LED-Lampe oder Blitz.

- **Cyan Kamerafilter = Normalfoto Filter** (sperrt IR). Erkennbar an seiner hellblauen Farbe. Mit diesem Filter wird Ihre Forensikkamera wieder zur normalen Kamera. Sie können also mit Ihrer Forensikkamera „Normal-Fotos“ aufnehmen, die zeigen, wie das Objekt für das menschliche Auge bei Tageslicht normal aussieht. Dieser Kamera-Filter kann außerdem in Kombination mit dem Fluo1, Fluo2, oder Fluo3 Kamerafilter verwendet werden, wenn auf einen aufwändigen manuellen Weißabgleich verzichtet werden soll. In diesem Fall ist der Cyanfilter in die 1. Position des Schnellwechselfilterhalters zu setzen, also zwischen Objektiv und Fluo1, Fluo2 oder Fluo3 Filter. Der Weißabgleich wird hierzu auf Automatik oder Tageslicht gestellt. Ein oder sogar zwei Cyanfilter werden außerdem in Kombination mit dem UV-Passfilter im Freien bei Sonnenschein für UV-Absorptionsbilder verwendet.

4.5 Information zu Kameras für die Bau-Forensik

Eine Vielzahl von Aufgabenstellungen der optischen Bau-Forensik lassen sich mit einer ganz normalen Kamera lösen, sofern die richtigen Lichtfilter und die richtigen Kamerafilter eingesetzt werden. Untersuchungen, die in das UV-Spektrum oder das IR-Spektrum hineinreichen, können jedoch nur mit einer Forensikkamera durchgeführt werden. Wenn hier von „Forensikkamera“ gesprochen wird, ist damit eine Kamera gemeint, die nicht nur im sichtbaren Bereich des Lichts empfindlich ist, sondern auch zusätzlich noch im nahen Ultravioletten (N-UV) und im nahen Infrarotwellenlängenbereich (N-IR). Die Leibniz Universität Hannover hat mit Forensik-Kameras verschiedener Hersteller und Typen (insgesamt 6 verschiedenen) Erfahrung für unterschiedliche Anwendungen gesammelt. Dieses Erfahrungswissen wird gern weitergegeben.

4.6 Wo bekommt man die richtige Ausrüstung und wie geht's weiter?

Mehrmals jährlich, meist zu den stattfindenden Seminaren, werden bei einem optischen Fachbetrieb die für die Bau-Forensik benötigten hochwertigen Glasfilter nach den Vorgaben von Prof. Dr. Rapp, Leibniz Universität Hannover, in einer Größe von 84 x 84 x 2 (!) mm geschmolzen und geschliffen, passend für Schnellwechsel-Filterhalter. Es besteht die Möglichkeit an diesen Sammelbestellungen der Leibniz Universität teilzunehmen und Bau-Forensik Filtersets zu erwerben. Bei den original Bau-Forensik Filtern nach Vorgaben der Uni Hannover handelt es sich um eine Sonderanfertigung deren Preise und Rabatte möglich sind, weil im Rahmen einer Sammelbestellung eine große Anzahl Bau-Forensik Filter auf einmal geschmolzen und geschliffen werden. Die Licht-Blitzfiltersets sind exakt auf die Kamerafiltersets abgestimmt und erzeugen dadurch die hohen Kontraststärken, die erforderlich sind, um die schwachen im Bauwesen auftretenden Fluoreszenzen auswertbar zu machen.

Literaturhinweise sowie Informationen und Hilfe für die Beschaffung von Ausrüstung (Forensik-Lichtfilter, Forensik-Kamerafilter, Forensikkameras, Lampen und Blitzlichtgeräte), finden sich ebenso wie eine Auflistung von Praxisseminaren in denen die Techniken der optischen Bau-Forensik Schritt für Schritt unter fachkundiger Anleitung erlernt und sämtliche der Geräte selbst ausprobiert werden können auf www.bau-forensik.eu. Weitere Fragen gern per E-Mail an rapp@ibw.uni-hannover.de.

**Rapp, Andreas O.**

Prof. Dr. rer. nat.

- 1989: Meisterprüfung im Parkettlegerhandwerk
1988: Dipl.-Holz-Ing., FH Rosenheim
1993: Diplom-Holzwirt, Uni Hamburg
1998: Dissertation, Auszeichnung mit dem Leo-Schörghuber Preis
1993–2007: Wissenschaftler an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Stellvertretender Leiter des Instituts für Holzbiologie und Holzschutz, Dozent an der Universität Hamburg
seit 1994: öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Parkett
seit 2007: Professor für Holztechnik und Didaktik an der Leibniz Universität Hannover, Leiter des Instituts für Berufswissenschaften im Bauwesen
2013–2015: Senator der Leibniz Universität Hannover
2013: Begründung der neuen interdisziplinären Forschungsrichtung „Bau-Forensik“
Über 200 Publikationen, die aktuellsten zum Thema Bau-Forensik sind:
Rapp, A.O. 2018: Methoden der optischen Bau-Forensik für die Schimmelpilzdetektion, in Kraus-Johnsen, I. (Hrsg.): Schimmelpilz-Handbuch. Köln, Bundesanzeigerverlag, 177–209 pp.
Rapp, A.O. Sudhoff, B. 2020: Schäden an Holzfußböden. Stuttgart, Fraunhofer IRB-Verlag, 284 p.
-

Auf der Suche nach den Tätern – Mängel und Schäden an beheizten Fußbodenkonstruktionen

Michael Günther

Kurzfassung

Beheizte Fußbodenkonstruktionen dominieren in Wohnungsneubauten die Systeme der Wärmeübergabe im Raum. Der Marktanteil wird gegenwärtig auf ca. 85 % bei Ein- und Mehrfamilienhäusern, auf ca. 70 % in Mehrfamilienhäusern geschätzt. Hinzu kommen Anlagen, die im Wohnungsbau auch Wand-, weniger Deckenheizungen enthalten. Die Kombination von Photovoltaik (mit Eigenstromnutzung), Wärmepumpe und Fußbodenheizung mit Kühlfunktion gilt gegenwärtig als Bestlösung des energieeffizienten und kostengünstigen Bauens. Dieses Heizsystem-Konzept ist für GebäudeTypen nach KfW 70, KfW 55, KfW 40 bis hin zum Effizienzhaus Plus tragfähig, wobei die erforderlichen Heizleistungen in Abhängigkeit des zunehmenden Niveaus des energieeffizienten Bauens deutlich abnehmen.

Sowohl mit dieser umfangreichen Marktverbreitung und Systemvielfalt, als auch mit der Vielzahl der unterschiedlichen Plan- und Baubeteiligten wäre jedoch potenziell die Zunahme an Mängeln und Bauschäden verbunden, die durch das Anwenden einer stringenten Schnittstellenkoordination der Gewerke unter Berücksichtigung der aaRdT allerdings verhindert werden kann. Dem zunehmenden Fachkräftemangel ist dabei durch eine bindende Fachplanung und kompetente Bauleitung, aber auch durch neue Methoden wie z. B. das Montieren vorgefertigter Systemkomponenten zu begegnen. Aus- und Weiterbildung müssen garantieren, den riesigen Erfahrungsschatz früherer Generationen sinnvoll in das digitale Zeitalter der heutigen Generation zu übertragen.

Im Rahmen einer Sachverständigkeit zeigt sich immer wieder, dass es dabei nicht nur einfache Lösungen und „Kochrezepte“ gibt, wenn es die Täter am Baupfusch zu ermitteln gilt. Neben neuesten Methoden der Bau-Forensik sind nach wie vor Sachkunde, Erfahrung und GMV – der gesunde Menschenverstand – gefragt. Vorschnelle Urteile im Streitfall sind nicht dienlich.

Anhand dreier Fallbeispiele von Beanstandungen, Mängeln und Schäden an beheizten Fußbodenkonstruktionen soll exemplarisch gezeigt werden, wie Sachverständige vorgehen sollten, um die Schadensfälle korrekt analysieren und einordnen zu können. Für die Immobilienwirtschaft, aber auch die Fachplaner und Bauträger liegt der Wert der nachfolgenden Ausführungen darin, einiges über konkrete Lösungsansätze zu erfahren, die derartige Fehler und Rechtsstreitigkeiten künftig hoffentlich vermeiden helfen.

1 Einleitung

Rechtsstreitigkeiten im Zusammenhang mit Wohngebäuden und Fußbodenheizungen beziehen sich auf baukonstruktive und wärmetechnische Mängel, wobei hier durchaus eine Wechselwirkung entstehen kann. Beispielsweise wird eine mangelhafte Wärmedämmung die Heizleistungen und damit die Betriebskosten unnötig erhöhen, wogegen unzulässig hohe Heizsystemtemperaturen die Baukonstruktion resp. den Heizestrich und Oberbodenbelag schädigen können.

Aus Sicht des Autors, der über eine mehr als 30jährige Erfahrung mit beheizten Fußbodenkonstruktionen verfügt, sind die Streitigkeiten vorrangig folgenden Aspekten geschuldet:

- Nichteinhalten der in der VOB geregelten Verantwortlichkeiten für Planen, Ausführen und Betreiben der Heizsysteme;
- unzureichendes Festlegen konkreter Planungsrandbedingungen (lückenhaftes oder fehlerhaftes Raumbuch);
- mangelhafte Bauablaufplanung einschl. der erforderlichen Zeitfenster;
- Angebotspreis-Dumping und zumindest diskussionswürdige Vergabepraktiken;
- mangelhafte Schnittstellenkoordination der Gewerke Rohbau, Estrich- und Bodenbelagsfachhandwerk und Heizungsbau (z. B. Nichtberücksichtigen von praktikablen Instruktionen, wie z. B. Schnittstellenkoordination bei Flächenheiz- und Flächenkühlsystemen);
- Nichtbeachten der (Vor-)Prüfpflichten zum Erbringen der eigenen Leistung einschl. des Anmeldens von Bedenken;
- unzulässige Abweichungen zwischen Planung, Ausschreibung, Vergabe, Lieferung und Montage;
- nicht kalkulierte Nutzungsabweichungen mit schädigenden baukonstruktiven und/oder wärmetechnischen Auswirkungen.

Anhand von drei Fallbeispielen sollen nun Zusammenhänge besprochen werden, die Streitigkeiten, Mängel und Schäden an beheizten Fußbodenkonstruktionen verursacht haben. Die Suche nach den Tätern beginnt, um mit dieser Formulierung eine Verbindung zum interessanten Fachbeitrag „Bau-Forensik“ von RAPP in diesem Tagungsband aufgreifen zu können.

Doch bevor es dazu kommt, sollen die Bauarten der Flächenheizung und -kühlung kurz erläutert werden.

2 Beheizte Fußbodenkonstruktionen als Bestandteil der Flächenheizung und -kühlung

DIN EN 1264 ist die grundlegende Norm für raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlssysteme mit Wasserdurchströmung und die Weiterentwicklung der früheren Normen für Fußbodenheizungen. Es werden dabei Systeme in Fußboden, Wand und Decke abgehandelt, wobei im Wesentlichen zwischen Nass- und Trockenbau unterschieden wird (Abb. 1 bis 3).

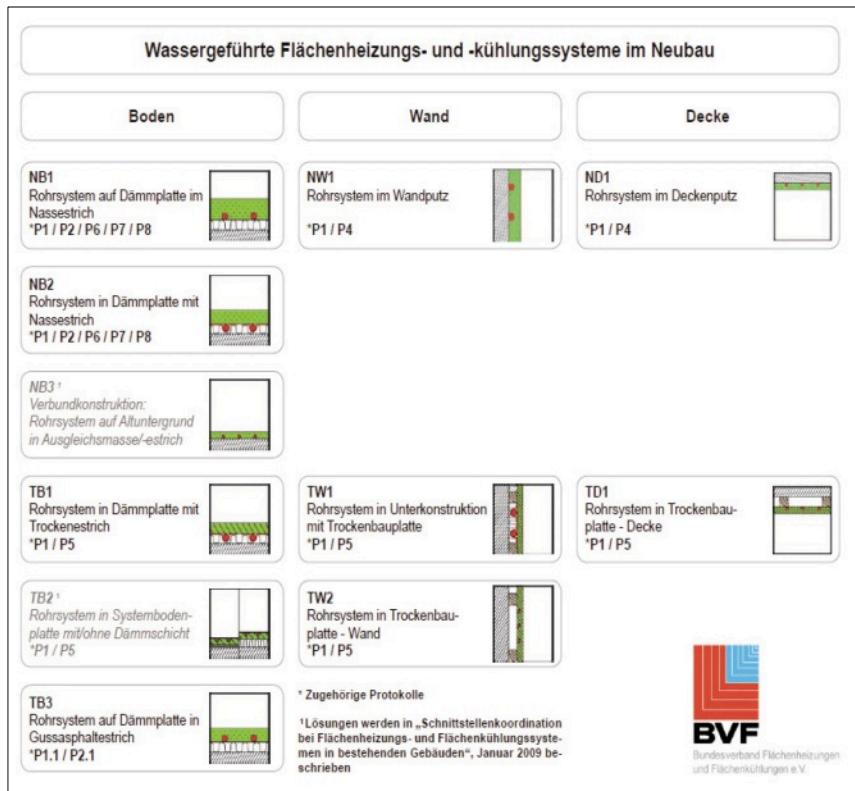


Abb. 1: Matrix der Flächenheiz- und -kühlssysteme für den Neubau (Quelle: BVF)

DIN EN 11855 korrespondiert inhaltlich mit DIN EN 1264, enthält aber außerdem Thermisch Aktive Bauteilsysteme (TABS). Diese Rohrsysteme werden in den Beton der Decken integriert und dienen vorrangig dem Kühlen, können aber auch die Heizlast zumindest anteilig kompensieren.

Kennzeichnend für sämtliche Systeme ist die Montage von Rohren, Rohrregistern und -matten oder Panels mit bereits integrierten Rohren (Abb. 2 und 3). Diese Systemrohre werden von Estrich, Nivellier-/Ausgleichsmassen, Gips oder Beton umschlossen. Der Versuch, den Estrich zum Erhöhen der thermischen Speicherkapazität mit Phasenwechselmaterialien (PCM) anzureichern, erweist sich bisher als nicht praxistauglich.



Abb. 2: Bauarten nach DIN EN 1264: Nassbau- und Trockenbausysteme

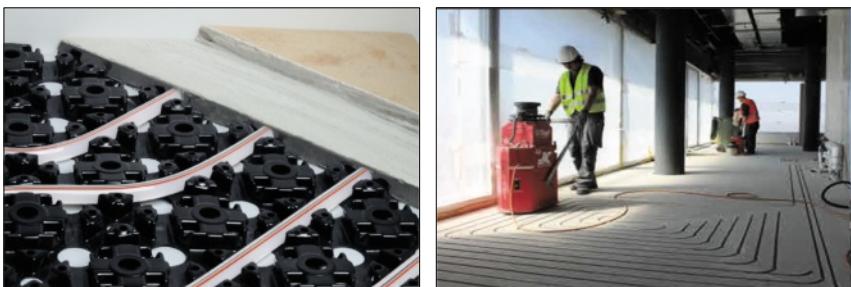


Abb. 3: Sonderkonstruktionen – Dünnenschicht-Fußbodenheizung (links) und Frässystem-Fußbodenheizung (Foto: JK)

Nicht besprochen werden in beiden Normen Sonderkonstruktionen, zu denen beispielsweise Dünnenschicht-Fußbodenheizungen im Verbund mit dem Bestandsfußboden oder Frässysteme für den Gebäudebestand gehören. Auch Panels zum Heizen und Kühlen gelten als Sonderkonstruktionen (Abb. 4). Darauf ist vertraglich zu achten, wenn derartige Systeme geplant werden sollen. Allerdings ist es längst angebracht, die Dünnenschicht-Fußbodenheizung in die Normen explizit aufzunehmen, da hierbei theoretische und praktische Erfahrungen aus mehr als 20 Jahren vorliegen.

Vom Baukörper entkoppelte Systeme, wie z. B. Kühldecken, werden in separaten Normen, wie z. B. DIN EN 14240 und DIN EN 14037, abgebildet.



Abb. 4: Wand-Decken-Panelflächenheizung Uponor Renovis und beheizter MERO-Doppelboden

3 Auf der Tätersuche – 3 Kriminalfälle

3.1 Sockelleistenabriß – der Heizungsbaumeister war es!?

In einem Autohaus mit Fußbodenheizung riss nach mehr als 12 Monaten die zunächst einwandfrei ausgeführte Sockelleiste (Abb. 5). Später zeigten sich Risse im Fliesenbelag und Zementestrich (CT), die auf Schwindspannungen hindeuteten. Sofort geriet der Heizungsbaumeister unter Verdacht, entweder eine nur unzureichend druckbelastbare Wärmedämmung oder die Wärmedämmung nur lückenhaft verlegt zu haben. Auch wurde ein Wasserschaden in Betracht gezogen, der die Wärmedämmung möglicherweise durchnässt haben könnte. Eine weitere Vermutung zielte darauf ab, dass die Fußbodenheizung mit unzulässig hohen Systemtemperaturen betrieben wurde, und die thermisch bedingte Ausdehnung zu den Formänderungen der Estrichscheibe geführt hätte. Zwar hätte sich das nicht nur am Abriss der Sockelleisten gezeigt, jedoch waren im Oberbodenbelag bei einer Erstbegutachtung zunächst keine wilden Risse zu erkennen. Die Assoziation „Fußbodenheizung – Temperatur – Längsausdehnung – Aufstellen und Setzen der Estrichlastverteilung“ wäre eine einfache Antwort auf das Schadensbild. Und schlussendlich wurde gemutmaßt, dass nur eine Teilbelegung der Fläche mit ungleichmäßigen Rohrabständen realisiert worden war, sodass Spannungen aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen zu Verformungen und dem Sockelleistenabriß geführt hätten.

Frühere Untersuchungen (MANNS/ZEUS, 1981) zur Verformung von beheizten Estrichplatten endeten nicht selten mit folgendem Fazit:

Es ist zu vermuten, dass durch die horizontalen und vertikalen Verformungen des Heizestrichs beim Aufheizen und Abkühlen das Tragverhalten der Dämmsschichten beeinträchtigt und damit die Zusammendrückbarkeit verändert wird. In der Praxis können Mängel im Bereich der Ränder, wie z. B. übermäßiges Vergrößern der Randfuge, Ablösender elastischen Fugenmasse von der Randleiste oder dem Belag, die Folge sein.



Abb. 5: Fußbodenheizung im Autohaus – Sockelleistenabriß bei einer Fußbodenheizung

Bei der Analyse des Schadens konnte zunächst folgendes sukzessive ausgeschlossen werden:

- Die Fußbodenkonstruktion in toto und in detail entsprach den Planungsvorgaben des Architekten, speziell den Lastvorgaben nach DIN EN 1991 (früher DIN 1055). Sogar das Austellen von Tribünen für kulturelle Veranstaltungen, mit folglich hohen Punktlasten, wurde berücksichtigt.
- Sämtliche Komponenten der beheizten Fußbodenkonstruktion entsprachen der Ausschreibung und Vergabe der Leistungen. Dazu wurden auch die Beipackzettel kontrolliert. Mittels Thermografie wurde die planmäßige Rohranordnung nachgewiesen.
- Das Einhalten der zulässigen Bautoleranzen (DIN 18202) wurde glaubhaft nachgewiesen.
- Es wurden Bohrkerne entnommen. Die Lastverteilsschicht (Zementestrich) hatte eine ausreichende Konstruktionsdicke nach DIN 18560. Die Zusammensetzung des Estrichs entsprach DIN EN 13813. Die Biegezugfestigkeit der Estrichplatte entsprach den Vorgaben.
- Die eingebaute Wärmedämmung entsprach den Anforderungen entsprechend der Kriterien Druckfestigkeit, Wasseraufnahme, Zugfestigkeit und Verformung. Die Bauprodukte entsprachen den Produktnormen DIN EN 13162 bis 13171.
- Das Bauprotokoll wies aus, dass der Heizungsbaumeister vor dem Beginnen seiner Arbeit die Vorleistung des Mitarbeiters des Rohbaus auf Eignung geprüft hatte. Der Rohbeton war eben und trocken. Die Baustelle war trocken, die Fenster waren bereits eingesetzt.
- Ebenso hatte der Estrichleger keine Bedenken gegenüber den Vorleistungen des Heizungsbaumeisters, als der Estrich eingebaut werden sollte. Die Fußbodenheizung entsprach DIN EN 1264.
- Die Heizungsanlage war auf Dichtheit druckgeprüft worden, das Abnahmeprotokoll war vorhanden. Im Betrieb konnte kein Druckabfall festgestellt werden. Aber auch ein anderweitiger Wassereintritt in die Fußbodenkonstruktion konnte ausgeschlossen werden, was Untersuchungen des Gebäudes (Sohlplatte und Perimeter) und der Bauwerksabdichtung (DIN 18531 bis DIN 18535) zeigten.
- Der Wärmepumpen-Monitor konnte hinsichtlich der System- und Raumtemperaturen ausgelesen werden. Es ergaben sich im Betrieb keine unzulässig Temperaturen, die allerdings auch das planmäßig montierte und richtig eingestellte Begrenzungsthermostat der Vorlauftemperatur verhindert hätte.

Bei dem Begutachten der Bauprotokolle einschl. Abnahme zeigte sich jedoch, dass das Bauvorhaben unter enormen Zeitdruck noch vor dem Frühjahr fertiggestellt werden musste. Dabei wurde offensichtlich, dass das Funktions- und Belegreifheizen der Fußbodenkonstruktion nach DIN EN 1264 weder von der Zeitspanne noch von den Systemtemperaturen zur Belegreife führte, der Bodenleger jedoch entsprechend des Bauablaufplanes sehr früh – viel zu früh – mit dem Belegen der beheizten Fußbodenkonstruktion begann. Später entstanden über einen längeren Zeitraum konvexe und konkave Verformungen des Zementestrichs und die beschriebenen Schäden.

Der Fliesenleger und weitere Beteiligte als Täter

Wird Feuchtigkeit in der Fußbodenkonstruktion „eingesperrt“ und später aufgeheizt, kommt es zu Verformungen der Lastverteilsschicht. In diesem Fall trocknet der Estrich sehr ungleichmäßig über einen längeren Zeitraum aus. Zunächst stellen sich die Ränder des Zementestrichs auf, bis sich diese später bei verringriger Zugspannung infolge des Austrocknens der Estrichunterseite wieder senken. Der Fachmann spricht von „Curling“. Verformt sich die Estrichplatte nicht, können sich zumindest die Fliesen lösen oder sogar Risse zeigen. Im Ergebnis des Prozesses können auch die Sockelleisten reißen, und es verbleibt ein störender Höhenversatz (Abb. 6). Und es verbleiben eben auch falsche Verdächtigungen.

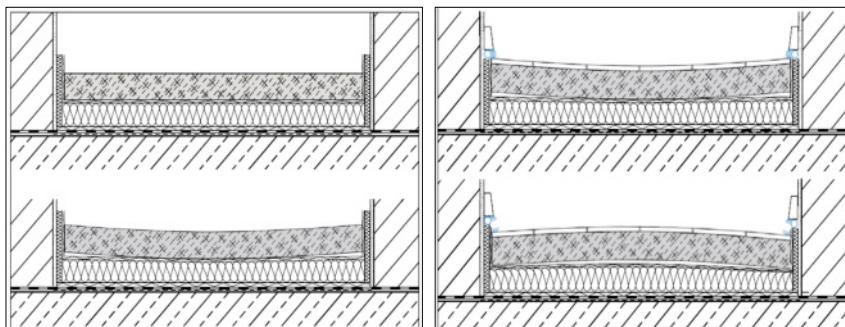


Abb.6: Wölben und Sockelleistenabriß bei zu früherer Verlegung des keramischen Oberbodens
(Quelle: Unger Fussbodenatlas ®)

Der Fliesenleger ist zunächst der Schuldige. Die Restfeuchte-Messung (CM-Messung, Tab. 1; für CAF nach DIN 18560 seit einiger Zeit 0,5 CM-% zulässig) hätte über die Belegreife des Estrichs Auskunft geben müssen, die Messwerte wurden aber ignoriert. Bereits Vorprüfungen mit abgeklebter Folie hätten den Feuchteniederschlag anzeigen und ein weiteres Belegreifeheizen begründen können (Abb. 7). Die CM-Messstellen waren nicht markiert, und es wurden zu wenige Messstellen in die Analyse einbezogen.

Hinsichtlich des Aufheizregimes ist zu konstatieren, dass die Zeidauer des Trocknens eines Estrichs maßgeblich von Estrichdicke und -konsistenz und den Umgebungsbedingungen abhängt. Als Richtwert galt früher, dass für eine Estrichdicke von 1 cm der Zeitraum von einer Woche für das Erreichen der zulässigen Restfeuchte zu kalkulieren ist. Bei Estrichdicken von mehr als 4 cm kämen 2 weitere Wochen dazu. Diese Zeitspanne gilt heute als zu kurz, da sich die Austrocknung nicht linear zur Estrichdicke verhält und die Einflüsse auf das Trocknen sehr variabel sind.

Hinsichtlich der Feuchtemessung sind die aaRdT hinsichtlich der Probenahme und CM-Messung zu berücksichtigen, wobei in diesem Zusammenhang auch die Herstellerangaben zu kontrollieren sind (https://www.klebstoffe.com/fileadmin/redaktion/ivk/Merkblaetter/TKB_16.pdf).

Das Betreiben eines (mobilen) Entfeuchtungsgeräts kann sinnvoll sein, wenn die relative Raumluftfeuchte während des Aufheizens hoch ist. Diese künstliche Trocknung wird bei Calciumsulfatestrichen (CA) angewandt (Abb. 8).

Zurück zum Schadensfall. Die Anweisung des Bauherrn, der bereits die Einladungskarten zum Eröffnen des Autohauses versandt hatte, zum Fertigstellen der Arbeiten wurde jedoch widerspruchsfrei ausgeführt. Und das, ohne zumindest Bedenken anzumelden bzw. die Schadensträchtigkeit des Vorganges zu avisieren und schriftlich anzuzeigen. Die zu früh verlegten Fliesen verursachen keine Zugspannungen, sehr wohl aber sind die Zugspannungen im Estrich während des Heizbetriebes vorhanden. Infolge des ungleichmäßigen Austrocknens entstehen Verformungen, die sich später in Rissen und Kanten- resp. Sockelleistenabrisse zeigen. Diese Risse bauen zwar die Zugspannungen ab, gelten aber selbstverständlich als Mangel.

Bodenbelag	Zementestrich	Calciumsulfatestrich
Elastische Beläge	1,8	0,3
Textile Beläge - dampfhemmend	1,8	0,3
Textile Beläge - dampfdurchlässig	3,0	1,0
Parkett	1,8	0,3
Laminatboden	1,8	0,3
Stein- und keramische Beläge (Dickbett)	3,0	-
Stein- und keramische Beläge (Dünnbett)	1,8 ... 2,0	0,3

Tab. 1: Belegreife beheizter Estriche – Restfeuchte in Abhängigkeit des Oberbodenbelages in CM-%

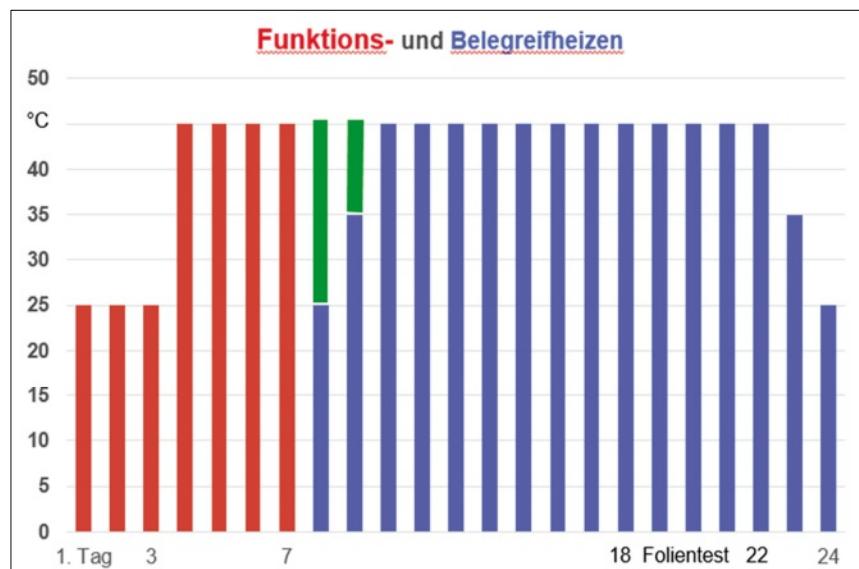


Abb. 7: Funktions- und Belegreifheizen einer in Estrich eingebetteten Fußbodenheizung



Abb. 8: Trocknungsdauer eines Estrichs in Abhängigkeit (raum-)klimatischer Bedingungen (TKB Merkblatt 14) und Bautrocknung *in situ* (Entfeuchtung)

Aber der Fliesenleger als Täter hatte Komplizen. Der Heizungsbaumeister hat im Winter versucht, mit dem Aufheizprogramm und der thermischen Leistung der Wärmepumpe auszukommen. Dabei wurde übersehen, dass die Leistung der Wärmepumpe einschl. elektrischer Heizstab nicht ausreichte, die einzuhaltene Restfeuchte des Estrichs in sämtlichen Räumen zu unterschreiten. Gerade im Winter zeigt sich, dass die meisten Wärmepumpen die Heizlast eines Gebäudes bis zum Bivalenzpunkt, der meist bei ca. (-5 °C) liegt, kompensiert. Die notwendige Differenzheizleistung muss dann der Heizstab erbringen (Abb. 9). Reicht die gesamte Heizleistung zum Trocknen des Gebäudes/Estrichs nicht aus, entsteht ein Problem. Es hilft dann eventuell, das Gebäude geschoßweise trocken zu heizen. (Übrigens benötigt das Trocknen eines Gebäudes ca. 18 Monate, bis die geplante, der Heizlast zugrunde gelegte Wärmeleitfähigkeit der Baukonstruktion erreicht wird.) Es sollte kontrolliert werden, dass bei Sole-Wasser-Wärmepumpen die geothermische Wärmequelle (Erdkollektor) nicht überlastet wird und später nur eingeschränkt genutzt werden kann. Deshalb ist der Einsatz eines mobilen Heizgerätes zu prüfen.

Auf den Einsatz eines mobilen Heizgerätes wurde jedoch im beschriebenen Fall verzichtet. Das Aufheizprotokoll war außerdem nur lückenhaft ausgefüllt worden, sodass Zweifel an der Glaubhaftigkeit der Unterlage entstanden.

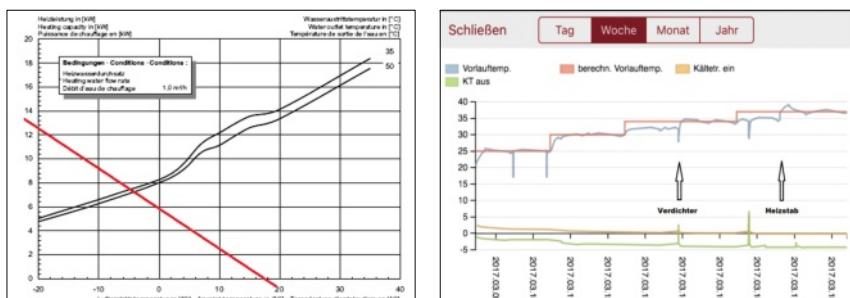


Abb. 9: Heizlast von Gebäuden (rote Linie) und Heizleistung einer Wärmepumpe in Abhängigkeit der Außentemperatur

Und es bleibt eine abschließende Frage: Wo war der Bauleiter? Wer hat ihn vor Ort oder anderswo, und wann, gesehen?

Als sichere Wahl und Verlegemethode des Estrichs gilt, einen Calciumsulfat gebundenen Estrich einbauen zu lassen, der als Fließestrich (CAF), höhengenau ohne nennenswerte Ebenheitstoleranzen, ausgeführt wird. Nach dem Erreichen der Belegreife bei einem beheizten Calciumsulfatestrich mit $\leq 0,3$ Masse-% kann über das Aufbringen einer feuchtigkeitsabsperrenden Spezialgrundierung befunden werden, um großformatige Fliesen oder Platten mangelfrei und sicher verlegen zu können.

Hierzu ergänzend soll darauf hingewiesen werden, dass auch sog. beschleunigte Estriche oder Schnell(zement)estriche mit dem Ziel des schnellen Belegens mit Oberböden sorgfältig geplant werden müssen (TKB-Merkblatt 14). Für gesichert schnelle Belegungen wird die Verwendung ternärer, schwundärmer Schnellzementestrichsysteme empfohlen. ARNOLD (TKB/Fa. Uzin) verweist darauf, dass diese sind in der Lage sind, durch gezielte primäre Ettringitbildung Wasser kristallin zu binden. Dieser Anteil des Wassers muss dann tatsächlich nicht durch Trocknung den Estrich verlassen. Diese Systeme haben zudem den Vorteil, dass sie häufig relativ formstabil sind und nur eine sehr geringe Schwindung aufweisen.

Eigenschaft	Schnellzementestrich	„Beschleuniger Estrich“
Zusammensetzung	Bindemittelgemisch aus Spezialzementen	wasserbasierte Additive
Schnelligkeit durch	weitgehend klimaunabhängige chemische und kristalline Wasserbindung	reduzierter Wasserbedarf, evtl. erhöhte Porenbildung
Trocknung bei höherer Schichtdicke (1)	sicher	reduzierte Trocknung
Trocknung bei ungünstigem Klima (2)	sicher	reduzierte Trocknung
Feuchtemessung	CM-Messung ohne Abzug	CM-Messung mit oder ohne Abzug
unabhängiges Prüfzeugnis	vorhanden	in der Regel nicht vorhanden
Bauzeitplan für den Planer	sicher einhaltbar	abhängig von Dicke, Klima, Zement

(1) > 6 cm – (2) 10 °C/80 % r.F.

Tab. 2: Eigenschaften von Schnellzementestrichen und beschleunigten Estrichen nach ARNOLD (TKB)
https://www.dbz.de/artikel/dbz_Anforderungen_an_Estriche_Was_ist_bei_Planung_und_Ausschreibung_zu_beachten_2421213.html

3.2 Parkettschaden – der Parkettleger ist der Schuldige!?

Der Parkettboden eines Flures, ein gefangener Raum mit der Fläche von 20 m², zeigte massive Schäden, die der darunterliegenden Fußbodenheizung zugeschrieben wurden. Das bestritt der Heizungsbaumeister, der auf eine wahrscheinlich zu hohe Einbaufeuchte des Parketts verwies. Er versicherte, dass die am Heizungsregler eingestellte Heizkurve korrekt wäre, d. h., die Vorlauftemperatur würde der jeweils gemessenen Außentemperatur entsprechen. Und verwies darauf, dass die Räume mit keramischen und textilen Bodenbelägen keinerlei Schäden aufweisen würden.

Zur Beweisführung wurden mehrere Messkampagnen durchgeführt. Die ermittelte Raum(luft)temperatur lag im Flur zwischen 24 °C und 28 °C, die Fußbodentemperatur wurde dort mit maximal 35 °C bestimmt. Messungen der rel. Raumluftfeuchte ergaben

häufig nur 20 %. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass kurzfristige und punktuelle Messungen zu falschen Interpretationen führen können. Es bedarf eines längerfristigen Messplanes und geeigneter Messgeräte (z. B. Datenlogger), um die Ergebnisse unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens einordnen zu können.

Das Auslesen eines in das Parkett integrierten Datenchips ergab, dass das Parkett dauerhaft unzulässig hohen Temperaturen ausgesetzt war, die weit über den normativen Grenzwerten nach DIN EN ISO 7730, DIN EN 1264, DIN EN ISO 11855 lagen. (<https://floorprotector.at/fidbox/>, Abb. 10). Hinzu kamen kritisch zu bewertende Daten der Feuchte.

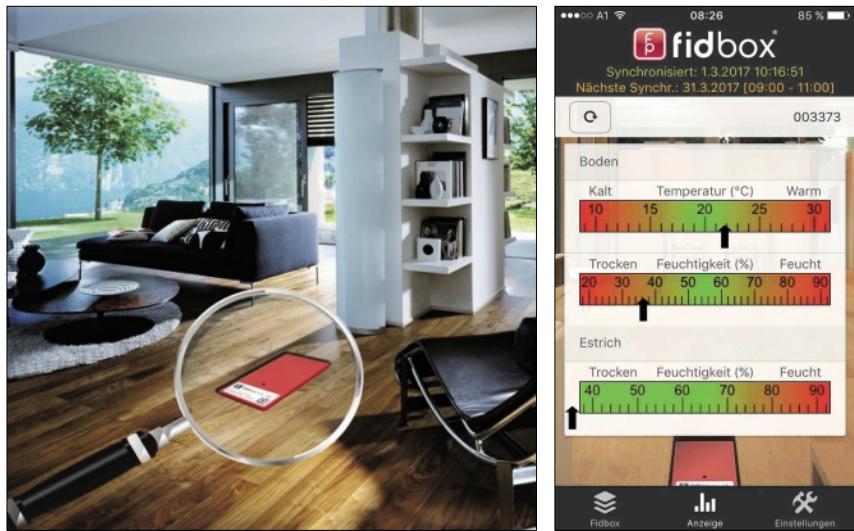


Abb. 10: Fidbox – auslesbarer Datenchip in der Fußbodenkonstruktion

Der Mieter klagte, neben den Parkettschäden, über mangelnden Fußkomfort und beanstandete die Überhitzung des Flures, die sich jedoch beim Öffnen sämtlicher Türen zu den angrenzenden Räumen recht deutlich verringerte und deshalb selten bemerkt wurde. Die Heizkostenabrechnung zeigte für die gesamte Wohnung allerdings einen deutlich höheren Verbrauch gegenüber einer Vergleichswohnung in der Umgebung.

Um zumindest abschätzen zu können, welchen Einfluss das Raumklima auf Einbauten und Fußbodenbeläge wie Parkett hat, kann der Holzfeuchte-Rechner von RAPP herangezogen werden. Wie Abb. 11 zeigt, sind typische bauphysikalische Parameter wie Temperatur und Feuchte in Wohngebäuden dem Erhalt des Oberbodens Parkett meist sehr dienlich. Kommt es jedoch zu nicht tolerierbaren Abweichungen, werden Mängel und Schäden unvermeidlich sein. Hierzu zählen u. a. folgende Ursachen:

- kein bestimmungsgemäßer Betrieb der Fußbodenheizung (DIN EN 1264),
- sommerliche, fehlerhaft betriebene Fußbodenkühlung,
- zu trockene Raumluft infolge eines zu großen Luftwechsels,
- falsche Lüftungsstrategien einschl. Verzicht auf Luftbefeuchtung.



Abb.11: Eignete und unzureichende bauphysikalisch-raumklimatische Parameter für Parkettböden (https://fakutum.eu/hfr_mobil.html)

Doch nun zurück zum Schadensfall. Die Recherche über die prinzipielle Eignung des Parketts für die Fußbodenheizung ergab, dass der Hersteller keine Bedenken gegenüber der Betriebsführung einer Fußbodenheizung nach DIN EN 1264 hatte. Bisher gab es jedoch des Öfteren Streitigkeiten hinsichtlich der zulässigen Oberflächentemperatur bei Parkett, wobei die Herstellerangaben sehr unterschiedlich waren und teilweise auch differenziert interpretiert werden konnten. Ärgerlich ist auch das Ausschreibungsprozedere, wenn es zwischen den heizungstechnischen Fachplanung mit rein wärmetechnischer Ausrichtung (Heizlast und Heizleistung) und der Bauprodukte-Ausschreibung mit separaten Produktdeklarationen und Anwendungsbeschränkungen keinen Abgleich gibt.

Inzwischen hat sich der Zentralverband Parkett und Fußbodentechnik dazu prinzipiell wie folgt geäußert:

Der Deutsche Sachverständigentag des Zentralverband Parkett und Fußbodentechnik hat am 16. und 17. Juni 2016 in Kassel getagt. Bei diesem Treffen der öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen aus den deutschsprachigen Ländern sowie Experten aus der Industrie (Anwendungstechnik) und dem Zentralverband hat man ergänzend zum Merkblatt „Verlegung von Holzfußböden-Parkett auf Fußbodenheizungssystemen“ einheitlich festgestellt:

- Werden Beschränkungen der zulässigen Oberflächentemperatur in der Fläche unterhalb von 29 Grad Celsius von Herstellerseite, Händler/Verkäufer oder Verleger vorgegeben, welche somit die in DIN EN 1264 genannten maximal zulässigen Temperaturen unterschreiten, so weist dieses Parkett demnach keine Eignung für die Verlegung auf Fußbodenheizungssystemen auf.
- Beschränkungen der zulässigen Oberflächentemperatur sind gegenüber den Verarbeitern und Endverbrauchern rechtzeitig und deutlich zu kennzeichnen bzw. herauszustellen. Alleinige Hinweise in Verlegeanleitungen und Pflegeanweisungen reichen hierzu nicht aus.

Um endgültig ausschließen zu können, dass die Parkettschäden nicht durch den Parkettleger verursacht worden sind, erfolgte noch die Kontrolle der Feuchteangaben des Parketts zum Lieferzeitpunkt mit korrespondierenden Messungen und Niederschriften unmittelbar vor und nach dem Einbau. Es soll jedoch darauf hingewiesen werden, dass sog. Rückrechnungen auf die Einbaufeuchte erhebliche Risiken beinhalten und nicht selten zu fehlerhaften Ergebnissen führen.

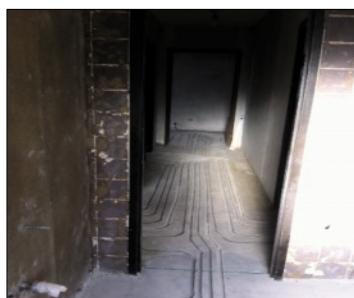
Die Analyse der Verlegung der Fußbodenheizung ergab, dass sämtliche Anschlussrohrleitungen zu den Heizkreisen der einzelnen Räume im Estrich durch den Flur geführt worden sind (Abb. 12). Der Rohrabstand betrug meist 5 cm oder 10 cm, wobei zum Kompensieren der Heizlast des Flures ein Rohrabstand von 30 cm ausgereicht hätte. Die Rohrabstände wurden mittels Thermografie und CPM-Wärmebild-Monitorfolie detektiert.

Problematisch erweisen sich insbesondere Frässysteme mit geringen Rohrabständen und hohen Systemtemperaturen (Abb. 13). Diese Systeme können ebenfalls als Dünn-schichtsysteme gelten, da die eingefrästen Heizrohre nur mit einem Kleber oder einer Ausgleichsmasse der Dicke von wenigen Millimetern und dem Oberbodenbelag überdeckt werden. Herstellerunterlagen orientieren auf einen Rohrabstand von 125 mm, der jedoch in engen Fluren mit einer Vielzahl von Heizkreis-Anschlussrohrleitungen nicht eingehalten werden kann. Bei einem Rohrabstand von lediglich 5 cm und Fliesen darf die Vorlauftemperatur dann nicht mehr als ca. 30 °C betragen, was die Heizleistung in anderen Räumen mit Teppich oder Parkett deutlich verringert. Auch hier sind mehrere Unterverteiler und wenige Heizkreis-Anschlussrohrleitungen die richtige Wahl.

Wie Abb. 14 und 15 zeigen, hätte auch das Wärmedämmen der Estrich umschlossenen Rohrleitungen (nur Vorlauf oder Vor-und Rücklauf) den ungeregelt hohen Wärmetransport an die Fußbodenoberfläche nicht verhindert. Wird die Heizlastdichte eines innenliegenden Flures auf ca. 10 bis 20 W/m² geschätzt, würde eine bis zu 10fach höhere Heizleistung das Parkett sicher schädigen und die bereits genannten Folgen thermischer Unbehaglichkeit und höherer Heizkosten verursachen.



Abb. 12: Falsche Planung und Ausführung – unzählige Anschlussrohrleitungen von Heizkreisen im Flur



Fräsv erfahren		ohne Wärmedämmung			
		Rohrabstand 5 cm		Rohrabstand 10 cm	
		W/m	W/m ²	W/m	W/m ²
gegen beheizte Räume (20 °C)	$tV/tR/ti =$ 35/28/20 °C	Fliesen	8,3	82,3	12,8
		Parkett	4,8	47,5	7,9
		Teppich	4,1	40,6	6,9
	$tV/tR/ti =$ 55/45/20 °C	Fliesen	21,7	217,3	33,4
		Parkett	12,4	123,9	20,7
		Teppich	10,6	106,0	18,0

Abb. 13: Problematische Frässysteme mit oberflächennaher Rohrlage und zu hohen Wärmeeinträgen



Abb. 14: Heizwärmestromdichte in Abhängigkeit von Wärmedämm-Maßnahmen am Heizungsrohr (von links: ohne Wärmedämmung, nur Vorlauf, Vorlauf und Rücklauf wärmegedämmt)

Gedämmte Zuleitungen			Rohrabstand VZ 5			Rohrabstand VZ 10						Kompakt-dämm-hülse (KDH)	
			Ohne Däm-mung	Dämmung nach EnEV (50%)		Ohne Däm-mung	Dämmung nach EnEV (50%)		Konzentrische Dämmung (100%)				
				Nur VL	VL & RL		Nur VL	VL & RL	Nur VL	VL & RL			
$t_v/t_{v,i} = 35^\circ\text{C}/28^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$ gegen beheizte Räume (20°C)	$t_v/t_{v,i} = 55^\circ\text{C}/45^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$	Keramik	75	45	29	64	34	18	29	11	13		
		Parkett	45	30	22	40	24	15	21	9	11		
		Teppich	39	26	21	35	22	14	19	9	10		
	$t_v/t_{v,i} = 55^\circ\text{C}/45^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$	Keramik	195	133	76	166	101	46	86	27	33		
		Parkett	117	87	59	105	70	38	63	24	28		
		Teppich	101	77	54	92	63	36	57	23	27		

Abb. 15: Heizwärmestromdichte in Abhängigkeit der Systemtemperatur und Heizrohr-Wärmedämmung (grüne Felder: Wärmeabgabe noch tolerierbar)

Wie hätte der Mangel bzw. Schaden vermieden werden können? Einerseits wäre das Platzieren des Verteilers und Sammlers einschl. dessen Aufteilung auf verschiedene Standorte angezeigt gewesen, um eine Heizrohr-Konzentration zu vermeiden (Abb. 16). Die Anschlussrohrleitungen zu den Verteilern/Sammeln sind dann wärmegefärbt in der Wärmedämm-Ebene zu verlegen. Auf Trittschallschutz ist zu achten.

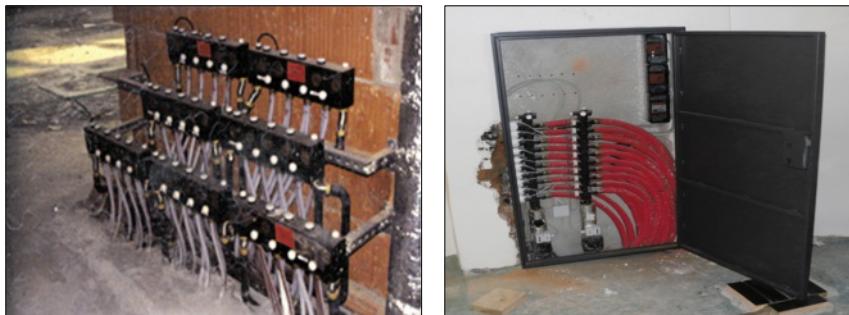


Abb. 16: Fehlerhafte Anordnung von Verteilern/Sammeln mit unnötiger Heizrohrkonzentration

Außerdem soll darauf hingewiesen werden, dass einige Heizkreis-Anschlussrohrleitungen mittels Kernbohrung vom Verteiler/Sammler nach hinten weggeführt werden können. Diese Maßnahme verhindert die enge Rohranordnung vor dem Verteiler/Sammler. In Ausnahmefällen kann der Verteiler/Sammler unterhalb der Heizebene montiert werden (Abb. 17). Dabei ist auf die Entlüftung zu achten, die mit ausreichend großen Fließgeschwindigkeiten von mehr als 0,3 m/s realisiert werden kann. Außerdem ist die Bauwerksdurchdringung gewissenhaft auszuführen (Statik, Bauphysik, Brand-, Schall- und Wärmeschutz).

Des Weiteren kann die Anzahl der Heizkreise verringert werden, indem ein Heizkreis mit einem Heizrohr großen Durchmessers (17 mm bis 20 mm) mehrere Heizkreise kleinerer Dimension (12 mm bis 16 mm) in einem Raum ersetzt.



Abb. 17: Kernbohrungen zum kurz geführten Anschluss der Heizkreise auf der Rückseite des Verteiler/Sammlers sowie Verteiler/Sammler unter der Heizebene

Andererseits gibt es Lösungen, die die unkontrollierte Wärmeabgabe einer Fußbodenheizung resp. der Anschlussheizrohleitungen zu den Heizkreisen deutlich mindern (Abb. 18 und 19). Hierzu werden die Anschlussrohrleitungen im Bereich der Wärmedämmebene verlegt und nach oben mit einer Abdeckplatte gesichert. Diese Rohre liegen nun nicht mehr im Estrich, der eine gegenüber dem Wärmedämmstoff höhere Querleitfähigkeit hat. Auf der Abdeckplatte kann dann auch der für Räume mit einer Fläche von mehr als 6 m² in EnEV geforderte eigene Heizkreis verlegt werden.

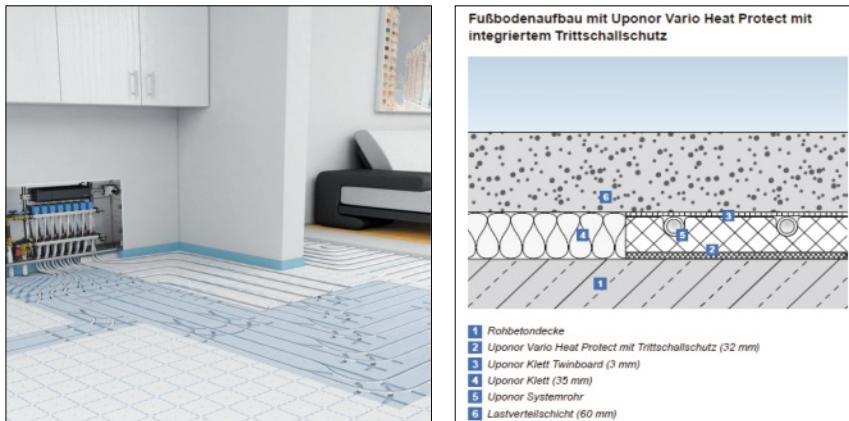


Abb. 18: Montage der Anschlussrohrleitungen von Heizkreisen in der Wärmedämm-Ebene

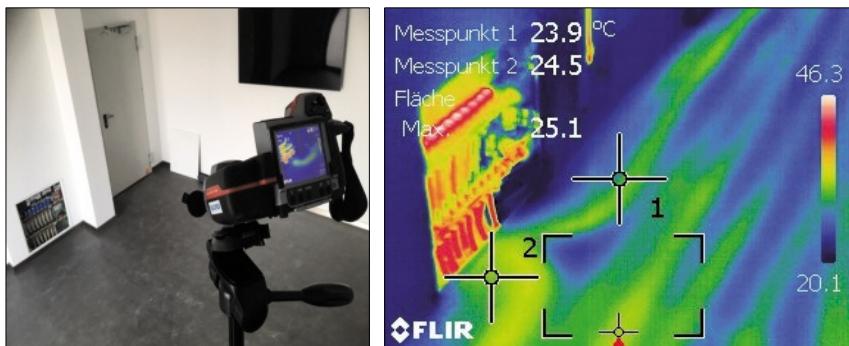


Abb. 19: Thermogramm der Fußbodenheizung vor dem Verteiler/Sammler mit deutlich reduzierter Wärmeabgabe bei der Systemlösung Uponor Vario Heat Protect

Die Täter war also diesmal eigentlich eine Täterbande. Zunächst war es ein Planungsfehler, eine derartige Konzentration von Heizrohren in einem Raum zuzulassen. So wahl Bauwerksplaner als auch TGA-Fachplaner haben nicht korrekt gearbeitet. Der Heizungsbaumeister hat später keinerlei Bedenken gegenüber der fehlerhaften Planung geäußert und die Vorgabe bedenkenlos ausgeführt.

Der Estrichleger wiederum hat die dichte Rohranordnung ohne Einwand zur Kenntnis genommen und seine Arbeiten ausgeführt. Er hat die Leiche endgültig zugedeckt. Und erneut bleibt offen, welches Alibi der Bauleiter für den Zeitraum des Pfuschens hat.

3.3 Thermischer Diskomfort! Bekommt der Täter kalte Füße?

„Das ist Betrug, wir haben eine Fußbodenheizung gekauft, damit wir immer warme Füße haben. Und nun ist der Fußboden kalt oder nur lauwarm. Und wenn wir barfuß über den Fußboden laufen, spüren wir warme und kalte Zonen, je nachdem, ob wir auf dem Vorlauf oder dem Rücklauf des Heizkreises stehen. Diese Temperaturwelligkeit ist unangenehm und nicht hinnehmbar. Wir gehen nun vor Gericht und auf Tätersuche.“ Das Ärgernis eines Mieters, der sich für ein hochwärmegedämmtes KfW-55-Effizienzhaus mit Fußbodenheizung (Abb. 20) entschieden hatte.

Fußbodenheizungen haben gelegentlich noch immer das Image eines Komfort-Heizsystems und werden nicht selten zu einem höheren Preis im Vergleich zu einer Heizkörper-Variante veräußert (Wie Vergleichsberechnungen jedoch wiederkehrend belegen, verhalten sich Fußbodenheizungen gegenüber Heizkörpern preisgleich, wenn bei dem zuletzt genannten Heizsystem die Baunebenleistungen hinzugerechnet werden).

Wer ist nun der Schuldige, wenn der Fußboden vermeintlich zu kalt bleibt? Oder gibt es gar keine „Leiche“, weil der Sachverhalt zwar nicht optimal ist, aber keinen Mangel darstellt?

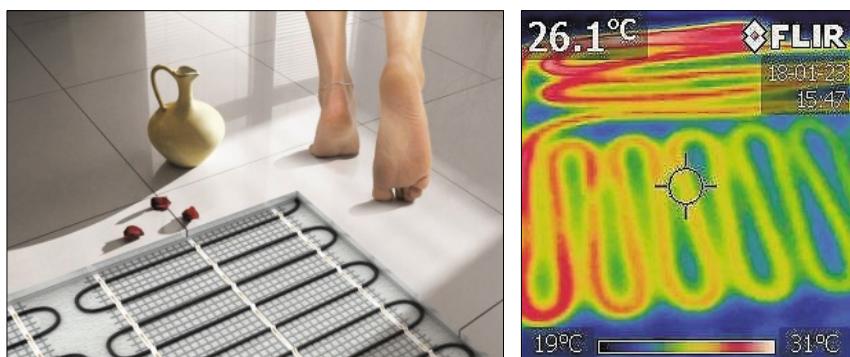


Abb. 20: Image-Foto einer elektrischen Fußbodenheizung und behagliche Oberflächentemperaturen

Zunächst ist geschuldet, dass die Heizung, gleichgültig welcher Bauart, die mit dem Auftraggeber vereinbarten Raumtemperaturen gewährleistet. Die Raumtemperaturen werden nach Komfortkriterien z. B. in DIN EN 16789 (früher DIN EN 15251) abgebildet und sollten vertraglich vereinbart werden. Es ist darauf zu achten, dass die vereinbarten Raumtemperaturen später auch für die Heizlastberechnung herangezogen werden. In DIN EN 12831 sind tabellarisch Raumtemperaturen aufgeführt, die aber aus Sicht der Energieeffizienz geringgehalten wurden und insgesamt betrachtet, nur empfehlenden Charakter haben.

In Aufenthaltsräumen von Personen, die Schuhwerk tragen, jeweils zu 50 % sitzen oder stehen, liegt die optimale Fußbodentemperatur nach früheren Untersuchungen von FANGER bei ca. 25 °C. Oberflächentemperaturen zwischen 19 °C und 29 °C sind zulässig, weil in der Behaglichkeitslehre 10 % Unzufriedene toleriert werden. Diese fundamentalen Erkenntnisse wurden in DIN EN ISO 7730 überführt. DIN EN 11855

enthält im Anhang detaillierte Angaben zu den Fußbodentemperaturen (Tab. 3). Hierbei ist zu beachten, dass sich einige Angaben auf Personen ohne Schuhe beziehen (Barfußbereich).

Verweisungen	Variable	Temperaturbereich	Bemerkungen
ISO 7730		Zulässiger Bereich der Fußbodenoberflächentemperatur: (19 bis 29) °C	In Amerika und Europa
ISO/TS 13732-2:2001	Dem Fußbodenmaterial entsprechend	Textilbelag: (20 bis 28) °C Wilton-Teppichboden: (21 bis 28) °C Sisal-Teppichboden: (22,5 bis 28) °C Kiefernholz: (22,5 bis 28) °C Eichenholz: (24,5 bis 28) °C Holzboden: (23 bis 28) °C Vinyl-Asbest-Platten: (27,5 bis 29) °C PVC-Belag (2 mm): (26,5 bis 28,5) °C Linoleum (2,5 mm) auf Holz: (24 bis 28) °C Linoleum (2,5 mm) auf Beton: (26 bis 28,5) °C Gestrichener Betonboden: (27,5 bis 29) °C Betonboden: (26 bis 28,5) °C Marmor: (28 bis 29,5) °C Bei allen hier genannten Temperaturbereichen bevorzugen sitzende Personen (1 bis 2) °C höhere Temperaturen.	In Amerika und Europa, 15 % Unzufriedene

Tab. 3: Fußbodentemperatur für die thermische Behaglichkeit nach DIN EN ISO 11855-1:2015-11 (Auszug)

Zurück zur Ausgangsfrage. Ein KfW-55-Effizienzhaus hat eine sehr geringe Heizlast, sodass die thermisch behagliche Oberflächentemperatur von 25 °C meist nur an wenigen Tagen bei sehr niedriger Außentemperatur benötigt wird. Häufig genügt, um den Raum zu heizen, eine niedrigere Oberflächentemperatur. Diese Temperatur ist dann zwar nicht mehr ideal thermisch behaglich, aber immer noch angenehm.

(Man bedenke außerdem, dass ein erwärmerter Fußboden das Wärmeeindringvermögen positiv beeinflusst, sodass die Wärmeableitung über die Fußsohlen im Vergleich zu einem unbeheizten Fußboden verringert wird. Der Effekt des Wärmeeindringvermögens ist auch dadurch bekannt, dass die (gleiche) Temperatur von Holz gegenüber Keramik bei Körperkontakt unterschiedlich wahrgenommen wird.)

Liegen die Oberflächentemperaturen nun im normativ zulässigen Toleranzbereich, ist kein Mangel an der Fußbodenheizung nachweisbar. Ebenso gibt es normativ keinen Hinweis auf eine zu unterschreitende Temperaturwelligkeit an der Oberfläche des Fußbodens. Die Temperaturwelligkeit ist meist hydraulisch bedingt, da die Heizkreise mit differenzierten Wassermasseströmen betrieben werden. Das ist erforderlich, da die Räume unterschiedlich groß sind, verschiedene Heizlasten und variable Oberbodenbeläge aufweisen. Jeder Heizkreis wird mit denselben Vorlauftemperatur betrieben, sodass der hydraulische Abgleich eben zu sehr unterschiedlichen Rücklauftemperaturen führt. Im Ergebnis liegen die Temperaturspreizungen zwischen 5 K und meist 15 K je Heizkreis, was eine unvermeidbare Temperaturwelligkeit an der Oberfläche verursacht.

Soll diese Temperaturwelligkeit dennoch aus Komfortgründen geringgehalten werden, empfehlen sich folgende Planungsansätze:

- Wahl eines geringen Rohrabstandes von 10 cm bis maximal 20 cm,
- Erreichen einer geringen Temperaturspreizung von 5 K bis 10 K im gesamten Fußbodenheizungssystem (erfordert Zusatzheizflächen in einzelnen Räumen),
- Planen einer Lastverteilsschicht einschl. Oberbodenbelag mit hoher Querleitfähigkeit.

Hinsichtlich des thermischen Komforts stehen kurzfristig und temporär wirkende, trägeheitsarme Fußbodenheizungen zur Verfügung, die nur bei Aufenthalt und Fußkontakt im optimalen Temperaturbereich betrieben werden sollen, um ein Überheizen des Raumes zu vermeiden. Ein Beispiel hierfür ist die Fußbodenheizung im Bad, die weniger der Heizlastkompensation, sondern der thermischen Behaglichkeit, dem Fußkomfort, dient. Auch Dünnschichtsysteme können schnell thermisch aktiviert und später abgeschaltet werden, ohne dass ein starkes Nachheizen auftritt.

Unabhängig von diesen Zusammenhängen der thermischen Behaglichkeit benennen die Normen maximal zulässige Abweichungen der Rohrabstände mit horizontal 10 mm und vertikal 5 mm, bezogen auf die Rohrbefestigungspunkte. Damit soll das Erreichen der geplanten Heizleistung gesichert werden. Der Estrichleger fordert gemäß DIN 18560 Mindestüberdeckungsdicken der Rohre resp. Rohrhalter aus statischen Gründen. Abb. 21 zeigt fehlerhafte Fußbodenkonstruktionen, wobei ungleichmäßige Rohrabstände einschl. eines Rohrübersprungs negativ auffallen. Abb. 22 beinhaltet Baupfusch – ungleiche Rohrabstände bis hin zum Übersprung des Heizrohres, Elektrokabel und Rohrleitungen nicht in gebundener Schüttung verlegt.



Abb. 21: Fehlerhafte Rohranordnung mit beheizten und unbeheizten Zonen – Risse vorprogrammiert



Abb. 22: Heizrohr-Übersprung und Hohlstellen. Baupfusch – ohne Abnahme?

4 Wiederholungstätern keine Chance – die Schadensprävention

4.1 Schnittstellenkoordination der Gewerke

Oftmals sind nicht die Leistungen der Gewerke fehlerhaft, sondern die Schnittstellen, sodass Mängel nicht erkannt und noch rechtzeitig beseitigt werden. Bei beheizten Fußbodenkonstruktionen müssen Mitarbeiter des Rohbaus, Estrichleger, Heizungsbaumeister und Oberbodenleger harmonieren, um eine einwandfreie Werkleistung gemeinsam erbringen zu können.

Der Bundesverband für Flächenheizungen (BVF) hat bereits 2005 damit begonnen, die „Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen“ herauszugeben. Gegenwärtig stehen überarbeitete, differenzierte Unterlagen für Neubauten und Gebäudebestand zur Verfügung und können kostenlos bezogen werden (www.flaechenheizung.de).

Die Unterlage wurde unter dem Mitwirken vieler Verbände und Einrichtungen der Baubranche geschaffen, sodass ein einvernehmliches Engagement aller Beteiligten vorausgesetzt werden kann. Die informative Unterlage enthält Bauablaufpläne und Checklisten mit klaren Verantwortlichkeiten und sollte jedem Bauleiter, jeder Bauleiterin, als eine wichtige Arbeitsgrundlage dienen. Aber auch für die Planungsphase sind die umfangreichen Besprechungen der zu leistenden Arbeiten außerordentlich hilfreich (Abb. 23 und 24).

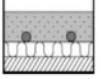
NB1 ROHRSYSTEM AUF DÄMMPLATTE IM NASSESTRICH	
Bauart A nach DIN EN 1264.	
Rohrleitungen auf Dämmplatten mit Folienabdeckung verlegt, Nassestrich nach DIN 18560.	
<hr/>	
NB1.1	Architekturplanung
NB1.2	Planung Haustechnik für Fußbodenaufbau
NB1.3	Koordination Planungen
NB1.4	Ausführung und Bauüberwachung
NB1.4.1	Prüfung des Untergrundes und der Umgebungsbedingungen
NB1.4.2	Maßnahmen zur Beseitigung festgestellter Mängel
NB1.4.3	Herstellung des Heizsystems
NB1.4.4	Estrichherstellung
NB1.4.5	Oberbodenverlegung
NB1.5	Schnittstellen Heizung/Kühlung/Estrich/Oberboden

Abb. 23: Auszug einer Baubeschreibung aus der Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen des BVF

NB1.4.4	Estrichherstellung			
1	Ist bei Lastverteilungsschicht für Fliesen/Naturstein/Betonwerkstein für den Zementestrich eine Bewehrung vereinbart?	PA/Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
2	Ist Misch- und Lagerplatz vorhanden?	Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
3	Erfordert der Förderweg des Estrichmörtels besondere Maßnahmen?	Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
4	Sind die Heizrohre ausreichend gegen Lageveränderung gesichert (gemäß DIN EN 1264-4)?	Heiz/Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
5	Stehen die Heizrohre bei Estrichmörtelleinbringung unter Druck (Siehe Protokoll P1)?	Heiz/Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
6	Ist der Konstruktionsaufbau, insbesondere die Rohrüberdeckung (auch im Bereich der Überschubrohre), entsprechend den Vorgaben eingehalten?	Heiz/Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
7	Sind die Messstellen markiert? Zu Vorgabe und Anzahl der Messstellen siehe 1.5.1	Heiz/Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
8	Sind die Fugen entsprechend den Vorgaben angelegt, haben kreuzende Rohre Überschubrohre?	Heiz/Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
9	Ist die Raumtemperatur $\geq 5^\circ\text{C}$ (gemäß DIN 18560-1)?	Estr	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

Abb. 24: Estricharbeiten – Ablauf und Verantwortlichkeiten (Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen des BVF)

4.2 Neue Anforderungen durch Fußbodenkühlung und kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung

Gegenwärtig werden zwei Trends im Bereich der Fußbodenkonstruktionen beobachtet. Systeme mit Fußbodenkühlung und in den Fußboden integrierte Luftkanäle (kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung – KWL mit WRG) werden zunehmend geplant, montiert und betrieben.

Flächenkühlung/Fußbodenkühlung

Der Wunsch nach einer Raumkühlung, ungeachtet der Regelungen zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2, nimmt auch bei Wohngebäuden zu. In diesem Zusammenhang kann die Fußbodenheizung als Fußbodenkühlung betrieben werden.

Die Systemtemperaturen betragen dabei meist 16°C (Vorlauf) und 19°C (Rücklauf). Die Anschlussrohrleitungen zum Verteiler/Sammler sind Schwitzwasser resistant zu dämmen. Der Rohrabstand der Kühlkreise sollte nicht mehr als 10 cm bis 20 cm betragen. Die thermischen Stellantriebe der Fußbodenheizung müssen während des Kühlbetriebes in die „andere“ Richtung arbeiten, d. h. sie müssen öffnen, wenn es zu warm wird.

Die erreichbare Kühlleistungsdichte liegt zwischen 20 W/m^2 und 40 W/m^2 , sodass sich die Raumtemperatur um ca. 2 K bis 4 K gegenüber ungekühlten Räumen verringert. Wird eine größere Kühlwirkung erwartet, ist die Deckenkühlung die bessere Variante, da sich aufgrund des größeren konvektiven Wärmeüberganges die Kühlwirkung (kühlte Luft sinkt nach unten) annähernd verdoppelt.

Die Strategie der Flächenkühlung birgt jedoch, bei fehlerhafter Planung und Betriebsweise, die Taupunktunterschreitung, das Entstehen von Schimmelpilzen (bereits bei einer relativen Raumluftfeuchte von 80 %) und die Schädigung des Oberbodenbelages in sich. Abb. 25 zeigt wiederum anhand des Holzfeuchterechners von RAPP, dass die Oberflächentemperatur auf 22 °C begrenzt bleiben sollte, was 3 K über der thermischen Behaglichkeitsgrenze für Personen mit Schuhwerk liegt. Außerdem empfiehlt sich insbesondere zum Erreichen gleichbleibend hoher Kühlleistungen (vorrangig auch bei Deckenkühlsystemen) das Entfeuchten der Raumluft. Es ist in jedem Fall ein Taupunktwächter gemeinsam mit dem Raum(temperatur)fänger zu planen, der den Kühlkreis für den Fall des Erreichens der Taupunkttemperatur abschaltet. Alternativ oder ergänzend, kann eine Sicherheitstemperaturdifferenz in der Zentralregelung gewählt werden, um die Vorlauftemperatur mit einem Sicherheitsabstand (ca. 2 K) zur Taupunkttemperatur auszustatten (Abb. 26).

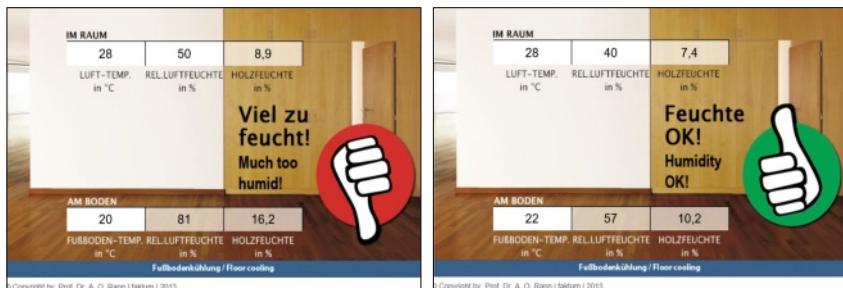


Abb. 25: Holzfeuchte des Parketts bei Fußbodenkühlung nach RAPP

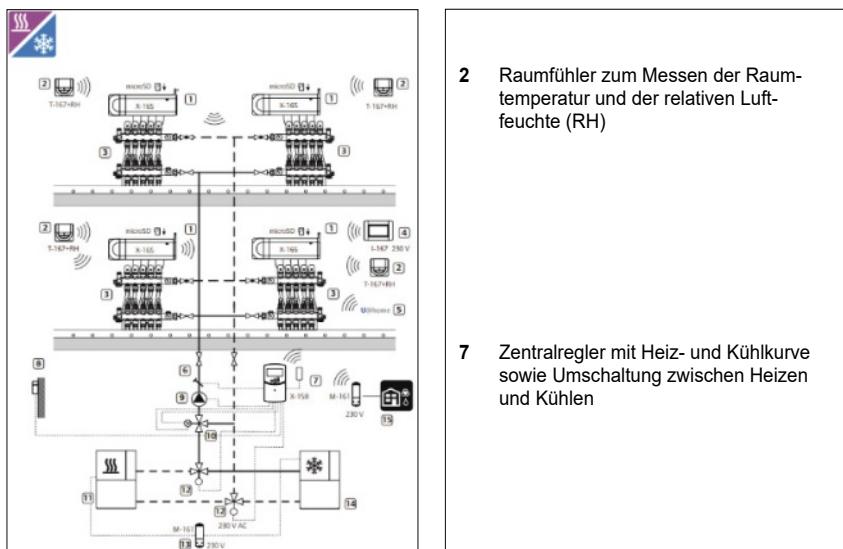


Abb. 26: Schema der Hydraulik und Regelung einer Fußbodenheizung und -kühlung (Uponor Smatrix Pulse)

In den Fußboden integrierte Luftkanäle (KWL mit WRG)

Im Bereich der Wohnraumlüftung konkurrieren zentrale mit dezentralen Systemen. Dezentrale (raumweise) Systeme benötigen weniger Platz, verursachen aber Bauteildurchdringungen in der Außenwand. Die Anordnung der Außenluftdurchlasselemente (ALD) ist nach der Luftführung und thermischen Behaglichkeit zu planen, da Zugescheinungen vermieden werden müssen. Eine Wärmerückgewinnung ist auch bei ALD durch integrierte Wärmeübertrager und/oder wechselnde Richtung der Luftführung möglich. Kostenseitige Tendenzen erklären jedoch, warum die dezentralen Systeme gegenüber zentraler Lüftung derzeit bevorzugt angewendet werden.

Wird eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit zentraler Wärmerückgewinnung gewünscht, müssen sich die Luftleitungen für Zu- und Abluft an einer Stelle im Gebäude kreuzen. Dort befindet sich dann der Wärmeübertrager, der aus Gründen der Kompattheit meist als Kreuzstrom-Wärmeübertrager ausgeführt wird. Allerdings gibt es hierzu Alternativen mit noch höherer Energieeffizienz (System Paul Wärmerückgewinnung GmbH.).

Das Verlegen der Luftleitungen kann in oder unterhalb der Decke, aber auch im Fußboden erfolgen (Abb. 27). Sollte letztgenannte Variante gewählt werden, muss mit einer Konstruktionsdicke des Fußbodens von ca. 15 cm gerechnet werden. Diese Dicke erklärt sich aus der Notwendigkeit, die Luftleitungen zwischen zwei Wärmedämm-Ebenen unter Berücksichtigung des Trittschallschutzes einzubauen zu müssen.

Kommt eine Fußbodenheizung hinzu, sind Komponenten und Schnittstellen der Geberke akribisch zu planen. In diesem Zusammenhang empfehlen sich Systemlösungen, die aus einer Hand kommen. Das erleichtert, neben dem Bauablauf, auch die Haftung und Gewährleistung (Abb. 28).



Abb. 27: Luftleitungen im Fußboden als Herausforderung für sämtliche weiteren Baubeteiligte

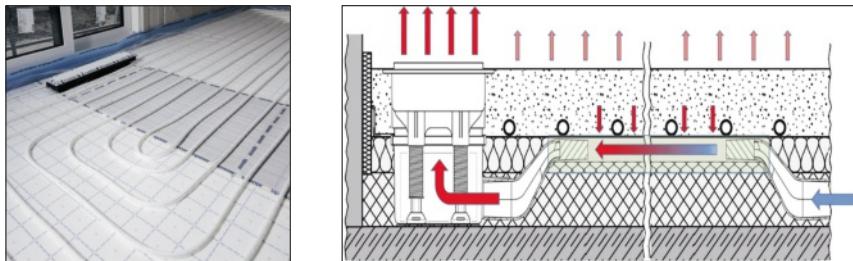


Abb. 28: Integrale Systemlösung zum Heizen, Lüften und Kühlen (Pluggit/Uponor)

5 Zusammenfassung

*Wie Menschen denken und leben,
so bauen und wohnen sie.*

JOHANN GOTTFRIES HERDER

Bauteilintegrierte Flächenheiz- und Flächenkühlssysteme dominieren den Neubau von Gebäuden. Neben einer gewissenhaften Planung und Ausführung bedarf es eines engen Miteinanders aller Baubeteiligten, um eine einwandfreie Werkleistung im Gesamten präsentieren zu können. Um später angenehm wohnen zu können.

Möge dieser Anspruch ein Gleichnis im Sinne Herders sein, für eine Zeit, in der es trotz Isolation mehr denn je auf das Miteinander ankommt. Möge sich dieser Geist auch auf das Bauen – und Leben im Allgemeinen – übertragen.

Literaturhinweise

TROGISH, A.; GÜNTHER, M.: Planungshilfen bauteilintegrierte Heizung und Kühlung, C.F. Müller, 2008.

UNGER, A.: Fussbodenatlas ®, Quo-vado Verlag, Donauwörth. 2016.

TIMM, H.: Estrich und Bodenbeläge. Springer Vieweg Verlag. 2013.

Handbuch für das Estrich- und Belaggewerbe. BEB. Rudolf Müller Verlag, Köln, 2011.

AURNHAMMER, K.G.: Schäden an Estrichen. Schadensfreies Bauen. Band 15. Fraunhofer IRB Verlag. 2008.

MANNS, W./ZEUS, K.: Zum Verhalten von beheizten Fußbodenkonstruktionen mit keramischen Fliesen und Platten, Naturwerkstein und Betonwerkstein bei höheren Heiztemperaturen. Fraunhofer IRB Verlag, 1981.

Ergänzende Links

ZDB (BEB)	Zentralverband Deutsches Baugewerbes/Bundesfachgruppe Estrich und Belag. https://www.zdb.de/zdb-cms.nsf/id/bundesfachgruppe-estrich-und-belag-im-zdb-de
TKB	Technische Kommission Bauklebstoffe. https://www.klebstoffe.com/ueber-den-verband/organisation-struktur/technische-kommission/tk-bauklebstoffe.html
IBF Troisdorf	Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung https://www.ibf-troisdorf.de
BVF	Bundesverband Flächenheizung https://www.flaechenheizung.de/
BDH-Flächenheizung	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie https://www.flaechenheizung-bdh.de/
Estrich aufheizen	https://www.haustec.de/heizung/waermenutzung/wenn-die-heizleistung-fehlt-so-geht-zeitgemaesse-estrichtrocknung



Günther, Michael
Prof. Dr.-Ing.

- bis 1990: TU Dresden (Sektion Energieumwandlung, WB TGA, wissenschaftlicher Oberassistent)
- seit 1991: Technische Beratung/Anwendungstechnik/Academy für D.F. Liedelt „velta“ GmbH. & Co. KG bzw. Uponor GmbH
- seit 1995: Dozent an der Staatlichen Studienakademie Sachsen/BA Riesa
- seit 1995: Dozent an der Architektenkammer Sachsen, Handwerkskammer Sachsen, Ingenieurkammer Sachsen, etc.
- seit 2017: Dozent bei EIPOS Dresden (Effizienzhaus-Planer und -SV)
- ca. 80 Fachpublikationen, Autor/Mitautor von 5 Fachbüchern
 - fachliche Kongressorganisation (Uponor Kongresse)
 - Mitarbeit im VDI, BDH, F/E-Gremien der TU Dresden/Fraunhofer, Expertenkreis FUSSBODENATLAS ®
-

DIN 18532 – Abdichtungen von befahrenen Verkehrsflächen aus Beton

Peter Rode

Kurzfassung

In diesem Beitrag wird eingangs die Entwicklung von der DIN 18195 zur Normenreihe DIN 18531 bis 18535 erläutert. Für DIN 18532 Abdichtungen von befahrenen Verkehrsflächen aus Beton mit den Teilen 1 bis 6 wird der Anwendungsbereich beschrieben und im weiteren der Aufbau des Normenwerkes dargestellt. Über die Zuordnung zu Nutzungsklassen, den Rissklassen und den sich daraus ergebenden Rissüberbrückungsklassen kann der Planer die geeignete Abdichtungsbauart auswählen. In den Normenteilen 2 bis 6 werden die unterschiedlichen Abdichtungsbauweisen beschrieben.

1 Einleitung

Die Bauwerksabdichtungsnorm DIN 18195 gab es seit dem Jahre 1983 mit den Teilen 1-10 sowie einem Beiblatt. In dieser Norm wurden in den Teilen 4 bis 7 Abdichtungsbauweisen für unterschiedliche Wasserbeanspruchungssituationen beschrieben:

- Teil 4: Abdichtung gegen Bodenfeuchte,
- Teil 5: Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser,
- Teil 6: Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser,
- Teil 7: Abdichtung gegen von innen drückendes Wasser.

Solange sich die Abdichtungsbauweisen in DIN 18195 auf bahnendförmige Stoffe Asphalt und Metallbänder beschränkten, war diese Gliederung sinnvoll. Allerdings kamen im Laufe der Jahre neue Abdichtungsstoffe und -kombinationen hinzu. Das führte dazu, dass jedes Mal, wenn ein neuer Stoff in den Teil zwei der DIN 18195 aufgenommen wurde, im Regelfall mehrere andere Teile der Norm auch bearbeitet werden mussten. Daher kam Ende 2008 im Normenausschuss die Überlegung auf, die Bauwerksabdichtungsnorm neu zu gliedern. Statt der Art der Wasserbeanspruchung sollten nun die Bauteile betrachtet werden. Das führte zu einer neuen Aufteilung der Normen. Diese völlig neue Betrachtungsweise führte bei Planern und Architekten, zumindest in der Anfangsphase bei der Einführung der neuen Normen, zu vielen Fragestellungen.

2 Die Neuaufteilung der Abdichtungsnormen

Im Juli 2017 erschienen die neuen Abdichtungsmaßnahmen im Weißdruck. Die alte DIN 18195 wurde als Begriffssammlung weitergeführt. Die bauteilbezogenen Abdichtungsnormen teilen sich auf in:

- DIN 18531: Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen,
- DIN 18532: Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton,
- DIN 18533: Abdichtung von erdberührten Bauteilen,
- DIN 18534: Abdichtung von Innenräumen,
- DIN 18535: Abdichtung von Behältern und Becken.

In allen Normen der Reihe sind im Teil 1 die Zuordnung der jeweiligen Normen-Teile in einer Grafik dargestellt:

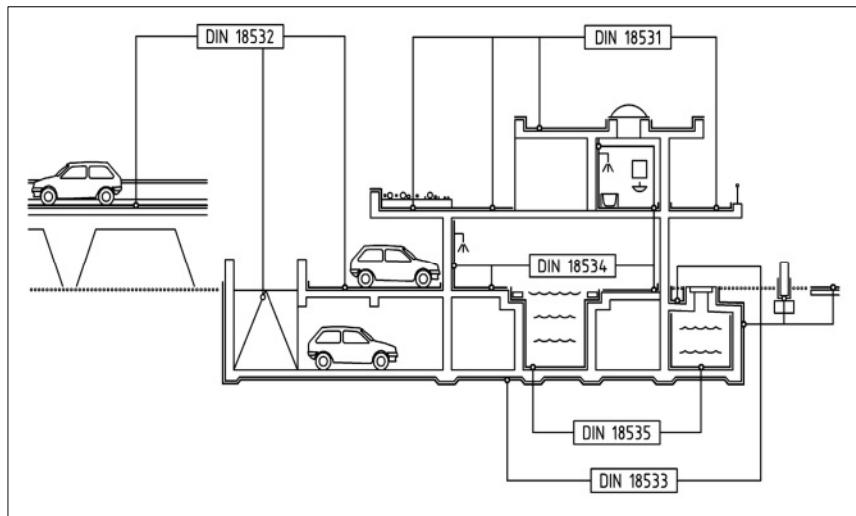


Abb. 1: Übersicht zu den Anwendungsbereichen der Normen für die Abdichtung von Bauwerken

Bis auf die Dachabdichtungsnorm, die in der alten Struktur erhalten blieb, weisen alle neuen Normen die gleiche Struktur auf. Alle Normen haben einen Teil 1, in dem Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze zusammengefasst sind. In den weiteren Teilen dieser Normen werden die unterschiedlichen Abdichtungsbauarten beschrieben.

3 Gliederung der DIN 18532

Die DIN 18532 besteht aus den Teilen:

- 1: Allgemeine Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze,
- 2: Abdichtung aus einer Lage Polymerbitumenbahn und einer Lage Gussasphalt,
- 3: Abdichtung mit zwei Lagen Polymerbitumenbahnen,
- 4: Abdichtung mit einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn,
- 5: Abdichtungen mit einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn und einer Lage Polymerbitumenbahn,
- 6: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen.

4 DIN 18532 – Teil 1

Der Teil 1 der DIN 18532 gliedert sich wiederum in zehn Abschnitte und zwei Anhänge auf. Teil 1 gilt zusammen mit den weiteren Teilen der Norm und enthält allgemein gültige Angaben, die für alle Abdichtungsbauweisen gelten.

In Abschnitt 1 der DIN 18532 Teil 1 werden die Anwendungsbereiche dieser Abdichtungsbauweisen beschrieben. Neben dem Neubau werden auch teil- oder vollflächige Erneuerungen von Abdichtungen angesprochen.

Neben Parkdecks, einschließlich Rampen und Spindeln, sowie Parkdächern und Hofkellerdecken umfasst der Anwendungsbereich auch Straßenbrücken, die nicht in der ZTV ING geregelt werden, und Fußgänger- und Radwegbrücken.

Das Dokument gilt nicht für Eisenbahnbrücken und Ingenieurbauwerke der DB, den Brücken im Sinne der ZTV ING, Trog- und Tunnelsohlen und erdüberschütteten befahrbaren Deckenflächen.

Ausgenommen sind auch befahrbare Bodenplatten von Bauwerken, zum Beispiel Sohlplatten von Tiefgaragen. Wenn auf diese Wasser von außen einwirkt, ist die Abdichtung nach DIN 18533 herzustellen oder das Bauteil muss aus WU-Beton hergestellt werden. Allerdings muss hier der Schutz vor Tausalzen berücksichtigt werden und dieser kann, wie in der Einleitung beschrieben, auch durch Abdichtungsbauweisen im Sinne dieser Norm erfolgen.

Des Weiteren wurde festgelegt, dass untergeordnete Bauteile, wie zum Beispiel Bodenplatten von Kleingaragen, Zugänge von Parkbauten, nicht zwangsläufig eine Abdichtung bedürfen.

Der Abschnitt 2 beinhaltet die normativen Verweisungen, Abschnitt 3 lautet „Begriffe“ und verweist auf DIN 18195.

Im Abschnitt 4 der DIN 18532-1 werden Anforderungen an die Abdichtung, aber auch an:

- den Betonuntergrund,
- Übergänge, Abschlüsse, Anschlüsse,
- die Abdichtung von Bewegungsfugen,
- die Wärmedämmenschicht,
- die Lastverteilungsschicht,
- die Nutzschicht,
- an Dampfsperren

definiert.

Im Abschnitt 5 der DIN 18532-1 werden Einwirkungen auf die Abdichtung aufgelistet, die zu Beanspruchungen der Abdichtung führen. Hierbei werden unterschieden:

- einbaubedingte Einwirkungen (Temperatur, mechanisch, Baustellenverkehr),
- umgebungsbedingte Einwirkungen (Feuchte, Taumittel, Frost-/Tauwechsel, UV-Strahlung),
- Einwirkungen aus Verkehr, aus denen sich dann die Nutzungsklassen ergeben.

Nutzungs-klasse	Nutzungsmerkmale mit zugeordneter Verkehrsbelastung sowie Neigung der Verkehrsfläche	Arten der Verkehrsfläche ^a und Art der Einwirkungen aus Verkehr ^b
N1-V ^c	– gering belastete Verkehrsflächen für Fuß- und/oder Radverkehr; – unabhängig von der Neigung	– Fußgänger- und Radwegbrücken
N2-V ^c	– mäßig belastete Verkehrsflächen für vorwiegend ruhenden Verkehr mit leichten Fahrzeugen bis 30 kN Gesamtgewicht (PKW); – maximalen Neigung bis 4 %, bei Neigung größer 4 % Zuordnung zu N3-V	– Zwischendecks von Parkhäusern für PKW-Verkehr – Freidecks von Parkhäusern für PKW-Verkehr – Parkdächer für PKW-Verkehr – Hofkellerdecken und Durchfahrten für PKW-Verkehr
N3-V	– hoch belastete Verkehrsflächen für vorwiegend ruhenden Verkehr mit Fahrzeugen bis 160 kN Gesamtgewicht (leichte LKW), bereichsweise auch mit schweren Fahrzeugen >160 kN (schwere LKW); – unabhängig von der Neigung	– Zwischendecks von Parkhäusern für PKW- und leichten LKW-Verkehr – Freidecks von Parkhäusern für PKW- und leichten LKW-Verkehr – Parkdächer für PKW- und leichten LKW-Verkehr – Zufahrtssrampen und Spindeln von Parkhäusern für PKW- und leichten LKW-Verkehr – Anlieferzonen und Feuerwehrzufahrten in Parkhäusern auch für schweren LKW-Verkehr – Hofkellerdecken und Durchfahrten auch für schweren LKW-Verkehr
N4-V	– Sehr hoch belastete Verkehrsflächen für nicht vorwiegend ruhenden Verkehr mit Fahrzeugen auch > 160 kN Gesamtgewicht; – unabhängig von der Neigung	– Fahrbahntafeln von Brücken für Fahrzeuge aller Art ^d

^a und vergleichbare Flächen

^b Bei wärmedämmten Fahrbahnkonstruktionen mit der Bauweise 2a (Umkehrdachaufbau) ist die Begrenzung der Verkehrslast in der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für den Dämmstoff zu beachten

^c Flächen von N1-V und N2-V, die auch mit Reinigungs- oder Räumfahrzeugen befahren werden, sind N3-V zugeordnet.

^d Straßenbrücken für die nicht die Regelungen der ZTV-ING gelten

Tab. 1: Nutzungsklassen

Die Nutzungsklasse ist der maßgebende Parameter für die Auswahl der Abdichtungsmaßnahme. Ist eine eindeutige Zuordnung nicht möglich, ist im Zweifelsfall eine höhere Nutzungsklasse zu wählen.

Im nächsten Schritt der Planung werden Rissklassen definiert:

- R0-V** keine oder keine entstehenden Risse oder keine Rissbreitenänderungen bereits vorhandener Risse.
- R1-V** rechnerische Rissbreite bis ca. 0,3 mm überlagert durch Rissbreitenänderung aus Temperatur- und/oder Verkehrseinwirkung.

Statt der in der Entwurfssatzung von 2016 noch vorhandenen Rissklassen (R2-V (mäßig), R3-V (hoch) und R4-V (sehr hoch)) gibt es nun einen Texthinweis, dass in einzelnen Bereichen auch größere Risse auftreten können.

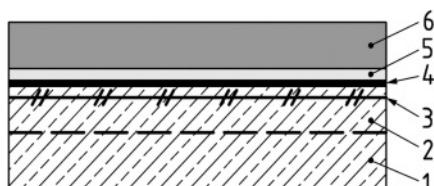
Die Rissklassen können auch den Betonbauteilen zugeordnet werden und spielen hinsichtlich der Rissüberbrückungsklassen eine Rolle bei der Auswahl der Abdichtungsbauweise. Bei nicht rissüberbrückenden Bauweisen, wie dem starren Oberflächenschutzsystem OS 8, sind zusätzliche Maßnahmen zur Rissüberbrückung erforderlich.

Im Abschnitt 6 der DIN 18532 Teil eins werden die baulichen Erfordernisse behandelt. Abschnitt 7 behandelt die zu verwendenden Stoffe und deren Verarbeitung. Hervorzuheben sind hierbei die Vorbehandlungsmaßnahmen für Betonuntergründe: Versiegelung, Grundierung und Kratzspachtelung.

In Abschnitt 7.4 werden die einzelnen Abdichtungsstoffe und deren Verarbeitung beschrieben. Es wird auch auf die hier verwendbaren Wärmedämmstoffe und Hilfsstoffe eingegangen.

In Teil 8 „Planungs- und Baugrundsätze“ werden die Abdichtungsbauweisen sowie die Teil-Ausführung beschrieben beziehungsweise dargestellt.

Bei der Bauweise 1a befindet sich die Abdichtungsschicht direkt auf dem Konstruktionsbeton unterhalb einer Schutz- oder Nutzschicht.



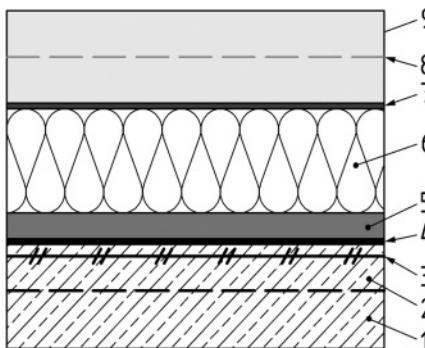
- 1 - Konstruktionsbeton, vorbereitet
2 - ggf. Flächenausgleich oder Gefälleschicht, vorbereitet
3 - Untergrundbehandlung
4 - Abdichtungsschicht
5 - Schutzschicht, ggf. zugleich Nutzschicht
6 - ggf. separate Nutzschicht

Bei der Bauweise 1b befindet sich die Abdichtungsschicht direkt auf dem Konstruktionsbeton und kann direkt befahren werden.



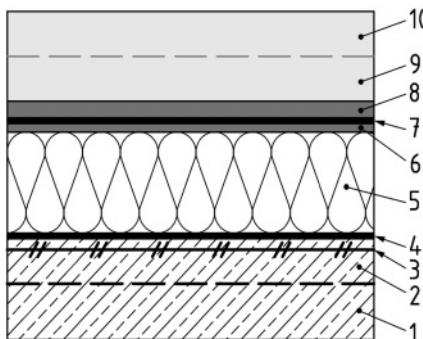
- 1 - Konstruktionsbeton, vorbereitet
- 2 - ggf. Flächenausgleich oder Gefälleschicht, vorbereitet
- 3 - Untergrundbehandlung
- 4 - Abdichtungsschicht

Neu in DIN 18532 ist die Aufnahme von Abdichtungen in Verbindung mit Wärmedämmungen. Bei der Bauweise 2a befindet sich die Abdichtungsschicht direkt auf den Konstruktionsbeton und die Wärmedämmungsschicht ist darüber angeordnet. Auf dieser Dämmsschicht befindet sich dann eine Lastverteilungs- und gegebenenfalls eine Nutzschicht.



- 1 - Konstruktionsbeton, vorbereitet
- 2 - ggf. Flächenausgleich oder Gefälleschicht, vorbereitet
- 3 - Untergrundbehandlung
- 4 - Abdichtungsschicht
- 5 - ggf. Ausgleichsschicht
- 6 - Wärmedämmungsschicht
- 7 - ggf. Schutzlage
- 8 - Lastverteilungsschicht, ggf. zugleich Nutzschicht
- 9 - ggf. separate Nutzschicht

Bei der Bauweise 2b liegt die Abdichtung auf der Wärmedämmung und schützt diese dadurch ebenfalls vor Wasser und Tausalzen.



- 1- Konstruktionsbeton, vorbereitet
- 2 - ggf. Flächenausgleich oder Gefälleschicht, vorbereitet
- 3 - Untergrundbehandlung
- 4 - Dampfsperre
- 5 - Wärmedämmsschicht
- 6 - ggf. Ausgleichsschicht
- 7- Abdichtungsschicht
- 8 - Schutzschicht
- 9 - Lastverteilungsschicht, ggf. zugleich Schutzschicht und /oder Nutzschicht
- 10 - ggf. separate Nutzschicht

Die Details für den stofflichen und konstruktiven Aufbau der Abdichtung sind in den Teilen 2 bis 6 beschrieben.

In Tabelle 5: „Zuordnung der Abdichtungsbauarten zu Nutzungsklassen, Verkehrsflächen und Abdichtungsbauweisen“ werden die Nutzungsklassen mit den jeweiligen Verkehrsflächen aufgelistet und die hierfür geeigneten Bauweisen angegeben, sowie die Teile 2 ff., in denen diese Bauweisen beschrieben werden.

Es folgen im Abschnitt 8 noch 22 Prinzipdarstellungen von Detailausbildungen z. B. an aufgehenden Bauteilen, Einbauteilen und Fugen.

Zuverlässigkeitsskriterium:

Den in der Norm beschriebenen Bauweisen wird eine ausreichende „Zuverlässigkeit“ attestiert, wobei auf Unterschiede durch stoffliche und funktionelle Eigenschaften hingewiesen wird. Die Beurteilungskriterien für die Zuverlässigkeit sind im informativen Anhang B aufgelistet.

Gefälleausbildung:

Zur Vermeidung von stehendem Wasser auf der Abdichtungsebene (größere Pfützen) ist bereits bei der Planung ein Mindestgefälle von 2,5 % im abzudichtenden Untergrund vorzusehen. Ein geringeres Gefälle oder eine gefällelose Ausführung kann durch einen erhöhten Grad der Zuverlässigkeit ausgeglichen werden.

Anhang A ist ein normativer Anhang. In diesem Anhang A wird die Anordnung und Ausbildung von Einbauteilen (Flansche, Klemmschienen etc.) beschrieben.

Anhang B hat nur informativen Charakter und listet Kriterien für die Auswahl der Abdichtungsbauart auf.

Der Teil 1 der DIN 18532 umfasst 67 Seiten mit zwei Anhängen (+ 10 Seiten). Dies alles sollte man gelesen (und verstanden) haben, um in den Teilen 2 bis 6, die sich mit der Ausführung befassen, den Überblick nicht zu verlieren.

5 Die Ausführungsteile der DIN 18532

Die DIN 18532 besteht neben dem allgemeinen Teil 1 aus den Teilen:

- 2: Abdichtung aus einer Lage Polymerbitumenbahn und einer Lage Gussasphalt,
- 3: Abdichtung mit zwei Lagen Polymerbitumenbahnen,
- 4: Abdichtung mit einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn,
- 5: Abdichtungen mit einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn und einer Lage Polymerbitumenbahn,
- 6: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen.

In den Teilen 2 bis 6 , die die Abdichtungsbauarten beschreiben, wird an vielen Stellen auf den Teil 1 verwiesen. Ohne den Teil 1 sind die folgenden Teile der Norm nicht anwendbar.

Die Gliederung in den Ausführungsnormen ist identisch mit der Gliederung in Teil 1. Dadurch ist es einfacher die Verweise auf den Teil eins in den Ausführungsteilen zuzuordnen.

5.1 DIN 18532 – Teil 2

Bei der Verbundabdichtung aus einer Lage Polymerbitumen-Schweißbahnen und einer Lage Gussasphalt werden Bahnen mit hochliegender Trägereinlage verwendet. Fachgerecht auf vorbehandeltem Betonuntergrund eingebaut, stellt diese Abdichtungsbauart ein System mit Verbund in allen Lagen dar.

Entwickelt wurde diese Bauart ursprünglich aus der Abdichtung von Brückenbauwerken. Da bei fachgerechter Ausführung eine Unterläufigkeit ausgeschlossen werden kann, wird ein hoher Grad an Zuverlässigkeit erreicht.

Daher werden rund 85 % der befahrenen Betonflächen in Deutschland mit dieser Abdichtungsbauart ausgeführt. Die Anzahl der Kombinationen ist überschaubar und werden in der Tab. 1 der DIN 18532-2 dargestellt.

Nr.	1	2	3			
	Nutzungsklasse	Verkehrsfläche	Abdichtungsbauweise			
			1a	1b	2a	2b
1	N1-V	Fußgängerbrücken und Radwegbrücken	x	—		
2	N2-V	Zwischendecks von Parkhäusern für PKW-Verkehr	x	x	x	x
		Freidecks von Parkhäusern für PKW-Verkehr	x	—		
		Parkdächer für PKW-Verkehr			x	x
		Hofkellerdecken und Durchfahrten für PKW-Verkehr	x	—	x	x
3	N3-V	Zwischendecks von Parkhäusern für PKW- und leichten LKW-Verkehr	x	x	—	x
		Freidecks von Parkhäusern für PKW- und leichten LKW-Verkehr	x	—		
		Parkdächer für PKW- und leichten LKW-Verkehr			—	x
		Zufahrtsrampen und Spindeln von Parkhäusern für PKW- und leichtem LKW-Verkehr	x	—	—	x
		Anlieferzonen und Feuerwehrzufahrten in Parkhäusern auch für schweren LKW-Verkehr	x	—	—	x
		Hofkellerdecken und Durchfahrten auch für schweren LKW-Verkehr	x	—	—	x
4	N4-V	Fahrbahntafeln von Brücken für Fahrzeuge aller Art ^a	x	—		
x Bauweise zulässig — Bauweise nicht zulässig ■ Bauweise per Definition nicht vorgesehen						

^a Straßenbrücken, für die nicht die Regelungen der ZTV-ING gelten.

Tabelle 1 der DIN 18532-2: Zuordnung der Abdichtungsbauart zu den Nutzungsklassen, Verkehrsflächen und Abdichtungsbauweisen

5.2 DIN 18532 – Teil 3

Die Abdichtungsbauart des Teiles 3 ist eine Variante die praktisch nur im Süden Deutschlands bekannt ist. Auch diese Variante, mit einer zweilagigen Abdichtung aus Polymerbitumenbahnen hat ihren Ursprung in der Abdichtung von Brückenbauwerken. Da es in Süddeutschland relativ wenige Gussasphaltbetriebe gibt, dafür aber viele kleine Brückenbauwerke, wurde hier diese Bauart entwickelt, die auch häufig von Dachdeckerbetrieben ausgeführt wird.

Bei dieser Bauart ist die Bauweise 1b nicht vorgesehen beziehungsweise zulässig. Für die anderen Bauweisen gibt es eine Vielzahl von möglichen Stoffkombinationen, die in Tabellenform (Tabellen 1 bis 3) in diesem Normenteil aufgeführt sind. Für die Bauweise 1A sind je nach Nutzungsklasse bis zu acht unterschiedliche Stoffkombinationen möglich.

5.3 DIN 18532 – Teile 4 und 5

DIN 18532-4 behandelt die Abdichtungsbauart mit einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn. Diese Bahnen werden ganz oder teilweise verklebt können aber auch lose verlegt werden.

Für den Fahrbahnaufbau sind zusätzlich weitere Lagen aus anderen Stoffen, wie zum Beispiel Schutzschichten, Lastverteilungsschichten und Nutzschichten erforderlich. Diese Bauart darf nur in den Nutzungsklassen in N1-V, N2-V und N3-V in den Bauweisen 1a, 2a und 2b angewendet werden.

Bei der Bauweise 1a wird die Kunststoff- oder Elastomerbahn entweder vollflächig mit dem Betonuntergrund verklebt oder sie wird auf einer Schutzhülle lose verlegt beziehungsweise teilflächig verklebt. Eine Schutz- oder Nutzschicht ist bei dieser Bauweise zwingend erforderlich.

Bei einer losen Verlegung oder nur punktuellen Verklebung ist eine abtragende Vorbereitung des Betonuntergrundes nicht notwendig. Es muss nur die Ebenheit geprüft werden.

DIN 18532-5 behandelt die Abdichtungsbauart mit einer Lage Kunststoffbahn und einer Lage Polymerbitumenbahn. Diese Bauart darf ebenfalls nur in die Nutzungsklassen in N1-V, N2-V und N3-V sowie in den Bauwesen 1a, 2a und 2b angewendet werden. Für die Nutzungsklasse in N4-V, also den Straßenbrücken, ist diese Bauart nicht zulässig.

Unterlaufsicher sind die Bauarten nach Teil 4 und 5 nur dann, wenn die Abdichtungsschicht bei den Bauweisen 1a und 2b vollflächig auf einen entsprechend vorbereiteten Betonuntergrund verklebt ist.

Die Bauarten nach Teil 4 und Teil 5 der DIN 18532 werden in Deutschland relativ selten eingesetzt. Ihren Bewährungsnachweis haben diese Bauarten durch Ausführungsbeispiele in europäischen Nachbarländern erbracht.

5.4 DIN 18532 – Teil 6

Der Teil 6 der DIN 18532 gilt für den Neubau und die Instandhaltung der Abdichtung von befahrenen Verkehrsflächen aus Beton mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsmitteln. Diese Flüssigkunststoffe werden mit einer bestimmten Mindestschichtdicke auf den vorbehandelten Untergrund aufgebracht, mit einer im Verbund verlegten oberen Lage Gussasphalt. Diese Bauart ist für alle Nutzungsklassen geeignet und kann in den Bauweisen 1a, 1b und 2a angewendet werden.

Im Teil 6 der Norm sind ebenfalls die Oberflächenschutzsysteme OS 8, OS 10 und OS 11 beschrieben. Diese dienen vorrangig dem Schutz der Bauteile vor Tausalzen.

Bei dem starren, nicht rissüberbrückenden Oberflächenschutzsystem OS 8, kann es durch örtliche Fehlstellen oder Risse zu Wassereintritten in das Betonbauteil kommen.

Damit dies nicht zu Schäden führt, sind für alle Oberflächenschutzsysteme in regelmäßigen Abständen Inspektionen, Wartungs- und gegebenenfalls Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich. Die Instandhaltungsmaßnahmen sind im Rahmen der Planung festzulegen.

Da Oberflächenschutzsysteme generell eine geringere Nutzungsdauer im Vergleich zu Abdichtungen im Sinne dieser Norm haben, ist der Bauherr vom Planer über die Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Systeme zu unterrichten.

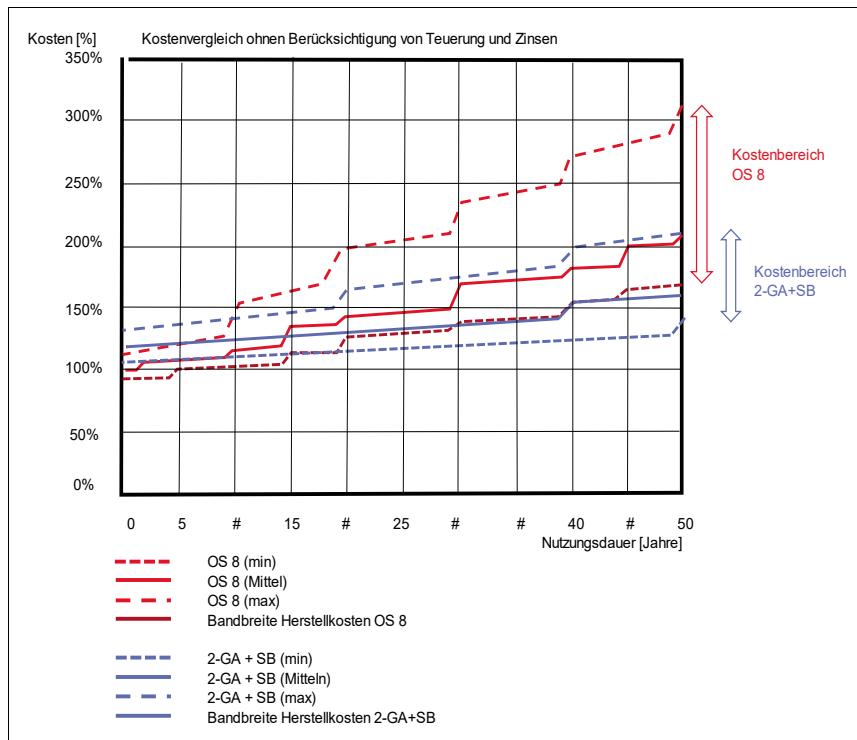


Abb. 1: Wirtschaftlichkeitsvergleich OS 8 zu Abdichtung mit Schweißbahn und 2 Lagen Gussasphalt (Bauweise 1a)

Selbst ohne Betrachtung des höheren Wartungs- und Kontrollaufwandes bei Oberflächenschutzsystemen ist ersichtlich, dass eine Verbundabdichtung mit Gussasphalt aufgrund der geringeren Erneuerungsintervalle die wirtschaftlichere Bauweise darstellt.

Zusammenfassung

DIN 18532 regelt die Abdichtungen von befahrenen Verkehrsflächen aus Beton. In Teil 1 sind die Planungs- und Baugrundsätze geregelt und über die Nutzungsklassen und Rissklassen können geeignete Abdichtungsbauweisen ausgewählt werden. Der Geltungsbereich dieser Norm umfasst neben den klassischen Parkflächen auch Fußgänger- und Radwegbrücken, sowie Brücken, die nicht nach ZTV ING StB auszuführen sind. Neben Abdichtungen im Verbund und Oberflächenschutzsystemen werden in dieser Norm auch wärmegedämmte Bauweisen beschrieben.

In den Teilen 2–6 sind die einzelnen Abdichtungsbauarten beschrieben. Die in Teil 2 beschriebene Abdichtungsbauart mit einer Polymerbitumen-Schweißbahn und einer Schicht aus Gussasphalt ist die mit Abstand am häufigsten ausgeführte Variante. Infolge des flächigen Verbundes aller Abdichtungsschichten und -lagen ist diese Bauart unterlaufsicher und hat den höchsten Grad der Zuverlässigkeit. Die Bauart in Teil 3 mit einer zweilagigen Bahnenabdichtung ist eine Variante, die vorwiegend in Süddeutschland ausgeführt wird. In den Teilen 4 und 5 werden Bauarten beschrieben, die in Deutschland nur selten ausgeführt werden. Diese Bauarten haben sich allerdings im benachbarten Ausland in bestimmten Anwendungsbereichen bewährt. In Teil 6 der Norm werden Abdichtungen mit Flüssigkunststoff in Verbindung mit Gussasphalt, sowie die Oberflächenschutzsysteme beschrieben. Die OS-Systeme dienen vorrangig zum Schutz der Bauteile vor Tausalzen und sind wegen ihrer geringeren Nutzungsdauer nicht so wirtschaftlich wie die Abdichtungsbauarten in DIN 18532.

Quellen/Literatur

- VOB: Verdingungsordnung für Bauleistungen
- ATV-DIN 18354: Gussasphaltarbeiten
- DIN 18532: Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton
- Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
 - Teil 2: Abdichtung mit einer Lage Polymerbitumenbahn und einer Lage Gussasphalt
 - Teil 3: Abdichtung mit zwei Lagen Polymerbitumenbahnen
 - Teil 4: Abdichtung mit einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn
 - Teil 5: Abdichtung mit einer Lage Polymerbitumenbahn und einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn
 - Teil 6: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen
- DIN EN 13813: Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche – Estrichmörtel und Estrichmassen – Eigenschaften und Anforderungen

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVDI) zur VOB:

ZTV Asphalt-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt

TL Asphalt-StB: Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen

TL Gestein-StB: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau

TL Bitumen-StB: Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen



Rode, Peter

Dipl.-Ing.

- 1989–1994: wiss. Mitarbeiter der TU-Berlin, Fachgebiet Straßenbau,
Tätigkeit: Laborleiter, Auftragsforschung
- 1994–1995: Teerbau GmbH, Ndrl. Berlin, Bauleiter Straßenbau
- 1995–1996: bga Beratungsstelle für Gussasphaltanwendung e.V.,
Assistent des Geschäftsführers
- seit 1997: Geschäftsführer der bga Beratungsstelle für Gussasphalt-
anwendung e.V.
- seit 2000: von der IHK Bonn/Rhein-Sieg öffentlich bestellter und vereidig-
ter Sachverständiger für Gussasphalt, Asphaltstraßenbau und
Bauwerksabdichtung mit Asphalt und Bitumenbahnen
-

Aufgaben und Haftung der objektüberwachenden Planer und prüfenden Sachverständigen

Martin Stelzner

Kurzfassung

Angesichts der nunmehr gesetzlich fixierten Definition vertragstypischer Pflichten bei Architekten- und Ingenieurverträgen in § 650p BGB, fasst der Beitrag die Leistungs- und Erfolgsverpflichtungen im Rahmen der Objektüberwachung zusammen. In Anknüpfung an die rechtlichen und tatsächlichen Einwirkungsmöglichkeiten werden Inhalt und Reichweite der Prüf- und Hinweispflichten erläutert. Daneben beleuchtet der Beitrag die Grundzüge der Haftung prüfender Sachverständiger und grenzt dabei die Unterschiede der privaten sowie der gerichtlichen Gutachtentätigkeit voneinander ab.

1 Einleitung

Was Schadensstatistiken regelmäßig empirisch belegen [Vgl. v. RINTELEN, Bemessung des Versicherungsschutzes bei Verträgen mit freiberuflich Tätigen (FbT)-RBBau, 2010, S. 19 f.], können zahlreiche Berufsträger aus ihrer Praxis mitunter schmerzlich bestätigen: Die Tätigkeit des objektüberwachenden Planers gehört angesichts der Vielzahl zu überschauender und abzustimmender Einflussfaktoren für Architekten und Ingenieure zu den schadensträchtigsten Aspekten der Projektabwicklung. Entsprechend wichtig ist die genaue Abgrenzung der Prüf- und Hinweispflichten, die Architekten und Ingenieure in diesem Zusammenhang treffen. Der Gesetzgeber hat mit der Einführung des § 650p BGB und der dort enthaltenen Definition „vertragstypische[r] Pflichten aus Architekten- und Ingenieurverträgen“ einen ersten Schritt getan. Was handhabbare Detail-Regelungen anbelangt, ist die Praxis aber weiterhin sich selbst überlassen. Vor diesem Hintergrund widmet sich dieser Beitrag den Leitlinien zu den Prüf- und Hinweispflichten objektüberwachender Architekten und Ingenieure.

Haftpflichtforderungen sehen sich Architekten und Ingenieure außerdem regelmäßig ausgesetzt, wenn sie als prüfende Sachverständige tätig werden. Um hier nicht als Rettungsanker sämtlichen Forderungen enttäuschter Baubeteiligter ausgeliefert zu sein, gilt es die Grundzüge der Haftung von Sachverständigen zu kennen. Anhand praktischer Beispiele erläutert dieser Beitrag dazu insbesondere die tiefgreifenden Unterschiede zwischen gerichtlich bestellten und privat beauftragten Sachverständigen.

2 Überblick über die Prüf- und Hinweispflichten von objekt-überwachenden Planern

Den konkreten Prüf- und Hinweispflichten von objektüberwachenden Planern nähert sich dieser Beitrag über eine Darstellung der gesetzlichen Grundlagen. Daraus wird abgeleitet, welche grundsätzlichen Leistungs- und Erfolgsverpflichtungen bei Architekten und Ingenieurverträgen im Rahmen der Überwachung bestehen. Anschließend wird anhand von Rechtsprechungsbeispielen erläutert, welche Leitlinien Art und Ausmaß der Überwachung im Einzelnen prägen.

a) Normenhierarchie im Architekten- und Ingenieurrecht

„Ein Blick ins Gesetz erleichtert die Rechtsfindung“ – Was sich allgemein leicht sagen lässt, gilt für die Pflichten des Objektüberwachers nur bedingt. Bis zur Reform des Werkvertragsrechts zum 1. Januar 2018 musste diese These für den objektüberwachenden Planer nahezu gänzlich verneint werden. Auch nach der Reform hilft dem Rechtsanwender das Gesetz nur bedingt weiter. Zwar wurden mit den §§ 650p ff. BGB nach einer generationsübergreifenden Debatte endlich eigenständige Regelungen für die vertragstypischen Pflichten aus Architekten- und Ingenieurverträgen in das Bürgerliche Gesetzbuch aufgenommen, der Konkretisierungsgrad hält sich jedoch weiterhin in Grenzen. Der Definition des § 650p Abs. 1 BGB zufolge, verpflichtet sich der Auftragnehmer, „die Leistungen zu erbringen, die nach dem Stand der Planung und Ausführung des Bauwerks oder der Außenanlage erforderlich sind, um die zwischen den Parteien vereinbarten Planungs- und Überwachungsziele zu erreichen“. Welche Leistungsschritte der Objektüberwacher demnach konkret zu erbringen hat und für welchen Erfolg er damit im Ergebnis eintreten muss, ist damit weiterhin nicht ausdrücklich geregelt. Insoweit beschränkt sich § 650q Abs. 1 BGB auf einen Verweis, demzufolge die Vorschriften des allgemeinen Werkvertragsrechts dem Grunde nach entsprechend auf Architekten- und Ingenieurverträge Anwendung finden.

Einschränkend kommt hinzu, dass sich der Anwendungsbereich der §§ 650p ff. BGB auf Verträge über Planungs- und Überwachungsleistungen für Bauwerke oder Außenanlage beschränkt. Für sonstige Planungsgegenstände, insbesondere für bewegliche Sachen, bleibt es folglich bei den Regelungen des allgemeinen Werkvertragsrechts sowie der dazu entwickelten Rechtsprechung. Die nachfolgenden Ausführungen lassen sich deswegen auf diese Bereiche nur eingeschränkt übertragen.

Der beschränkte Konkretisierungsgrad des Gesetzes ist grundsätzlich nachvollziehbar. Immerhin kennt die praktisch vorstellbare Vielfalt bei Überwachungsleistungen kaum Grenzen. So vielfältig wie die Wünsche des Bauherrn an das begehrte Objekt sein können, so unterschiedlich können auch die Anforderungen an die Überwachungsleistung ausfallen. Allerdings überbürdet der Gesetzgeber angesichts dieser Bandbreite an Möglichkeiten eine große Verantwortung auf die beteiligten Vertragsparteien. Das Missverhältnis aus Regelungsdichte und Regelungsbedarf will im Wege der Vertragsgestaltung ausgeglichen werden. In der Praxis stehen für die Beteiligten bei Vertragsabschluss aber verständlicherweise vor allem praktische Belange im Vordergrund, weshalb die Vertragsgestaltung mehr als notwendiges Übel betrieben wird und regelmäßig entsprechend rudimentär ausfällt. Oft heilt ein schlichter Verweis auf die „Leistungserbringung nach HOAI“ vermeintlich alle Wunden. Kommt es erst einmal

zum Streit, sind die Fronten schnell verhärtet und die Diskussion über wechselseitige Verantwortungsbereiche ist kaum mehr einvernehmlich zu führen.

Die Kataloge der HOAI für Grundleistungen und besondere Leistungen, insbesondere nach Anlage 10 zu § 34 Abs. 4, § 35 Abs. 7 HOAI, stellen angesichts dieses gesetzlichen Regelungsvakuums eine willkommene und vermeintlich verlässliche Konkretisierung dar. Schnell erweckt der Verordnungscharakter der HOAI außerdem bei den Beteiligten den beruhigenden Eindruck der Verbindlichkeit. Konzipiert wurde die Honorarordnung allerdings als reines Preisrecht, zur Bewahrung auskömmlicher Honorare und damit zur Aufrechterhaltung eines gewissen Qualitätsstandards. Für die schuldrechtlichen Verpflichtungen der Parteien sind die Bestimmungen und Kataloge der HOAI deswegen grundsätzlich unbeachtlich [STELZNER, in: JurisPK-BGB, 9. Aufl. 2020, § 650p Rn. 2 m.w.N.].

Regelungswirkung entfaltet die HOAI nur, soweit die Parteien sie wirksam in ihr Vertragsverhältnis einbeziehen. Soll die Einbeziehung der HOAI nicht nur im Einzelfall, sondern im Sinne von § 305 Abs. 1 S. 1 BGB für eine Vielzahl von Verträgen erfolgen, setzt dies nicht nur beiderseitiges Einvernehmen voraus; ergänzend sind die Anforderungen des § 305 Abs. 2 BGB einzuhalten, wonach dem Vertragspartner des Unternehmers bei Vertragsschluss in zumutbarer Weise die Möglichkeit der Kenntnisnahme geschaffen werden muss. Diese insbesondere im Verhältnis zu Verbrauchern zu beachtende Voraussetzung gilt zwar gem. § 310 Abs. 1 S. 1 BGB nicht für Vertragsabschlüsse gegenüber Unternehmen, juristischen Personen des öffentlichen Rechts oder öffentlich-rechtlichen Sondervermögen, gleichwohl ist auch hier von einem schlichten Verweis ohne Übermittlung oder Abdruck der verwiesenen Regelungen abzuraten. Im Übrigen sind sowohl gegenüber Verbrauchern als auch gegenüber Unternehmen stets ergänzend die Umstände des Vertragsschlusses zu beachten. Jede vertragliche Regelung und jeder Verweis auf die HOAI ist mithin vorbehaltlich einer abweichenden Auslegung im Einzelfall zu verstehen. Liegt kein Verweis auf die HOAI vor, findet diese keineswegs automatisch Anwendung. Mag ihre Verbreitung auch noch so groß sein, weder gegenüber Verbrauchern noch gegenüber Unternehmen ist ein Verweis entbehrliech. Allenfalls im Wege der Auslegung können einzelne Aspekte der HOAI auch ohne Verweis Berücksichtigung finden [Vgl. BERGER in: LANGEN/BERGER/DAUNER-LIEB, Kommentar zum neuen Bauvertragsrecht, 2018, Vor § 650p BGB Rn. 18 ff.].

Dies vorausgeschickt, stehen die nachfolgenden Ausführungen zu konkreten Rechten und Pflichten im Rahmen der Objektüberwachung also stets in besonderem Maße unter dem Vorbehalt abweichender beziehungsweise hinter dem zuvor Gesagtem zurückbleibender Vereinbarungen.

b) Leistungs- und Erfolgsverpflichtungen im Rahmen der Objektüberwachung

Die Verpflichtungen des Architekten oder Ingenieurs im Rahmen der Objektüberwachung unterteilt § 650p Abs. 1 BGB in zwei Aspekte. Den Überwacher treffen Leistungs- und Erfolgsverpflichtungen. Darin liegt der besondere Charakter des Überwachungsvertrages, mit dem sich dieses Vertragsverhältnis von dem rein erfolgsbezogenen Charakter allgemeiner Werkverträge unterscheidet.

Was den geschuldeten Leistungsumfang anbelangt, ist im Ausgangspunkt auf die in § 650p Abs. 1 BGB verankerte Dynamik des Leistungssolls hinzuweisen. Grundlage für das geschuldete Pflichtenprogramm ist stets der jeweilige Stand der Planung und Ausführung des konkreten Bauwerks oder der Außenanlage. Von der damit verbundenen Einschränkung des Pflichtenkreises kann der Überwacher jedoch nur profitieren, sofern der im Zeitpunkt des Vertragsschlusses beziehungsweise des vorgesehenen Leistungszeitraums vorgefundene Planungs- und Ausführungsstand hinreichend protokolliert wird. Nicht nur im Rahmen des Vertragsschlusses, sondern auch im Zuge der Leistungserbringung ist mithin auf eine saubere Dokumentation zu achten.

Welche Leistungsschritte zu erbringen sind, hängt wiederum von den konkret vereinbarten Überwachungszielen ab. Als solche werden sämtliche technische, gestalterische, funktionelle oder ökonomische Anforderungen an das vom Bauherrn begehrte Überwachungsobjekt verstanden, die sich qualitativ oder quantitativ messen lassen [STELZNER, in: JurisPK-BGB, 9. Aufl. 2020, § 650p Rn. 61]. Diese Abhängigkeit zeigt, dass die Erbringung von Überwachungsleistungen keinem Selbstzweck dient, sondern darauf gerichtet ist, einen über die Überwachungstätigkeit hinausgehenden, funktional von den Leistungsschritten abtrennbaren Erfolg zu erreichen. Gleichzeitig unterstreicht die Verknüpfung von Leistungs- und Erfolgsverpflichtungen jedoch das Leistungsinnteresse des Auftraggebers an jedem einzelnen Leistungsschritt. Ob der vereinbarte Überwachungserfolg auch ohne Zutun des überwachenden Architekten oder Ingenieurs erreicht wird, weil etwa der ausführende Unternehmer ohnehin tadellos leistet, ist folglich für die Erfüllung der Überwachungspflichten unbedeutlich. Die mit der Überwachung einhergehenden Dokumentationspflichten sowie der damit verbundene Zugewinn an Sicherheit hinsichtlich der tatsächlichen Erreichung der Überwachungsziele haben aus der Perspektive des Bauherrn einen derart hohen Stellenwert, dass die einzelnen Überwachungsschritte einen eigenständigen Bestandteil der geschuldeten Leistung bilden. Werden einzelne Überwachungsschritte nicht erbracht, besteht folglich kein Anspruch auf eine vollständige Vergütung [BGH, Urt. v. 24.06.2004 – VII ZR 259/02 – NJW 2004, 2588].

Von den hier vor beschriebenen allgemeinen Leistungspflichten des Überwachers, ist der als Ergebnis dieser Tätigkeit geschuldeten werkvertragliche Erfolg zu unterscheiden. Hier wird die Frage virulent, mit welchem Ziel der Bauherr einen Architekten oder Ingenieur mit der Überwachung von Ausführungsleistungen betraut. Die Abgrenzung zu der Erfolgsverpflichtung des ausführenden Unternehmers fällt dabei nur auf den ersten Blick leicht. Mangels entsprechender Kapazitäten und Fertigkeiten schuldet der Überwacher nicht die Ausführung von Bauleistungen als solche. Gleichwohl ist der Überwacher dem Bauherrn für die tatsächliche Entstehung des Bauwerks verantwortlich. Er schuldet das Bewirken bzw. „das Entstehenlassen eines mangelfreien Gebäudes“ [BGH, Urt. v. 26.11.1959 – VII ZR 120/58 – NJW 1960, 431]. Im Rahmen seiner

Möglichkeiten hat der Architekt dazu beizutragen, dass tatsächlich ein mangelfreies Gebäude entsteht. Die Gesamtheit der einzelnen Überwachungsschritte muss dazu geeignet sein, bei ordnungsgemäßer Ausführung zu einem mangelfreien Gebäude zu führen [Berger, in: Langen/Berger/Dauner-Lieb, Kommentar zum neuen Bauvertragsrecht, 2018, § 650p BGB Rn. 59]. Der Überwacher kann sich dabei qualitativ nicht auf eine passive Tätigkeit beschränken, sondern hat im Rahmen seiner Möglichkeiten aktiv auf den Baufortschritt einzuwirken. Ausführungsfehler hat er nicht zu protokollieren, sondern zu verhindern [Vgl. BGH, Urt. v. 15.06.2000 – VII ZR 212/99 – NJW 2000, 2991, 2992; OLG Celle, Urt. v. 28.09.2016 – 7 U 77/16 – BauR 2017, 589; WERNER/FRECHEN, in WERNER/PASTOR, Der Bauprozess, 15. Aufl. 2015, Rn. 2014; MEIER, IBR 2017, 206]. Darüber hinaus muss die Überwachungsleistung des Architekten oder Ingenieurs den Bauherrn in die Lage versetzen, etwaige Verursachungsbeiträge einzelner Baubeteiligter nachweisen zu können.

c) Konkrete Prüf- und Hinweispflichten

In welchem Umfang der überwachende Architekt oder Ingenieur die ausführenden Unternehmer im Rahmen der Bauwerkserstellung zu kontrollieren hat, welche Schritte von ihm zu prüfen bzw. zu dokumentieren sind und auf welche Probleme er den Bauherrn im Detail hinzuweisen hat, geht aus der voranstehenden Beschreibung der Leistungs- und Erfolgsverpflichtungen nicht unmittelbar hervor. Gleichwohl sind diese allgemeinen Ausführungen stets als Leitlinien zu den Verpflichtungen des Überwachers im Hinterkopf zu behalten. Anhand dieses dogmatischen Grundgerüstes sind die verschiedenen praktischen Aspekte des Baugeschehens sowie deren Auswirkungen auf die Leistungspflicht des Überwachers zu bewerten.

Zu diesen tatsächlichen Umständen gehört die schiere Komplexität, die ein Bauvorhaben auf Grund der Vielzahl zu erbringender Ausführungsschritte, der Vielzahl ausführender Arbeitskräfte sowie der Summe zu beachtender Vorgaben und Vorschriften regelmäßig mit sich bringt. Die im Einzelnen auszuführenden technischen Arbeitsschritte sind dabei nicht nur jeweils unterschiedlich kompliziert in der Ausführung, sondern für die Entstehung des Gebäudes auch jeweils von unterschiedlichem Gewicht. Aus diesen tatsächlichen Gesichtspunkten ergibt sich im Zuge einer Auslegung der Vereinbarung zwischen dem Bauherrn und dem überwachenden Architekten oder Ingenieur, dass letzterer weder jeden einzelnen Ausführungsschritt überwachen muss, noch sämtliche Leistungsschritte in gleicher Intensität zu überwachen hat. Der Überwacher haftet dem Bauherrn also keinesfalls automatisch für jeden noch so kleinen und für den Bestand des Gebäudes unerheblichen Ausführungsfehler.

Wann und wie oft der Überwacher auf der Baustelle anwesend sein muss und welche Gewerke konkret zu begleiten sind, lässt sich daraus aber nicht ablesen. Der Bundesgerichtshof hat jedoch folgende Faustformel herausgearbeitet [BGH, Urt. v. 09.11.2000 – VII ZR 362/99 – NZBau 2001, 213]:

„Der die Bauaufsicht führende Architekt ist nicht verpflichtet, sich ständig auf der Baustelle aufzuhalten. Er muss jedoch die Arbeiten in angemessener und zumutbarer Weise überwachen und sich durch häufige Kontrollen vergewissern, dass seine Anweisungen sachgerecht erledigt werden [...]. Bei wichtigen oder bei kritischen Baumaßnahmen, die erfahrungsgemäß ein

hohes Mängelrisiko aufweisen, ist der Architekt zu erhöhter Aufmerksamkeit und zu einer intensiveren Wahrnehmung der Bauaufsicht verpflichtet [...].

Mithin muss der Überwacher gängige bzw. einfache Arbeiten nicht durch ständige Anwesenheit auf der Baustelle überwachen. Hier genügt eine anfängliche Einweisung des ausführenden Unternehmers in Verbindung mit einer anschließenden stichprobenhaften Überprüfung sowie einer abschließenden Endkontrolle [OLG Frankfurt, Urt. v. 27.11.2013 – 23 U 203/12 – IBR 2015, 312]. Konkret findet diese niedrigste Überprüfungsschwelle – vorbehaltlich etwaiger Besonderheiten des Einzelfalls – insbesondere Anwendung bei

- gängigen Malerarbeiten & Innenputzarbeiten [OLG Frankfurt, Urt. v. 27.11.2013 – 23 U 203/12 – IBR 2015, 312],
- Außenputzarbeiten, sofern sich nicht um ein komplexes Putzsystem handelt [OLG Hamm, Urt. v. 19.11.1999 – 12 U 92/99 – BauR 2000, 757],
- dem Verlegen von Dachpappe [BGH, Urt. v. 24.02.1969 – VII ZR 173/66 – VersR 1969, 473] – vgl. aber bei gefahrenträchtigen Bereichen [OLG Hamm, Urt. v. 17.06.2014 – 24 U 20/13 – BauR 2015, 1005],
- einfachen Erdarbeiten, z.B. für Parkflächen [OLG Naumburg, Urt. v. 13.05.2005 – 6 U 4/05, BauR 2006, 554],
- dem vollständigen Abriss alleinstehender Gebäude von unkritischer Bausubstanz [Vgl. OLG Frankfurt a.M., Urt. 13.11.1989 – 4 U 145/88 – BauR 1991, 377].

Gesteigerte Prüf- und Hinweispflichten treffen den Überwacher immer dann, wenn einzelne Ausführungsleistungen ein besonderes Gefahrenpotenzial hinsichtlich der Mängelfreiheit des Gesamtobjekts mit sich bringen. Arbeitsschritte, die sich kurz oder langfristig auf folgende Bauabschnitte auswirken können, wie Abdichtungs-, Dämmungs- oder Isolierarbeiten, statisch bedeutsame Arbeiten oder schwer korrigierbare Arbeiten, sind dementsprechend besonders engmaschig zu überwachen [BGH, Urt. v. 09.11.2000 – VII ZR 362/99 – NZBau 2001, 213]. Konkret betrifft dies insbesondere,

- Abbrucharbeiten, sofern Teile des Gebäudes erhalten bleiben müssen [OLG Oldenburg, Urt. v. 29.05.1991 – 2 U 31/91 – BauR 1992, 258],
- die Schall- und Wärmeisolation des Gebäudes [OLG Nürnberg, Urt. v. 20.06.2012 – 6 U 1643/09 – BauR 2015, 146],
- Estricharbeiten [OLG Düsseldorf, Urt. v. 07.04.2016 – 5 U 135/14 – BauR 2017, 575],
- Schnittstellen zu Nach- bzw. Vorleistungen [OLG Nürnberg, Urt. v. 20.06.2012 – 6 U 1643/09 – BauR 2015, 146],
- Brandschutzarbeiten [OLG Düsseldorf, Urt. v. 28.10.2008 – 21 U 21/08 – BauR 2009, 1016],
- Trockenbauarbeiten (z.B. Abhangdecken) [OLG München, Urt. v. 31.07.2015 – 13 U 1818/13 – IBR 2018, 688],
- die Ableitungen von Niederschlagswasser an möglichen Eintrittsstellen [OLG Hamm, Urt. v. 17.06.2014 – 24 U 20/13 – BauR 2015, 1005],
- Sanierungsarbeiten bei Altbauten [BGH, Urt. v. 18.05.2000 – VII ZR 436/98 – BauR 2000, 1217],
- Sichtbetonarbeiten [OLG München, Urt. v. 16.07.2014 – 13 U 4413/13, IBR 2017, 502],

- Glasfassaden [OLG Hamm, Urt. v. 20.12.2013 – 12 U 79/13 – BauR 2014, 1176],
- Abdichtungs- und Entwässerungsarbeiten [OLG Brandenburg, Urt. v. 30.03.2017 – 12 U 71/16 – NJW-RR 2017, 1489],
- sowie die Verwendung neuer Baustoffe oder spezieller Sonderkonstruktionen [MOTZKE, Haftung des Architekten, 11. Aufl. 2019, Kapitel K Rn. 55].

Liegen bereits Anhaltspunkte für konkrete Mängel vor oder gibt es sonstige Warnzeichen, fordert dies eine intensive Prüfung heraus. In diesen Situationen sind laufende Arbeiten nötigenfalls einzustellen, um ein Weiterfressen von Mängeln zu verhindern beziehungsweise die Möglichkeiten der Aufklärung und Behebung des Fehlers nicht zu gefährden [FAHRENBRUCH, 34 HOAI, RN. 354].

Neben den konkret auszuführenden Arbeitsschritten muss der Überwacher auch die Zuverlässigkeit und Qualifikation des jeweils beauftragten Unternehmers im Blick haben. Eine erkennbar geringe Qualifikation des Handwerkers entschuldigt den überwachenden Architekten oder Ingenieur nicht, sondern verlangt nach einer besonders engmaschigen Überwachung oder gar einem generellen Bedenkenhinweis gegenüber dem Auftraggeber. Unerheblich ist insofern insbesondere, ob der Architekt oder Ingenieur im Rahmen der Leistungsphase 7 bei der Vergabe von Ausführungsleistungen mitgewirkt hat [BGH, Urt. v. 09.11.2000 – VII ZR 362/99 – BauR 2001, 273]. Ebenso wenig wirkt es sich auf die Intensität der geschuldeten Überwachung aus, ob ein besonders geringes oder besonders hohes Honorar vereinbart wurde [OLG Naumburg, Urt. v. 17.12.2004 – 6 U 50/94 – BauR 2005, 1796]. Anders hingegen, wenn ausdrücklich keine allgemeine, sondern bloß eine stichprobenartige Überwachung zu bestimmten Zeitpunkten vereinbart wurde – dann treffen den Überwacher allerdings umfangreiche Aufklärungspflichten hinsichtlich der Festlegung der entscheidenden Zeitpunkte [OLG Hamm, Urt. v. 23.04.2002 – 21 U 51/06 – BauR 2003, 273].

Als Grundlage der Prüfung dienen dem Objektüberwacher die öffentlich-rechtliche Genehmigung, die allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie einschlägige Vorschriften und vor allem die vorgelegten Ausführungsunterlagen. Letztere kann der Überwacher jedoch nicht ungesehen übernehmen. Vielmehr hat der Überwacher zu prüfen, ob die eigenhändig erstellten oder von Dritten übernommenen Ausführungspläne eine mangelfreie Erstellung des Bauwerks ermöglichen [MOTZKE, K Rn. 17; OLG Düsseldorf, Urt. v. 19.04.2016 – 21 U 102/15 – BauR 2017, 1718; OLG Brandenburg, Urt. v. 28.03.2013 – 12 U 96/12 – IBR 2013, 355]. Dabei hat der Überwacher keine eigenständige Planung vorzunehmen und erst recht keine aufgedeckten Planungsfehler zu beheben [MOTZKE, Rn. 17; FAHRENBRUCH, § 34, 348]. Geschuldet ist lediglich eine Überprüfung der Planung auf Fehler und Widersprüche [BGH, Urt. v. 27.11.2008 – VII ZR 206/06 – BauR 2009, 515]. Hierbei gilt erneut, dass vor allem besonders schadensanfällige Bauteile (Wärmeschutz, Abdichtungen, Übergänge) stichprobenartig zu kontrollieren sind [FAHRENBRUCH, Rn. 348].

Schwierigkeiten bereitet bei getrennter Vergabe von Planungs- und Überwachungsleistungen in diesem Zusammenhang insbesondere die Abgrenzung zwischen der Fortschreibung der Ausführungsplanung im Sinne von LP 5 lit. e und der nachträglichen Beseitigung von Fehlern, die der Objektüberwacher entdeckt hat. Eigene Fortschreibungs- oder Anpassungsleistungen hat der Objektüberwacher nicht zu erbringen [Vgl. FAHRENBRUCH, 34 HOAI Rn. 348]. In diesen Fällen ist in Abstimmung mit dem Auftraggeber eine Nachbesserung der Ausführungsplanung durch den Planer oder im Wege der Ersatzvornahme durch einen Dritten vorzunehmen.

Erbringt der Auftraggeber Eigenleistungen im Rahmen der Ausführung, befreit dies den Architekten oder Ingenieur nicht von seiner Überwachungspflicht. Eigenleistung ist mithin nicht mit Eigenverantwortung gleichzusetzen. Der Überwacher hat den Bauherrn in die einzelnen Arbeitsschritte einzuweisen, die Art und Weise der Ausführung zu kontrollieren und auf nötige Korrekturen hinzuweisen. Zu welchen Arbeitszeiten der Bauherr die Eigenleistungen vornimmt, ist dabei grundsätzlich unbeachtlich [FAHRENBRUCH, 34 HOAI, Rn. 356]. Einen mit Eigenleistungen vorporschenden Bauherrn, der ohne Abstimmung tätig wird, kann allerdings ein eigenes Mitverschulden treffen.

Die Grenze der Prüfungspflicht des Überwachers ist bei Aspekten erreicht, hinsichtlich derer von einem durchschnittlichen Architekten oder Ingenieur vernünftigerweise keine eigene Expertise zu erwarten ist. Sofern der Überwacher die Hinzuziehung eines Sonderfachmanns für geboten hält, kann er die eigene Kontrolle jedoch nicht einfach aussetzen, sondern hat den Bauherrn selbstverständlich rechtzeitig und in geeigneter Weise dazu aufzufordern, tatsächlich einen Sonderfachmann hinzuzuziehen [FAHRENBRUCH 34, 355].

Eine Abgrenzung von Verantwortungsbereichen ist schließlich dort notwendig, wo im Zuge der Ausführung auf Fertigteile zurückgegriffen wird. Für die Sachbeschaffenheit von Fertigteilen ist in erster Linie der jeweilige Hersteller verantwortlich. Ihn trifft die (im Regelfall kaufrechtliche) Gewährleistungspflicht. Bei Massen- und Standardprodukten hat der Überwacher die Herstellung der konkreten Einzelteile daher nicht zu kontrollieren (z. B. bei Filigrandecken) [FAHRENBRUCH, 34 HOAI, Rn. 364].

d) Maßnahmen und Steuerungsinstrumente des Überwachers

Um die geschuldete Überwachungsleistung zutreffend bestimmen zu können, sind neben den inhaltlich zu überwachenden Bauabschnitten vor allem die Maßnahmen und Steuerungsinstrumente in den Blick zu nehmen, mit denen der überwachende Architekt oder Ingenieur überhaupt auf das Baugeschehen Einfluss nehmen kann [hierzu kritisch DRESSEL BauR 2019, 398]. Die Arbeitsteilung am Bau beziehungsweise die Aufteilung von Verantwortungsbereichen zwischen dem Bauherrn als Auftraggeber, dem Überwacher sowie den ausführenden Unternehmern birgt dabei besondere Komplikationen. Mangels eines Vertragsverhältnisses zwischen dem Überwacher und dem ausführenden Unternehmer kommt eine unmittelbare Einflussnahme in diesem Verhältnis nicht in Frage. Die Einwirkungsmöglichkeiten des Überwachers ergeben sich nur mittelbar, nämlich über die Vertragsbeziehung zwischen dem Bauherrn und dem ausführenden Unternehmer [DRESSEL, BauR 2019, 403]. Praktisch bedarf es deswegen zur effektiven Überwachung einer weitreichenden Bevollmächtigung des Architekten oder Ingenieurs durch den Bauherrn. Die Vollmacht des Überwachers bedeutet zugleich allerdings einen Kontrollverlust auf Seiten des Bauherrn, weshalb die Beteiligten diesem Aspekt in der Praxis oft mit großer Zurückhaltung begegnen und im Endeffekt häufig erhebliche Rechtsunsicherheiten hinsichtlich der Verantwortungsbereiche in Kauf nehmen [DRESSEL, BauR 2019, 403].

Die Diskussion über die Eingriffsmöglichkeiten des Überwachers beschränkt sich allerdings nicht auf das Verhältnis zwischen dem Bauherrn und seinem Architekten oder Ingenieur. Sofern der Überwacher im Namen des Bauherrn steuernd eingreift, kommt

es vielmehr darauf an, welche Eingriffsrechte dem Bauherrn selbst überhaupt zu stehen. Zentral ist dabei die Frage, ob zwischen dem ausführenden Unternehmer und dem Bauherrn ein BGB- oder ein VOB/B-Vertrag vorliegt und welche Modifikationen gegebenenfalls im Einzelnen vorgenommen wurden.

Liegt ein BGB-Vertrag vor, ist die strenge Trennung des Erfüllungs- und des Gewährleistungsbereichs zu berücksichtigen. Die Geltendmachung von Gewährleistungsrechten setzt die Abnahme des Werkes voraus. Vor der Abnahme kann der Besteller zwar seinen vertraglichen Erfüllungsanspruch geltend machen, Gewährleistungsrechte und eine entsprechende Ersatzungsbefugnis stehen dem Bauherrn allerdings erst nach der Abnahme zu [BGH, Urt. v. 19.01.2017 – VII ZR 301/13 – BauR 2017, 875]. Mithin kann der Überwacher in diesen Fällen weder bei drohenden Mängeln noch bei bereits verwirklichten Mängeln im Namen des Bauherrn einschreiten, solange noch keine Abnahme eingetreten ist oder sich das Vertragsverhältnis generell in ein Abrechnungsverhältnis umgewandelt hat.

In Folge der Reform des Werkvertragsrechts zum 1. Januar 2018 steht dem Auftraggeber auch im BGB-Vertrag ein eigenes Anordnungsrecht gegenüber dem Unternehmer zu. Dieses in § 650b Abs. 1 BGB geregelte Instrument erweckt dem Wortlaut nach den Eindruck, der Bauherr könne schon vor Abnahme der Entstehung von Baumängeln entgegenwirken beziehungsweise die Behebung bereits erkannter Baumängel anordnen [in diesem Sinne Langen, BauR 2019, 303, 315]. Immerhin soll der Besteller nach § 650b Abs. 1 S. 1 Nr. 2 BGB Änderungen anordnen können, „die zur Erreichung des vereinbarten Werkerfolgs notwendig“ sind. Erkannten Fehlern in der Ausführungsplanung kann der Besteller auf diese Weise durch Anordnung gegenüber dem Bauunternehmer entgegenwirken. Hier ist im Sinne des § 650b BGB eine Änderung der geschuldeten Leistung notwendig, um den funktional geschuldeten Werkerfolg zu erreichen. Anders sieht es aus, sofern der ausführende Unternehmer bereits Mängel verursacht hat oder schlicht nachlässig arbeitet. Ob ein sogenanntes destruktives Anordnungsrecht, mit dem der Bauherr den Unternehmer ohne eine Änderung des Leistungssolls zur ordnungsgemäßen Leistungserbringung anhalten kann, tatsächlich besteht, [so LANGEN, BauR 2019, 303, 315] erscheint fraglich. Die Dispositionsfreiheit des Auftragnehmers über das „Wie“ der Leistungserbringung sollte durch die Einführung des Anordnungsrechts nicht tangiert werden [DRESSEL, BauR 2019, 405]. Die Anordnung der Einhaltung vereinbarter Standards käme außerdem einer wirkungslosen Erinnerung an ohnehin bestehende Verpflichtungen gleich. Die Anordnung eines Baustopps ist für den Bauherrn nur in gravierenden Fällen, die zugleich eine Kündigung aus wichtigem Grund (§ 648a BGB) rechtfertigen, ein probates Mittel. Andernfalls navigiert sich der Bauherr mit einer solchen Anordnung in eine Sackgasse. Im Ergebnis ist die Anordnung einer Mängelbeseitigung daher abzulehnen [i.E. auch DRESSEL, BauR 2019, 405].

Liegt zwischen Bauherrn und ausführendem Unternehmer lediglich ein BGB-Vertrag vor, bestehen mithin kaum rechtliche Einflussnahmemöglichkeiten, derer sich mittelbar der überwachende Architekt oder Ingenieur bedienen könnte. Damit ist der Überwacher allerdings nicht machtlos. Immerhin kann er in praktischer Hinsicht, durch Einweisungen, Kontrollen und Hinweise aktiv darauf hinwirken, dass der Unternehmer ordnungsgemäß leistet.

Weitreichendere Einflussmöglichkeiten bestehen im Falle von VOB/B-Verträgen. In § 4 VOB/B sind konkrete Kontroll- und Einflussnahmerechte geregelt. Zu diesen zählt das allgemeine Zutritts- und Betretungsrecht (§ 4 Abs. 1 Nr. 2 S. 1 VOB/B) sowie das Recht zur Einsichtnahme in Ausführungsunterlagen, Werkzeichnungen und die Ergebnisse von Güteprüfungen (§ 4 Abs. 1 Nr. 2 S. 2 VOB/B). Ungeeignete Baustoffe kann der Auftraggeber von der Baustelle entfernen lassen (§ 4 Abs. 6 VOB/B). Zur vertragsmäßigen Ausführung der Leistung steht dem Bauherrn hier mit § 4 Abs. 1 Nr. 3 VOB/B zwar ein Anordnungsrecht zu. Die Dispositionsfreiheit des Unternehmers ist hier (unter Verweis auf § 4 Abs. 2 VOB/B) aber ebenfalls zu wahren. Ein Mängelverhinderungsrecht steht dem Bauherrn daher selbst bei VOB/B-Verträgen nicht zu. Allerdings kann der Auftraggeber bei bereits während der Ausführung erkannten Mängeln gemäß § 4 Abs. 7 S. 1 VOB/B schon noch vor der Abnahme der Leistung die Ausbesserung verlangen. Im Ergebnis ergeben sich aus der VOB/B mithin durchaus deutlich weitreichender Möglichkeiten der Einflussnahme, die der überwachende Architekt oder Ingenieur im Wege der Bevollmächtigung für den Bauherrn ausüben kann. Die Dispositionsfreiheit des ausführenden Unternehmers setzt die Einflussnahme in rechtlicher Hinsicht aber auch hier enge Grenzen.

Zu seiner Entlastung ist der Überwacher mithin umso mehr darauf angewiesen, sämtliche sonstigen Einwirkungsanäle intensiv auszunutzen. Unterlagen und Nachweise einzuverlangen, Baubesprechungen durchzuführen und zu protokollieren, Einweisungen vorzunehmen und Leistungsfeststellungen durchzuführen.

3 Konsequenzen bei Nichtbeachtung der Prüf- und Hinweis-pflichten

Im Falle der Nichtbeachtung von Prüf- und Hinweispflichten gelten im Ausgangspunkt durch den Verweis in § 650q Abs. 1 BGB dieselben Rechtsfolgen, wie bei Leistungsdefiziten des ausführenden Unternehmers. Da die Überwachungsleistung des Architekten oder Ingenieurs abnahmefähig ist und somit auch tatsächlich der der Abnahme bedarf, ist hier ebenfalls zwischen den Folgen im Zuge des Erfüllungsstadiums sowie während des Gewährleistungsstadiums zu unterscheiden.

Kommt der Überwacher seinen Pflichten schon während der laufenden Bauausführungen erkennbar nicht nach, kann der Auftraggeber ihn durch Geltendmachung seines Primäranspruchs (§§650p Abs. 1, 650q Abs. 1, 631 Abs. 1 BGB) zur Erbringung der Leistung anhalten. Verweigert der Unternehmer die Leistung ernsthaft und endgültig, oder verzögert er die Leistungserbringung in ganz beträchtlicher Weise, sodass eine weitere Fristsetzung unzumutbar ist, kann der Auftraggeber das Vertragsverhältnis außerdem aus wichtigem Grund kündigen (§ 648a BGB). In diesem Fall ist der Überwacher nur berechtigt, den Teil der vereinbarten Vergütung zu verlangen, der auf den bis zur Kündigung erbrachten Teil der Leistung entfällt (§ 648a Abs. 5 BGB). Darüber hinaus kann der Auftragsgeber Schadenersatzansprüche geltend machen (§ 648a Abs. 6 BGB).

Stellt sich die Leistung des Unternehmers erst im Nachhinein als mangelhaft heraus, etwa weil nach Abschluss der Arbeiten Baumängel auftreten, die sich auf einen Überwachungsfehler zurückführen lassen, ist der Überwacher ähnlich dem ausführenden Unternehmer nach §§ 650q Abs. 1, 633, 634 BGB zur Gewährleistung verpflichtet.

Dem Grunde nach kann der Auftraggeber den Überwacher mithin auf Nacherfüllung, Ersatzvornahme, Minderung und Schadenersatz in Anspruch nehmen, oder vom Vertrag zurücktreten. Die besondere Natur des vom Überwacher geschuldeten Werkerfolges bringt es allerdings mit sich, dass er nicht in gleichem Maße zur Korrektur bereits eingetretener Mängel in der Lage ist, wie dies bei dem ausführenden Unternehmer der Fall ist. Ist ein Bauwerksmangel erst einmal eingetreten, lässt sich dieser durch die Wiederholung der Überwachungsleistung nicht rückgängig machen. Wird der Überwacher im Zuge von Ausbesserungsarbeiten erneut tätig, indem er auch diese Arbeiten durch Einweisungen und Prüfungen überwacht, bewirkt dies keine Nachbesserung des ursprünglichen mangelhaften Überwachungswerks. Fehler des Überwachungswerkes sind also unumkehrbar. Nach Eintritt eines Überwachungsfehlers beschränken sich die Rechte des Bauherrn mithin auf den Rücktritt vom Vertrag, die Minderung der Vergütung sowie das Schadenersatzverlangen [Vgl. BGH, Urt. v. 09.04.1981 – VII ZR 263/79 – BauR 1981, 395; vgl. BGH, Urt. v. 11.10.2007 – VII ZR 65/06 – ZfBR 2008, 160]. Der Höhe nach vertritt der Bundesgerichtshof dabei, wie auch im Falle des ausführenden Unternehmers, einen Ausschluss für sogenannte fiktive Mängelbeseitigungskosten [BGH, Urt. v. 22.02.2018 – VII ZR 46/17 – BauR 2018, 815; BGH, Beschluss vom 8.10.2020 – VII ARZ 1/20 – NJW 2021, 53].

Wie die Entstehung des Bauwerks im positiven Sinne nicht allein der Leistung des Bauunternehmers oder des Architekten zu verdanken ist, so trifft auch die Verantwortung für Bauwerksmängel regelmäßig nicht einen Baubeteiligten allein. Stellt sich heraus, dass der Architekt oder Ingenieur kein mangelfreies Überwachungswerk erbracht hat und hierdurch ein Bauwerksmangel eingetreten ist, kommt regelmäßig ein gesamtschuldnerischer Ausgleich gegenüber anderen Baubeteiligten in Betracht. Eine Mitverantwortung kann dabei sowohl auf Seiten des planenden Architekten als auch beim ausführenden Unternehmer vorliegen; ebenso beim Bauherrn, der Eigenleistungen erbracht hat.

Ist im Falle einer nur teilweisen Beauftragung ein Fehler am Bauwerk sowohl auf eine mangelhafte Leistung des planenden als auch des überwachenden Architekten oder Ingenieurs zurückzuführen, besteht zwischen beiden ein Gesamtschuldverhältnis (§ 421 BGB). Dass der Überwacher notwendigerweise auf die Vorleistung des Planers aufbaut, ist dabei folgendermaßen zu berücksichtigen. Wie gegenüber dem ausführenden Unternehmer trifft den Bauherrn auch gegenüber dem überwachenden Planer die Obliegenheit, gewissermaßen als Arbeitsgrundlage eine taugliche Planung zur Verfügung zu stellen. Gelingt ihm das nicht und sind die bereitgestellten Pläne fehlerhaft, muss der Bauherr sich dies gegenüber dem ausführenden Unternehmer sowie dem überwachenden Architekten oder Ingenieur als Mitverschuldensquote anrechnen lassen [BGH, Urt. v. 27.11.2008 – VII ZR 206/06 – NZBau 2009, 185 – Glasfassadenurteil]. Der Überwacher haftet dem Bauherrn im Falle einer Verursachungsbeteiligung des ausführenden Unternehmers mithin stets in beschränktem Umfang. Nimmt der Bauherr hingegen den Planer in Anspruch, haftet dieser gegenüber dem Bauherrn in voller Höhe des Schadens. Der Planer kann im Verhältnis zum Bauherrn nicht auf das anspruchsgrundende Mitverschulden des Überwachers verweisen. Allerdings kann der Planer im Wege des Gesamtschuldnerausgleichs (§ 426 Abs. 1 S. 1 BGB) beim Überwacher Regress nehmen – jedoch nur in Höhe seines Verursachungsbeitrags.

Vergleichbares gilt, sofern Verursachungsbeiträge des Überwachers und des ausführenden Unternehmers vorliegen. Gegenüber dem Bauherrn trifft hier sowohl den ausführenden Unternehmer als auch den Überwacher eine eigenständige Verantwortung.

Keiner von beiden kann gegenüber dem Bauherrn das Mitverschulden des jeweils anderen in Abzug bringen. Weder ist der Bauunternehmer Erfüllungsgehilfe des Bauherrn gegenüber dem Überwacher, noch umgekehrt. Folglich kann der Bauherr sowohl den Bauunternehmer als auch den Überwacher „nach seinem Belieben“ in voller Höhe oder zum Teil in Anspruch nehmen (§ 421 S. 1 BGB). Erst in einem Zweitprozess kann der in Anspruch genommene Gesamtschuldner den jeweils anderen in Höhe von dessen Verursachungsbeitrag in Regress nehmen. Genaue Haftungsquoten sind dabei Sache des Einzelfalls. Ist der Mangel des Bauwerks auf einen Ausführungsfehler zurückzuführen, den der Überwacher im Zuge seiner Tätigkeit bloß nicht erkannt hat, trifft den Bauunternehmer aber grundsätzlich die überwiegende Haftung [BGH, Urt. v. 16.02.1971 – VI ZR 125/69 – NJW 1971, 752]. Den ausführenden Unternehmer kann sogar eine alleinige Haftung treffen, wenn er einen Planungsfehler tatsächlich erkannt hat, die Planung aber dennoch unverändert umsetzt [BGH, Urt. v. 11.10.1990 – VII ZR 228/89 – NJW-RR 1991, 276].

Ist allen an der Durchführung des Bauvorhabens Beteiligten (Bauunternehmer, Planer und Überwacher) ein Vorwurf zu machen, kann selbstverständlich auch insgesamt eine Haftungsverteilung vorzunehmen sein. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich der Bauherr sowohl gegenüber dem Überwacher als auch gegenüber dem Bauunternehmer das Mitverschulden des Planers anrechnen lassen muss, sodass hier nur eine anteilige Inanspruchnahme in Frage kommt.

Ein Mitverschulden des ausführenden Unternehmers kann der überwachende Architekt oder Ingenieur dem Bauherrn allerdings nicht entgegenhalten. Immerhin erfüllt der Unternehmer keine dem Bauherrn gegenüber dem Architekten treffende Verpflichtung. Demgegenüber beweckt der Bauherr mit der Beauftragung des Überwachers gerade die Gewährleistung einer mangelfreien Ausführungsleistung. Die Anrechnung des Mitverschuldens wäre insofern also widersprüchlich.

Was die Verjährung von Ansprüchen aus der Überwachungstätigkeit angeht, kommt es erneut auf den genauen Umfang sowie den Gegenstand der Beauftragung an. Bezieht sich die Überwachungstätigkeit auf die Herstellung, Wartung oder Veränderung eines körperlichen Gegenstandes (Sache), beträgt die Verjährungsfrist nach § 634a Abs. 1 Nr. 1 BGB zwei Jahre. Bezieht sie sich auf ein Bauwerk, beträgt die Frist fünf Jahre – § 634a Abs. 1 Nr. 2 BGB. Allerdings beginnt die Verjährung gem. § 634a Abs. 2 BGB stets erst mit der Abnahme des Werkes – also des Überwachungswerkes und nicht der Ausführungsleistung. Fehlt eine ausdrückliche Abnahme, was leider in der Praxis noch immer der Regelfall ist, kommt zwar eine konkludente oder fiktive Abnahme in Betracht, es bestehen aber erhebliche Rechtsunsicherheiten hinsichtlich der Gewährleistungsfrist. Hat sich der Architekt nicht nur zur Überwachung, sondern auch zur Betreuung des Bauobjekts nach Abschluss der Ausführungsleistungen und bis zum Ablauf der Gewährleistungsfrist für die eigentliche Bauleistung verpflichtet, beginnt die Verjährung folglich grundsätzlich nicht vor diesem Zeitpunkt. Etwas anderes gilt nur, sofern die Überwachungsleistung vorab im Wege einer Teilabnahme gesondert gebilligt wurde. Diesbezüglich stärkte der Gesetzgeber zum 1. Januar 2018 mit Einführung eines gesonderten Teilabnahmeanspruchs in § 650s BGB die Position des Architekten oder Ingenieurs.

Kommt es in Folge von Verstößen gegen die Überwachungspflichten zu Sach- oder gar Personenschäden, drohen dem Architekten oder Ingenieur neben der zivilrechtlichen Haftung in Ausnahmefällen sogar strafrechtliche Konsequenzen. Hier kommen insbesondere die Baugefährdung (§ 319 StGB) sowie Straftaten gegen das Leben (§§ 211 ff. StGB) sowie gegen die körperliche Unversehrtheit (§§ 223 StGB) in Betracht [LG Köln, Urt. v. 12.10.2018 – 110 KLS 9/17 – Stadtarchiv Köln]. Nicht zu vernachlässigen ist zudem die Haftung nach dem Umweltschutzrecht, das neben Bußgeldvorschriften mit den §§ 324 ff. StGB auch Straftatbestände umfasst.

4 Grundlagen der Haftung von prüfenden Sachverständigen

Die Betätigung als prüfender Sachverständiger hat sich bei vielen Architekten und Ingenieuren als lukratives Betätigungsfeld etabliert. Nachdem hier üblicherweise das Kind sprichwörtlich bereits in den Brunnen gefallen ist, hält sich das Haftungsrisiko des Sachverständigen vermeintlich in Grenzen. Welche Risiken tatsächlich bestehen und wie eine Haftungsmilderung möglich ist, soll die folgende Darstellung veranschaulichen. Im Wesentlichen ist dabei zwischen dem privat beauftragten und dem gerichtlich bestellten Sachverständigen zu unterscheiden.

a) Privat beauftragter Sachverständiger

Hat der privat beauftragte Sachverständige die Mängel eines Bauwerks oder einer Sache „aufzuarbeiten“ und hierzu ein Gutachten anzufertigen, geschieht dies ebenfalls im Rahmen eines Werkvertrages. Das regelmäßig in Text und Bild, gegebenenfalls aber auch auf andere Weise verkörperte Gutachten stellt dabei den im werkvertraglichen Sinne funktional gegenüber der vorangehenden Tätigkeit abtrennbarer Erfolg dar. Seinem Auftraggeber haftet der Sachverständige für dieses Werk grundsätzlich in gleicher Weise, wie jeder andere Werkunternehmer nach den §§ 633 ff. BGB.

Der Haftungsumfang unterscheidet sich dabei im Wesentlichen danach, ob der Sachverständige lediglich den Ist-Zustand feststellen und die Ursachen etwaiger Mängel ermitteln soll oder ob er darüber hinaus eine Sanierungsplanung vorzulegen hat. Nachdem die Haftung für die Sanierungsplanung im Wesentlichen der des planenden Architekten oder Ingenieurs (LP 1–5) entspricht, soll der Schwerpunkt hier auf der Haftung für die Schadensbegutachtung liegen.

Das zentrale Beschaffenheitsmerkmal für die Verwendungstauglichkeit eines Gutachtens im Sinne von § 633 Abs. 1, 2 BGB ist dessen objektive Richtigkeit. Das Gutachten muss also die tatsächlichen Umstände zutreffend wiedergeben. Verwendete Geräte und angewandte Methoden müssen fehlerfrei sein und dem geltenden Standard der Technik entsprechen. Es bleibt nicht aus, dass hinsichtlich einzelner Aspekte ein Entscheidungs- oder Bewertungsspielraum besteht. Für die Richtigkeit des Gutachtens ist dies unschädlich, solange das „ob“ des Entscheidungsspielraums sowie die im Einzelnen zu gewichtenden Aspekte auf für den Verwender nachvollziehbare Art und Weise dargestellt werden.

Verlässt sich der Sachverständige im Rahmen seiner Tätigkeit auf bestimmte Anknüpfungstatsachen, sind diese nach Möglichkeit auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Nur wenn eine Prüfung nicht mit vertretbarem Aufwand möglich ist oder aber nach der Vereinbarung der Parteien nicht stattfinden sollte, kann der Sachverständige Anknüpfungstatsachen als gegeben hinnehmen. In jedem Fall muss das Gutachten aber Aufschluss darüber geben, auf welchen Hypothesen es beruht.

Die in tatsächlicher Hinsicht zu begutachtenden Fragen sind in der Praxis regelmäßig mit verschiedenen Rechtsfragen verwoben. Dies birgt ein besonders schwerwiegendes Haftungsrisiko. Dass die Erbringung von Rechtsdienstleistungen, also die Prüfung rechtlicher Fragen im Einzelfall, nach dem Rechtsdienstleistungsgesetz bestimmten Personen vorbehalten ist und bei unberechtigter Erbringung von Rechtsdienstleistungen Bußgelder und weitere Ordnungsmaßnahmen drohen, zählt dabei noch zum geringeren Übel. Bedeutsamer ist für den Praktiker die zivilrechtliche Komponente, also die Haftung gegenüber dem Auftraggeber. Äußert sich der Sachverständige zu Rechtsfragen, müssen diese Aussagen ebenfalls zutreffend sein. Für falsche Auskünfte haftet der Sachverständige gem. §§ 633, 634 Nr. 4 BGB auf Schadensersatz. Soweit die Beantwortung von Rechtsfragen nicht zum originären Tätigkeitsbereich des Sachverständigen gehört, besteht in diesen Fällen allerdings keine Deckung durch die Berufshaftpflichtversicherung: Die Haftung trifft den Handelnden dementsprechend besonders hart.

Was den Maßstab der Haftung anbelangt, gelten gegenüber dem allgemeinen Werkvertragsrecht keine Besonderheiten. Der Sachverständige haftet gem. § 634 Nr. 4 BGB auf Schadensersatz, soweit er den bei seinem Auftraggeber eingetretenen Vermögensnachteil zu vertreten hat. Dabei hat der Sachverständige nach § 276 Abs. 1 S. 1 BGB Vorsatz und Fahrlässigkeit zu vertreten, sofern eine strengere oder mildere Haftung dem Schuldverhältnis nicht zu entnehmen ist. Der Sachverständige haftet folglich, sobald er die im Verkehr übliche Sorgfalt außer Acht gelassen hat. Letzteres wird dabei wohlgerichtet nach § 280 Abs. 1 S. 2 BGB grundsätzlich vermutet und ist vom Sachverständigen zu widerlegen.

Was Haftungsbeschränkungen betrifft, ist einleitend an das vom Sachverständigen versprochene Werk zu erinnern. Der Sachverständige schuldet ein objektiv richtiges Gutachten. Die Anforderungen an die Tätigkeit des Sachverständigen lassen sich mithin in qualitativer Hinsicht weder steigern noch abschwächen. Ein fast richtiges oder besonders richtiges Gutachten gibt es nicht. Dementsprechend sind auch Haftungsbeschränkungen sowohl in allgemeinen Geschäftsbedingungen als auch in Individualvereinbarungen kaum möglich. Um das Risiko des Sachverständigen zu beschränken kommen allenfalls quantitative Beschränkungen in Frage. Der Sachverständige muss dazu – wohlgerichtet bei Vertragsschluss – den Gegenstand des Gutachtens nach Möglichkeit eng eingrenzen. Die Sachverhaltsanalyse muss sich auf konkrete Aspekte fokussieren und klar zum Ausdruck bringen, welche Umstände nicht untersucht werden sollen und unter welchen Hypothesen die Beurteilung vorgenommen wird. Allerdings sind auch in quantitativer Hinsicht die Möglichkeiten der Haftungsbeschränkung nicht grenzenlos. Als Werkunternehmer schuldet der Sachverständige einen funktionalen Leistungserfolg. Er verspricht also eine bestimmte Verwendungstauglichkeit. Ist das Gutachten im Ergebnis auf Grund der weitgehenden Einschränkung des Untersuchungsgegenstandes nicht geeignet, den vom Auftraggeber begehrten Nachweis zu führen, also den versprochenen Zweck zu erfüllen, ist das Gutachten ebenfalls mangelhaft.

Die Haftung des Sachverständigen beschränkt sich zudem nicht zwangsläufig auf das Verhältnis gegenüber dem Auftraggeber. Im Sinne einer Haftungserweiterung kann sich die Verantwortung des Sachverständigen auch auf Dritte erstrecken. Dies ist zum einen der Fall, wenn die Vereinbarung zwischen dem Sachverständigen und dem Auftraggeber Schutzwirkung zu Gunsten Dritter entfaltet. Der Dritte muss dabei zunächst bestimmungsgemäß mit der Leistung des Sachverständigen in Berührung kommen, also gleichermaßen wie der Auftraggeber auf die Richtigkeit des Gutachtens vertrauen (Leistungsnähe). Auf Seiten des Auftraggebers muss zudem ein Interesse an der Einbeziehung des Dritten vorliegen, was insbesondere der Fall ist, wenn den Auftraggeber gegenüber dem Dritten selbst eine Verantwortung trifft (Gläubigernähe). Die Interessen des Dritten und des Auftraggebers müssen dabei nicht unbedingt gleichgelagert sein. Die Betroffenheit des Dritten sowie das Interesse des Auftraggebers muss für den Sachverständigen allerdings objektiv erkennbar gewesen sein (Erkennbarkeit). Dies ist gegeben, wenn der Sachverständige damit rechnen musste, dass Dritte auf die Richtigkeit seines Gutachtens vertrauen, ohne dass ihm die Person des Dritten konkret bekannt sein muss. Schlussendlich muss der Dritte schutzbedürftig sein, was zu verneinen ist, wenn der Dritte gegenüber dem Sachverständigen eigenständig vertragliche Ansprüche geltend machen kann [Vgl. im Detail BGH, Urt. v. 26.06.2011 – X ZR 231/99 – NJW 2001, 3115; BGH, Urt. v. 17.09.2002 – X ZR 237/01 – NJW 2002, 3625; PREUß, in: DAUNER-LIEB/LANGEN, BGB-Schuldrecht, 4. Aufl. 2021, Vorb. zu §§ 328 ff. Rn. 8 ff.].

Neben dieser Haftungserweiterung kommt zu Gunsten Dritter außerdem eine Haftungsverlagerung im Rahmen der sogenannten Drittenschadensliquidation in Betracht. Haftet der Sachverständige dem Grunde nach gegenüber dem Auftraggeber auf Schadenersatz, weil eine vertragliche Pflichtverletzung vorliegt, kann es vorkommen, dass der Auftraggeber den Sachverständigen dennoch nicht auf Schadenersatz in Anspruch nehmen kann. Der Grund hierfür liegt gelegentlich in einer zwischenzeitlich eingetretenen Verlagerung des Schadens, etwa im Falle der Veräußerung des Streitgegenstandes. Entsteht auf Grund dieses Übergangs trotz der Pflichtverletzung beim Auftraggeber kein Schaden, aber dafür ein Vermögensnachteil bei einem Dritten, der seinerseits keine eigenen vertraglichen Ansprüche gegen den Sachverständigen hat, kann der Dritte den Auftraggeber auf Abtretung seiner dem Grunde nach bestehenden Ansprüche gegen den Sachverständigen in Anspruch nehmen und diese abgetretenen Ansprüche sodann gegenüber dem Sachverständigen geltend machen. Dies setzt jedoch voraus, dass die Verlagerung des Schadens vom Auftraggeber auf den Dritten aus Sicht des Sachverständigen zufällig erscheint und diesen deswegen ungerechtfertigterweise entlastet. Die Rechtsprechung hat hierzu Fallgruppen gebildet. Eine Haftungsverlagerung kommt insbesondere im Falle der mittelbaren Stellvertretung sowie der obligatorischen Gefahrenentlastung in Betracht – also etwa bei dem gesetzlichen Gefahrenübergang im Falle der Übergabe oder Abnahme des zu begutachtenden Gegenstandes [Vgl. im Detail BGH, Urt. v. 14.01.2016 – VII ZR 271/14 – NJW 2016, 1089; SCHIEMANN, in: STAUDINGER, BGB, NB 2017, Vor § 249 ff. Rn. 62 ff.].

Gegenüber Außenstehenden, also Dritten die keines der vorgenannten Kriterien erfüllen, haftet der Sachverständige nach den allgemeinen Regelungen des Deliktsrechts. Haftungsbegründend ist insofern nach § 823 Abs. 1 die vorsätzliche oder fahrlässige sowie widerrechtliche Verletzung des Lebens, des Körpers, der Gesundheit, der Freiheit, des Eigentums oder eines sonstigen Rechts eines Dritten. Reine Vermögensschäden, also solche die nicht auf einer vorherigen Rechtsgutsverletzung beruhen und

zu denen insbesondere die fehlerhafte Herstellung einer Sache zählt (Errichtung eines mangelhaften Bauwerks), sind nach § 823 Abs. 1 BGB jedoch nicht ersatzfähig. Dementsprechend spielt die deliktische Haftung bei privaten Sachverständigen keine bedeutende Rolle in der Praxis [VOLZE, DS 2004, 48, 51]. Deliktisch haftet der Sachverständige außerdem nach § 823 Abs. 2 BGB im Falle der Verletzung sogenannter Schutzgesetze, also von Vorschriften, die dem Schutz des geschädigten Gläubigers dienen. Als Schutzgesetz kommen insbesondere die Eidesdelikte der §§ 153 ff. StGB in Betracht [VOLZE, DS 2004, 48, 51].

Fügt der Sachverständige einem Dritten durch seine Tätigkeit oder das Unterlassen seiner Tätigkeit vorsätzlich einen Schaden zu und handelt er dabei in einer gegen die guten Sitten verstößenden Weise, haftet der Sachverständige dem Geschädigten auch für echte (d.h. unmittelbare) Vermögensschäden. Ein vorsätzliches Verhalten liegt dabei bereits vor, sofern der Sachverständige den Schadenseintritt billigend in Kauf nimmt (Eventualvorsatz). Sittenwidrig handelt der Sachverständige bereits, wenn er leichtfertig, also gemessen an seinen individuellen Fähigkeiten in grob fahrlässiger Art und Weise, ein Gutachten abgibt. Dies kann etwa bei Gefälligkeitsgutachten der Fall sein, bei dem anerkannte Regeln der Bewertung missachtet werden [vgl. BGH, Urt. v. 28.06.1966, VI ZR 287/64].

Anders als im vertraglichen Bereich, besteht bei der deliktischen Haftung zu Lasten des Sachverständigen keine Beweislastumkehr hinsichtlich des Verschuldens. Der Geschädigte hat das Verschulden des Sachverständigen folglich seinerseits darzulegen und zu beweisen. Dementsprechend spielen deliktische Anspruchsgrundlagen in der Praxis regelmäßig nur eine untergeordnete Rolle. Praxisrelevanz erlangt die deliktische Haftung aber in Altfällen, bei denen das vermeintlich schädigende Verhalten des Sachverständigen bereits viele Jahre zurückliegt. Denn die Verjährungsfrist für deliktische Schadenersatzansprüche deckt sich nicht mit den Fristen des § 634a BGB. Die dreijährige Verjährung von Schadenersatzansprüchen beginnt gem. § 199 Abs. 1 BGB erst mit dem Schluss des Jahres, in dem der Anspruch entstanden ist (z. B. bei nachträglichem Schadenseintritt) und nachdem der Gläubiger von den Anspruch begründenden Umständen sowie der Person des Schuldners Kenntnis erlangt hat oder hätte erlangen müssen. Es gelten jedoch Verjährungshöchstfristen von zehn Jahren nach Entstehung des Anspruchs sowie von dreißig Jahren nach der Begehung der schädigenden Handlung (§ 199 Abs. 2 BGB). Werden deliktische Ansprüche im Rahmen einer Vertragsbeziehung neben oder alternativ zu vertraglichen Ansprüchen geltend gemacht, wirkt sich die gegebenenfalls kürzere vertragliche Verjährungsfrist aber nicht auf den deliktischen Bereich aus [BGH, Urt. v. 13.04.1972 – VII ZR 4/71 – NJW 1972, 1195; a.A. MANSEL, NJW 2002, 89, 95].

b) Gerichtlich bestellter Sachverständiger

Der gerichtlich bestellte Sachverständige steht weder zu den Prozessparteien noch zu dem bestellenden Gericht oder der Staatsanwaltschaft in einem Vertragsverhältnis. Seine Bestellung erfolgt durch Hoheitsakt, weshalb vertragliche und quasi-vertragliche Ansprüche ausscheiden [Vgl. BGH, Urt. v. 20.05.2003 – VI ZR 312/02 – NJW 2003, 2825]. Gleichzeitig wird der gerichtliche Sachverständige, da er keine eigenständige Entscheidung trifft, sondern hierfür nur die Entscheidungsgrundlage vorbereitet, nicht hoheitlich tätig, weshalb auch eine Haftung aus Amtspflichtverletzung ausscheidet

[WAGNER, in: MünchKomm-BGB, 8. Aufl. 2020, § 839a Rn. 2; Huber, in: Dauner-Lieb/Langen, BGB – Schuldrecht, 4. Aufl. 2021, § 839a Rn. 4]. Grundsätzlich kommt folglich bei gerichtlichen Sachverständigen nur eine deliktische Haftung in Frage, was auf Grund der hiervor erwähnten Einschränkungen für den Gläubiger eine erhebliche Einschränkung bedeutet. Hierher röhrt die mitunter noch heute verbreitete Auffassung, der gerichtliche Sachverständige hafte lediglich im Falle seiner Vereidigung auf Grund der dann einschlägigen Schutzgesetze – vgl. §§ 823 Abs. 2 BGB, 154 StGB [HUBER, in: DAUNER-LIEB/LANGEN, BGB – Schuldrecht, 4. Aufl. 2021, § 839a Rn. 4].

Bereits im Jahr 2002 führte der Gesetzgeber jedoch mit § 839a BGB im Zuge der Schuldrechtsreform eine gesonderte Anspruchsgrundlage für die Haftung des gerichtlich bestellten Sachverständigen ein. Systematisch stellt diese Vorschrift eine abschließende Sonderregelung dar – weitere Haftungsgrundlagen scheiden folglich daneben aus [BGH, Urt. v. 10.10.2013 – III ZR 345/12 – NJW-RR 2014, 90].

Um den gerichtlichen Sachverständigen haftbar zu machen, muss der Anspruchsteller zunächst zum Kreis der Anspruchsberechtigten zählen. Als solche nennt § 839a Abs. 1 BGB sämtliche „Verfahrensbeteiligte“. Erfasst sind folglich beide Prozessparteien sowie Nebenintervenienten, Nebenkläger, Beigeladene und im Falle der Veräußerung der Streitsache der jeweilige Rechtsnachfolger. Lediglich bei Zeugen wird die Anwendbarkeit des § 839a BGB unter Verweis auf die eingeschränkten Einwirkungsmöglichkeiten auf den Prozess abgelehnt [HUBER, in: DAUNER-LIEB/LANGEN, BGB – Schuldrecht, 4. Aufl. 2021, § 839a BGB, Rn. 17; Kilian, ZGS 2004, 220, 226; DÖRR in BeckOGK, § 839a Rn. 62]. Andere bejahren angesichts des klaren Wortlauts auch bei Zeugen die Anwendbarkeit [MAYEN, in: Erman, § 839a BGB, Rn. 10]. Höchstrichterliche Rechtsprechung existiert bislang nicht – was die begrenzte Praxisrelevanz der Frage andeutet.

Des Weiteren setzt § 839a BGB eine Schadensentstehung durch eine gerichtliche Entscheidung voraus. Neben „klassischen“ zivilgerichtlichen Verfahren auf Grundlage der ZPO fallen hierunter die Verfahren der freiwilligen Gerichtsbarkeit, Zwangsversteigerungsverfahren, Insolvenzverfahren sowie Straf- und Ermittlungsverfahren [WAGNER, in: MünchKomm-BGB, 8. Aufl. 2020, § 839a BGB, Rn. 8]. Wird der Sachverständige im Rahmen eines Schiedsverfahrens nach den §§ 1025 ff. ZPO bestellt, scheidet eine Haftung nach § 839a BGB hingegen aus. Hier liegt zwischen den Parteien keine hoheitliche Beziehung vor, sondern ein vertragliches Verhältnis, sodass die Beteiligten die Haftung eigenständig regeln können [PALANDT/SPRAU, § 839a BGB, Rn. 1a].

Das vom gerichtlichen Sachverständigen eingereichte Gutachten muss ferner objektiv unrichtig sein. Dabei sind dieselben Kriterien anzuwenden, wie bereits zuvor für den privaten Sachverständigen erläutert. Beruht das Gutachten auf unrichtigen oder unvollständigen Tatsachen, widerspricht es allgemeinen Regeln der Technik oder wissenschaftlichen Erkenntnissen, verschleiert es etwaige Unsicherheiten oder ist es schlüssig in sich nicht schlüssig, ist das Gutachten fehlerhaft. Dabei ist allerdings streng zwischen den vom Gericht vorgegebenen Anknüpfungstatsachen und seitens des Sachverständigen ermittelten Umständen zu unterscheiden. Konnte der Sachverständige etwaige Defizite der Fragestellung nicht erkennen, scheidet eine Haftung mangels Verschulden aus [DÖRR, in BeckOGK, § 839a BGB, Rn. 31]. Auch die Befangenheit des Sachverständigen und damit die Verwertbarkeit seiner Arbeit ist nicht mit der

Fehlerhaftigkeit des Gutachtens gleichzusetzen und führt folglich nicht zur Haftung [OLG Hamm, Urt. v. 14.01.2014 – I-9 U 231/13 – BauR 2014, 1330].

Über den für eine Haftung des Sachverständigen geforderten Verschuldensmaßstab bewirkt § 839a BGB eine Haftungsbeschränkung zu Gunsten des gerichtlichen Sachverständigen. Dieser haftet nur, sofern ihm Vorsatz oder zumindest grobe Fahrlässigkeit vorzuwerfen ist. Hintergrund der Privilegierung ist, ähnlich wie im Falle des § 839 Abs. 2 S. 1 BGB, die vom gerichtlichen Sachverständigen übernommene Funktion innerhalb der Rechtspflege. Einerseits soll die Haftungsfreistellung nicht zu weit gehen, damit der Sachverständige weiterhin zu einer pflichtgemäßen und zutreffenden Begutachtung angehalten wird. Andererseits soll ein übermäßiges Haftungsrisiko die Entscheidungsfreiheit des Sachverständigen nicht beeinträchtigen [DÖRR, in: BeckOGK, 2021, § 839a BGB, Rn. 35]. Darüber hinaus soll die Haftungsprivilegierung verhindern, dass die Rechtsstreitigkeit zwischen den Parteien sich auf das Verhältnis zwischen einer Partei und dem Sachverständigen verlagert. Die Beschränkung soll also den Eintritt von Rechtsfrieden fördern und die Gerichte entlasten [KATZENMEIER, in: FS Horn, 2006, 67, 75].

Wenn § 839a Abs. 1 BGB ein grob fahrlässiges Handeln des Sachverständigen voraussetzt, bezieht sich diese besonders schwere Außerachtlassung der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt auf die Erstellung des Gutachtens als solche – nicht jedoch im Speziellen auf den Eintritt des Schadens [OLLMANN, FuR 2005, 150, 153]. Der Sachverständige handelt grob fahrlässig, sofern er nicht über notwendige technische Mittel verfügt oder ihm die erforderliche fachliche Expertise fehlt und er dennoch ein Gutachten erstattet. Zwangsläufig sind jedoch auch hier im Einzelnen Ermessensspielräume zu berücksichtigen, wenngleich sich insofern keine festen Grenzen ziehen lassen. Für die Erkennbarkeit von Defiziten des Gutachtens gilt sinngemäß die auch im Falle der Amtshaftung herangezogene Kollegialitäts-Richtlinie. Als Maßstab ist folglich auf andere, durchschnittlich qualifizierte Sachverständige abzustellen [HUBER, in: DAUNER-LIEB/LANGEN, BGB – Schuldrecht, 4. Aufl. 2021, § 839a BGB, Rn. 31a]. Methodische Fehler wiegen dabei schwerer als schlichte Messfehler oder einzelne Ungenauigkeiten [OLG Jena, Urt. v. 07.11.2012 – 2 U 135/12 – IBR 2013, 1157]. Ungeachtet der Schwere des Fehlers ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Sachverständige den Fehler auch subjektiv schulhaft herbeigeführt haben muss [BGH, Urt. v. 10.10.2013 – III ZR 345/12 – NJW- RR 2014, 90].

Darüber hinaus muss der eingetretene Schaden auf der in der Streitsache getroffenen, gerichtlichen Entscheidung „beruhen“. Dieses Kausalitätserfordernis ist erfüllt, sobald die Entscheidung des Gerichts zumindest auch auf das Gutachten gestützt wurde und dementsprechend eine Mitursächlichkeit vorliegt [WAGNER, in: MünchKomm-BGB, 8. Aufl. 2020, § 839a Rn. 27]. Werden Ansprüche ungeachtet des Gutachtens aus sonstigen materiellen Gründen abgelehnt, wie insbesondere im Falle der Verjährung, ist die Kausalität zu verneinen [JANNSEN, r+s 2015, 161, 166]. Angesichts des Stellenwerts gerichtlicher Gutachten, bedarf es für den Nachweis der Kausalität wohlgerne keiner expliziten Bezugnahme in den Entscheidungsgründen [HUBER, DAUNER-LIEB/LANGEN, 4. Aufl. 2021, § 839a BGB Rn. 35]. Insgesamt ist im Rahmen von § 839a BGB zu berücksichtigen, dass die geforderte Kausalität keine naturgesetzähnliche Verquickung voraussetzt. Angesichts der richterlichen Entscheidungsspielräume, welche die freie Beweiswürdigung im Sinne von § 286 Abs. 1 S. 1 ZPO mit sich bringt, erfordert § 839a BGB eher eine psychologische Kausalität. Gefordert wird daher zu

Recht lediglich die „überwiegende Wahrscheinlichkeit“ einer anderslautenden, den Geschädigten weniger belastenden Entscheidung [Huber, in: Dauner-Lieb/Langen, BGB – Schuldrecht, 4. Aufl. 2021, § 839a Rn. 35]. Konkret muss die zum Schaden führende Kausalität außerdem an eine „gerichtliche Entscheidung“ anknüpfen. Ergeht keine Entscheidung, weil von den Parteien ein gerichtlicher Vergleich geschlossen, die Klage zurückgenommen oder ein Rechtsmittel eingelegt wird, scheidet eine Haftung des Sachverständigen aus [OLG Nürnberg, Beschl. v. 07.03.2011 – 12 W 456/11 – NJW-RR 2011, 1216].

Als besondere Ausgestaltung des Kausalitätserfordernisses ist außerdem der Verweis in § 839a Abs. 2 BGB auf § 839 Abs. 3 BGB zu verstehen. Demnach tritt keine Ersatzpflicht ein, wenn vorsätzlich oder (leicht) fahrlässig unterlassen wurde, den Schaden durch „Rechtsmittel“ abzuwenden. Die Rechtsprechung haftet bei dieser auf Prozessökonomie ausgelegten Regelung nicht am Wortlaut der Vorschrift, sondern verlangt in ständiger Rechtsprechung gegebenenfalls auch die Einlegung sonstiger „Rechtsbehelfe“, die sich unmittelbar gegen das Gutachten als solches richten [BGH, Urt. v. 05.07.2007 – III ZR 240/06 – BauR 2007, 1608]. Erfasst sind folglich insbesondere die Ablehnung des Sachverständigen wegen Befangenheit (§ 406 Abs. 1 ZPO), die Befragung des Sachverständigen auf Antrag der Partei [OLG München, Urt. v. 25.07.2013 – 1 U 615/13 – NJW 2014, 704] oder die Beantragung eines Ergänzungsgutachtens [JANNSEN, r+s 2015, 161, 167]. Im Ergebnis müssen die Beteiligten folglich sämtliche erdenklichen Rechtsbehelfe ergreifen, mit denen sie innerprozessual gegen das Gutachten angehen können [OLG München, Urt. v. 25.07.2013 – 1 U 615/13 – NJW 2014, 704; kritisch hingegen HUBER, in: DAUNER-LIEB/LANGEN, BGB – Schuldrecht, 4. Aufl. 2021, § 839a BGB, Rn. 43].

Relativiert wird die Einschränkung wiederum über den mit Blick auf die Einlegung von Rechtsmitteln anzulegenden Vorsatz- bzw. Fahrlässigkeitsmaßstab. Der Partei ist hier die Sach- und Rechtskenntnis ihres Prozessbevollmächtigten zuzurechnen [OLG Celle, Urt. v. 10.11.2011 – 13 U 84/11 – DS 2012, 82, 85]. Nachdem wiederum weder von der Partei noch von ihrem Bevollmächtigten die Sachkenntnis eines Sachverständigen zu erwarten ist, setzt der Fahrlässigkeitsvorwurf deutliche Anhaltspunkte für das Vorliegen von Unstimmigkeiten voraus [RIXE, FPR 2012, 534, 539]. Überdies bringt das Fahrlässigkeitserfordernis durch das Merkmal der verkehrsbülichen Sorgfalt ein Zumutbarkeitskriterium mit sich, weshalb die Auslassung nicht erfolgsversprechender und insbesondere nicht durch eine Rechtsschutzversicherung gedeckter Rechtsbehelfe unschädlich ist [JurisPK/Zimmerling §839a Rn 25].

Während die Regelung der §§ 839a Abs. 2, 839 Abs. 3 BGB den gerichtlichen Sachverständigen entlastet, bedeutet die Bandbreite der in Erwägung zu ziehenden Rechtsmittel sowie der damit verbundene Fahrlässigkeitsmaßstab für den Prozessbevollmächtigten des Geschädigten ein nicht zu unterschätzendes Haftungsrisiko [RIXE, FPR 2012, 534, 539]. Dem Geschädigten öffnet der Gesetzgeber damit ein Hintertürchen, hinter dem abermals eine Berufshaftpflichtversicherung steht.

5 Zusammenfassung

Zusammenfassend bleibt es damit auch nach der Einführung des § 650p BGB dabei, dass die Konkretisierung der Prüf- und Hinweispflichten bei bauleitenden Architekten und Ingenieuren der Parteivereinbarung überlassen ist. Die unmittelbaren Einflussmöglichkeiten, die das Gesetz vorsieht, bleiben äußerst beschränkt. Dementsprechend ist es in der Praxis dringend geboten, vertraglich handhabbare Regelungen zu vereinbaren und einen detaillierten Katalog mit konkreten Überwachungsschritten aufzustellen. Geschieht dies nicht, begegnen die Parteien im Streitfall großen Rechtsunsicherheiten. Als Faustregel schuldet der Überwacher, dann zwar keine ständige Anwesenheit auf der Baustelle, jedoch eine anfängliche Einweisung, regelmäßige stichprobenartige Kontrollen und bei besonderer Veranlassung – insbesondere bei besonders fehlerträchtigen Bauabschnitten – eine engmaschige Überprüfung der laufenden Ausführungsarbeiten.

Als prüfender Sachverständiger haftet der Architekt oder Ingenieur grundsätzlich wie ein Werkunternehmer für die objektive Richtigkeit seines Gutachtens. Eine Haftung kommt dabei nicht nur gegenüber dem eigentlichen Vertragspartner, sondern auch gegenüber Dritten in Frage. Schützen kann sich der Sachverständige vor einer Inanspruchnahme durch Haftungsbeschränkungen kaum. Sinnvoll ist hingegen eine enge Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes. Eine spürbar abgemilderte Haftung trifft demgegenüber den gerichtlichen Sachverständigen, der eine Inanspruchnahme lediglich bei vorsätzlichen oder grob fahrlässigen Verfehlungen zu befürchten hat und im Übrigen nur dann in Anspruch genommen werden kann, wenn die gerichtliche Entscheidung, auf der die geltend gemachten Schäden beruhen müssen, nicht anderweitig abwendbar gewesen ist.

Quellen/Literatur

SOHN, PETER (2018): Architektenhaftung – Grundstrukturen in Haftpflicht und Deckung, Verlag Versicherungswirtschaft, Karlsruhe

**Stelzner, Martin**

Dr. iur.

- 2002–2007: Studium der Rechtswissenschaften an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster mit dem Schwerpunkt Informations-, Telekommunikations- und Medienrecht
- 2007–2009: Wissenschaftlicher Geschäftsführer der Forschungsstelle für Versicherungswesen, Universität Münster
- 2009: Wissenschaftlicher Mitarbeiter in einer internationalen Großkanzlei
- 2009–2011: Referendariat im Bezirk des Oberlandesgerichts Düsseldorf mit Stationen u.a. bei einer internationalen Großkanzlei
- 2007–2011: Promotion zum Versicherungs- und Medienrecht
- seit 2011: Rechtsanwalt
- seit 2012: bei Kapellmann
- seit 2018: Partner
- Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht
 - Lehrbeauftragter der Juristischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster für Privates Baurecht und Werkvertragsrecht
 - Referent an der Technischen Akademie Wuppertal zum Privaten Baurecht
 - Mitglied der ARGE Baurecht im Deutschen Anwaltverein, des Deutschen Baugerichtstags und des Instituts für Baurecht in Freiburg i.B. (IfBF)
 - u. a. Autor im juris Praxiskommentar zum Werkvertragsrecht
-

Sachverständiger für Schäden an Gebäuden – Macht die Zertifizierung den Unterschied?

Kathleen Pechstein

Das Betätigungsgebiet der Sachverständigen im Bereich Schäden an Gebäuden ist sehr umfassend und wird an vielen Stellen ungenau beschrieben. Das bedeutet, ein Auftraggeber hat oft keine konkrete Vorstellung davon, was er an Wissen und Fähigkeiten voraussetzen kann, wenn er einem Sachverständigen gegenübersteht. Dazu kommt, dass auch die Lehrprogramme gleichnamiger Weiterbildungsgänge verschiedener Fortbildungsanbieter für Abschlüsse zum Sachverständigen für Schäden an Gebäuden inhomogen sind. Somit ist eine echte Vergleichbarkeit gleichlautender Abschlüsse kaum möglich, wenn man eine aufwendige Recherche und intensiven Auseinandersetzung mit Inhalten, Methodik, Dozenten und Kompetenznachweisen, nicht betreiben will oder kann. Wird den Abschluss- oder Kursbezeichnungen der Begriff „zertifiziert“ vorangestellt oder angehangen, ist ein Blick hinter die Fassade jedoch unerlässlich.

Wie erreicht man eine Zertifizierung nach DIN EN ISO/IEC 17024?

Wird eine Weiterbildung abgeschlossen, gehört häufig ein Zertifikat zu den Abschlussdokumenten. Dies bedeutet, wenn auch immer wieder gern so beschrieben, jedoch nicht, im Sinne der oben genannten Norm zertifiziert zu sein. Um eine solche Personenzertifizierung zu erreichen, ist ein von der Weiterbildung unabhängiges und von einer entsprechenden neutralen Zertifizierungsstelle angebotenes Prüfungsverfahren als Kompetenznachweis zu absolvieren. Diesem liegt ein Zertifizierungsprogramm zugrunde, dass die Anforderungen an die persönliche Eignung, überdurchschnittliche Sachkunde und Berufserfahrung im Sachgebiet konkretisiert sowie Inhalt und Umfang der Kompetenznachweise und den Prüfungsvorgang an sich beschreibt – transparent, nachvollziehbar und gleichbleibend reproduzierbar.

Was muss ein Sachverständiger für eine Zertifizierung bei EIPOSCERT tun?

Der Sachverständige hat für die Zertifizierung im Bereich Schäden an Gebäuden drei Prüfungsteile zu absolvieren:

- eine schriftliche Prüfung (300 Minuten), in der zwei Gutachten zu vorgegebenen Bauschadenssachverhalten zu erstellen und zu analysieren sind sowie Einzelfragen zu beantworten sind;
- eine mündliche Prüfung (35 Minuten);
- die Prüfung von drei in der Berufspraxis des Sachverständigen erstellten Referenzprojekten.

Wenn alle drei Teilprüfungen erfolgreich bestanden wurden und auch die persönlichen Voraussetzungen erfüllt sind, wird die Zertifizierung ausgesprochen. Zulassungsvo-raussetzungen für die Aufnahme in ein Zertifizierungsverfahren im o. g. Programm sind ein abgeschlossener Hochschul- oder Fachhochschulabschluss in der Fachrich-tung Bauwesen oder Architektur bzw. eine sachgebietsbezogene abgeschlossene Be-rufsausbildung mit Zusatzqualifikation zum Techniker oder Meister, eine mind. zwei-jährige praktische Tätigkeit als Sachverständiger im Zertifizierungsbereich sowie einschlägige Fachfortbildungen, Lehrgänge oder Seminare im Zertifizierungsbereich (mind. 40 Unterrichtseinheiten).

EIPOSCERT bietet im Bereich Schäden an Gebäuden drei Zertifizierungsmöglichkei-ten an:

- Schäden an Gebäuden
- Abdichtung – neu!
- Trockenbaukonstruktionen – neu!

Die Zertifizierung gilt für fünf Jahre, wobei sich der zertifizierte Sachverständige in die-sem Zeitraum zu kontinuierlicher Weiterbildung und zur Begutachtung von ihm ver-fasster Referenzprojekte verpflichtet. Von der Zertifizierungsstelle wird dies regemäßig überprüft. Zum Ende dieser Überwachungsphase ist für die Rezertifizierung eine er-neute Prüfung abzulegen.

Spezialist vs. Generalist?

Was kann der Spezialist, was der Generalist nicht auch kann? Diese Frage stellt sich nicht nur in diese Richtung, sondern auch umgekehrt.

Der Generalist muss über ein ausgeprägtes Überblickswissen und besondere Sach-kunde über statische, physikalische oder chemische Ursachen- und Wirkzusammen-hänge innerhalb des gesamten Gebäudes bzw. seiner Errichtung verfügen. Der Sach-verständige für Schäden an Gebäuden ist ein solcher Generalist, der die einschländigen Normen und die anerkannten Regeln der Technik beherrscht und anwendet. Die ein-zelnen Baugewerke und Konstruktionen kennt er aus eigener beruflicher Praxis als Architekt, Bauingenieur oder Bauleiter, ist über die Zusammenhänge der Techniken durch seine Ausbildung informiert und mit den notwendigen Mess- und Prüfinstrumen-ten ausgestattet.

Besondere Sachkunde beinhaltet jedoch auch die Fähigkeit, den eigenen Kenntnis-stand gegen den eines Spezialsachverständigen abzugrenzen. Bei der Erfordernis spezieller Kenntnisse muss der Sachverständige einen solchen Spezialsachverständigen auswählen, die Aufgabenstellung präzisieren, seine Tätigkeit koordinieren und die Ergebnisse seiner Untersuchungen bewerten und in die eigenen Beurteilungen einarbeiten können. Geht es in die Tiefe von Teilgebieten bedarf es also eines Spezi-alisten. Der Spezialist besitzt eine umfassende Fachexpertise in einem speziellen Teil-gebiet. Er bietet eine tiefgründige, fachspezifische Ursachenanalyse, Beratung und Unterbreitung von Sanierungsvorschlägen, die die Expertise des Generalisten anre-ichert und ergänzt oder bei klar differenzierbaren Schadensbildern ihn in dieser Aufga-benstellung ersetzen kann.

So ergänzen sich die Tätigkeitsbereiche von Generalisten und Spezialisten zum Nut-zen der Auftraggeber.

Ist für eine Zertifizierung ein EIPOS-Abschluss notwendig?

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

Die Teilnahme an der Fachfortbildung „Sachverständiger für Schäden an Gebäuden“ Stufe 2 (EIPOS) kann jedoch für die Absolventen den Einstieg in die Zertifizierung darstellen. EIPOS beauftragt die EIPOSCERT GmbH mit der Abnahme der schriftlichen Prüfungsleistungen. Damit ist eine Anerkennung der schriftlichen Prüfungsleistungen für eine Personen-zertifizierung durch EIPOSCERT GmbH und eine Verkürzung des Zertifizierungsverfahrens zum zertifizierten Sachverständigen möglich.

Warum nach der Prüfung in der Weiterbildung noch ein Prüfungsverfahren zur Zertifizierung?

Neben Beruf und Familie eine Weiterbildung zu absolvieren ist eine Herausforderung und bedeutet für diesen Zeitraum, ggf. Privates zurückzustellen und sich der Entwicklung der eigenen beruflichen Fähigkeiten und Fertigkeiten zu widmen. Hat man alle Prüfungen bestanden und hält seine Abschlussunterlagen in den Händen, wird die Frage nach dem „Wie geht es weiter?“ sich wahrscheinlich nicht stellen, da das gerade erworbene Wissen frisch und aktuell ist und direkt in die tägliche Arbeit einfließen kann. Oft ist der Abschluss der Weiterbildung der Grundstein einer neuen beruflichen Betätigung oder gar der Selbstständigkeit. Nicht zu vergessen ist auch die Tatsache, dass dieser Bildungsweg auch eine finanzielle Investition darstellte. Warum also dann noch weiter machen, gar eine Personen-zertifizierung angehen?

Die Zertifizierungsstelle kümmert sich nicht darum, den Sachverständigen weiterzubilden. Aber sie überprüft, dass er es tut. Sie stellt fest, ob der Sachverständige über ein hervorzuhebendes praktisches und theoretisches Wissen im betreffenden Sachgebiet verfügt. Sie prüft auch, ob die bisherige berufliche Tätigkeit und Erfahrung den hohen Anforderungen gerecht werden. Und mit diesem Anspruch begleitet sie den Sachverständigen während seiner gesamten beruflichen Tätigkeit, wenn er dies für sich will. Sichtbar wird diese Prüfung und fortlaufende Überwachung in einer Zertifizierungsurkunde, welche der Sachverständige auch als Kompetenznachweis zum eigenen Marketing einsetzen kann. Die Zertifizierung wird dementsprechend entzogen oder für ungültig erklärt, wenn diese Anforderungen des Zertifizierungsprogramms nicht mehr erfüllt werden oder der Sachverständige nicht über die nötige persönliche Integrität und Neutralität verfügt.

Welchem Anspruch stellt sich die Zertifizierungsstelle?

Zertifizierungsstellen müssen neutral, unparteiisch und unabhängig agieren. Dies gilt für jede der handelnden Personen, egal ob Gesellschafter, Mitarbeiter oder Gremienmitglied. Sie gibt sich Ordnungen und Programme und zertifiziert auf der Basis dieser Dokumente ohne Ansehen der Person des Sachverständigen.

Um verlässlich zu zertifizieren, ist Kompetenz vonnöten. Zertifizierungsstellen können ihre Kompetenz durch Akkreditierungen nachweisen. Das Managementsystem und das eingesetzte Personal werden dafür von der Akkreditierungsstelle begutachtet. Die DAkkS (Deutsche Akkreditierungsstelle) ist die nationale Akkreditierungsstelle der Bundesrepublik Deutschland, die einzig und allein Zertifizierungsprogramme für Personen nach der DIN EN ISO/IEC 17024 akkreditieren darf und damit bescheinigt, dass die Zertifizierungsverfahren konform zu der Norm durchgeführt werden. Nicht akkreditierte Zertifizierungsstellen dürfen diese Normkonformität nicht bescheinigen; sie unterziehen sich weder einer unabhängigen Kompetenz- und Neutralitätsüberprüfung noch einer fortlaufenden Qualitätssicherung der Programme und der Organisation.

Welchen Nutzen kann eine Personenzertifizierung stiften?

Die Zertifizierung dokumentiert Sachverständigen Kompetenz und Verantwortung auf hohem Niveau und das auch noch Jahre nach dem erreichten Weiterbildungsabschluss. Sie schafft das Vertrauen bei Auftraggebern, dass einmal erworbenes Wissen immer noch auf höchstem Niveau vorhanden ist und ständig aktualisiert und ausgebaut wird und in der beruflichen Praxis abgerufen werden kann.

Ja, die Zertifizierung macht den Unterschied!



Pechstein, Kathleen
Dipl.-Kffr. (FH), LL.M.

seit 2018: Geschäftsführerin EIPOS CERT GmbH

IMMOBILIEN BEWERTUNG

BEITRÄGE VOM
21. EIPOS-SACHVERSTÄNDIGENTAG
IMMOBILIENBEWERTUNG

AM 25. JUNI 2021



Immobilienmärkte in der Corona-Krise?

Thomas Beyerle

Im 10. Jahr des Immobilienbooms ist der Zenit vorerst erreicht

Kurzfassung

Waren nach der Finanzmarktkrise 2009 die Vorzeichen einer Erholung an den gewerblichen deutschen Immobilienmärkten zunächst noch verhalten, brach sich spätestens 2014 der Aufschwung Bahn. Ab diesem Zeitpunkt ließen sich stetig steigende Transaktionsvolumina, Mieten oder Fertigstellungszahlen feststellen. Mehr noch: neue Formen des Wohnens wie bspw. Mikroliving oder Serviced Apartment, des Arbeitens wie CoWorking oder des Konsums wie online Shopping fielen in diese Phase. Mit dem starken Rückgang des Zinssatzes wurde dieser Aufschwung weiter befeuert, diente „die“ Assetklasse Immobilie denn auch zunehmend als Inflations- bzw. Zinshedge. Mit dem abrupten Ende der globalen Ökonomien infolge der COVID-19-Pandemie im Frühjahr 2020, erleben deshalb auch die deutschen Immobilienmärkte eine nie dagewesene wirtschaftliche Gemengelage, eine leicht rückläufige, doch insgesamt noch stabile Entwicklung kennzeichnet den Jahresverlauf. Wie sich dies letztlich am Markt auswirken wird, soll auf den folgenden Seiten dargelegt werden. Ob dies denn überhaupt möglich sei eine Prognose abzugeben, ist in dieser Umbruchsituation ein oftmals geäußertes Argument. „Selbstverständlich“, kann nur die Antwort lauten, denn rationale Investoren, aber auch ordnungspolitische Eingriffe des Staates werden zumindest den Rahmen setzen für Szenarien in diesem Umfeld. Und der Ausblick ist dabei weniger betrüblich im Vergleich mit anderen Assetklassen.

1 Ökonomie vs. Verhalten

Die konjunkturelle Phase, welche vor uns liegt, wird zweifelsfrei volatiler und rezessiver als alles bisher Dagewesene. Analysten werden in den kommenden Wochen und Monaten die Formationen „V“, „U“ oder „L“ wieder diskutieren, welche dieses ökonomische Umfeld bildlich beschreiben. Sie entwerfen aktuell drei Szenarien, von denen weitreichende Folgen für Immobilienwerte abhängen dürften:

- Entweder die Wirtschaft erholt sich so schnell wieder, wie sie abgestürzt ist – falls die Pandemie hierzulande verhältnismäßig glimpflich verläuft – siehe V-Formation. Für diesen Fall ist mit einer Art Verschnaufpause für den Immobilienmarkt zu rechnen, im Langfristvergleich am ehesten mit einer sog. Plateaubildung umschrieben. Ergänzend aber auch, dass sich Preise dann langsamer entwickeln und zumindest teilweise auch stagnieren. Während die Auswirkungen im Wohnungsmarkt tendenziell moderat sein könnten, würde es im Hotelmarkt aufgrund möglicher Insolvenzen von Betreibern stärkere Effekte geben.

- Oder aber die sog. U-Formation, also der bereits heftige kurzfristige Einbruch der Wirtschaft wird bis zu Erholung einige Quartale sich hinziehen. Wenn man folglich davon ausgeht, dass der Einfluss der Corona-Krise auf die Wirtschaft sich auf mehrere Monate beschränkt, werden sich danach die Miet- und Kaufnachfrage und somit das Investitionsvolumen sicherlich nicht einheitlich ad hoc auf das Vorkrisenniveau begeben. Mit anderen Worten: ein synchrones Aufschwungszenario für alle Teilmärkte bzw. Assetklassen wird es dann nicht geben.
- Der, von den allermeisten Marktbeteiligten, mit der geringsten Eintrittswahrscheinlichkeit versehen ökonomische Funktionsverlauf, wird als sog. L-Formation beschrieben. Kurz zusammengefasst, ein kräftiger ökonomischer Absturz, dem sich eine lange Phase der Stagnation auf niedrigem Niveau anschließt. Folglich eine lang anhaltende konjunkturelle Seitwärtsbewegung, mit kaum positiven wie negativen Ausschlägen. Für Immobilienmärkte bedeutet dies eine lang anhaltende Marktphase mit kaum sich veränderten Immobilienwerten, wenngleich die Bandbreite von stabil bis steigend im Falle von innerstädtischen Wohnimmobilien und Büroobjekte bis zu deutlichen Wertverluste im Segment retail reicht. Eine Entwicklung, wie sie seit rund 25 Jahren in Japan exemplarisch zu beobachten ist.

1.1 Die deutschen Büroimmobilienmärkte am Vorabend von COVID-19

Am Vorabend der messbaren Einflüsse des COVID-19-Virus' zeigten sich 76 deutsche Büroimmobilienmärkte in einer äußerst positiven Gemengelage:

- Der stärkste Mietanstieg der vergangenen 12 Monate erfolgte diesmal nicht an den traditionell führenden 7 A-Standorten mit +7,2 % auf nun durchschnittlich 33,29 €/m², sondern an den D-Standorten mit starken +8,3 % auf aktuell 11,35 €/m², die somit zum ersten Mal im Durchschnitt die 11 €-Marke überschritten haben.
- Ebenfalls sehr positive Wachstumsraten sind an den 30 C-Standorten zu registriert. Im Durchschnitt erhöhte sich die Spitzenmiete um +5,6 % auf 14,10 €/m².
- Die geringsten Mietpreisseigerungen wurden dieses Jahr somit an den 14 B-Standorten mit +3,1 % gemessen. Zwar liegt die durchschnittliche Spitzenmiete jetzt bei 16,02 €/m², gleichzeitig ist der absolute Abstand zwischen den C-Standorten auf unter 2 €/m² geschrumpft. In Leipzig und Hannover wurden dagegen nahezu zweistellige Wachstumsraten verzeichnet.
- Spitzenreiter bei den Büromieten ist aktuell Frankfurt mit 45,00 €/m² – den geringssten Wert sehen wir im thüringischen Gera mit aktuell 7,50 €/m², gefolgt von Salzgitter mit 8,00 €/m².
- Wie zu erwarten, ist die durchschnittliche Spitzenrendite an den 7 A-Standorten nun unter die 3 %-Schwelle gefallen und beträgt aktuell 2,88 %, gegenüber dem Vorjahr entspricht dies einem Rückgang von 18 Basispunkten. Nichtsdestotrotz ist die starke Renditekompression der Vorjahre deutlich abgeflacht, da die Investoren selektiver und rationaler agieren und dabei auch andere Risikoklassen (Core+, Value-Add) in Betracht ziehen.

Auch mit Blick auf die restlichen Standortkategorien lässt sich die Nachfrage nach Büroinvestments noch deutlicher ableSEN: wie bereits im Vorjahr wurde an den

insgesamt 26 D-Standorten der stärkste Renditerückgang innerhalb Deutschlands registriert. Sie sank im Durchschnitt um 50 Basispunkte auf nun 6,20 %.

Im Jahr 2017 wurde in dieser Standortkategorie noch die geringste Renditebewegung gemessen. Die Renditekompression an den B- und C-Standorten ist innerhalb der letzten 12 Monate ohne große Differenzen verlaufen (-40 Bp an den B-Standorten und -31 Bp an den C-Standorten). Gleichzeitig hat sich dadurch der Renditespread nicht weiter verringert und beträgt aktuell 92 Basispunkte (83 Basispunkte Vorjahr). Investoren gehen hier mit einem ausgewogenen Risiko-Rendite-Verständnis vor und setzen vor allem auf einen nachhaltigen Cash Flow bei der Investition. Die geringsten Bruttorenditen sind derzeit in Berlin und München mit jeweils 2,60 % zu finden, der höchste gemessene Wert wird in Solingen und Wilhelmshaven (7,50 %) erzielt, gefolgt von Siegen (7,20 %) und Weimar mit 7,10 %.

Analysiert man die Unterschiede zwischen den einzelnen Standortkategorien A bis D zeigt sich, dass die Abstände in den durchschnittlichen Renditen immer weiter sinken und sich die Risikoparameter, vor allem an den Standorten B bis D, zunehmend vermengen. Für Investoren bot sich dadurch ein äußerst attraktives Diversifizierungspotential mit einem breiten Spektrum an objekt- und standortspezifischen Risikofaktoren.

1.2 Die wohnwirtschaftlichen Immobilienmärkte am Vorabend von COVID-19

Eine ähnlich positive Gesamtmarktsituation lag an den 81 deutschen Wohnungsmärkten mit Blick auf die Variablen Mieten und Renditen vor:

- Die durchschnittlichen Wohnungsmieten an 81 analysierten Standorte sind in der jährlichen Gegenüberstellung weiterhin gestiegen. In mittleren Lagen beträgt die durchschnittliche Miete aktuell 8,97 €/m² und in sehr guten Lagen 11,54 €/m². Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies in den mittleren Lagen eine Preissteigerung von ca. 5,1 % und in sehr guten Lagen von ca. 4,2 %.
- Besonders auffallend sind dabei die unterschiedlichen Wachstumsraten beider Lagen: Sowohl deutschlandweit, als auch in den Top-7-Wohnungsmärkten sind die Mieten in den mittleren Lagen stärker gestiegen als in den begehrten sehr guten Wohnlagen. Ein Indiz dafür, dass Bauland in sehr guten Lagen immer knapper und teurer wird und die staatlichen Regulierungsmaßnahmen in den angespannten Wohnungsmärkten bei Bestandsgebäuden zumindest dämpfende Wirkung zeigen.
- Der durchschnittliche Mietpreis der sehr guten Lagen in den Top-7-Wohnungsmärkten ist in unserer Analyse lediglich um 3,5 % auf aktuell 17,91 €/m² gestiegen und bedeutet gleichzeitig den niedrigsten Wert aller untersuchten Standort- und Lagekategorien. Im Vorjahr (2018 vs. 2019) lag hier die Wachstumsrate noch bei ca. 6 %. Der stärkste Mietpreisanstieg mit ca. 5,4 % erfolgte somit in der Kategorie „mittlere Lagen“, außerhalb der Top-7-Märkte.
- Der absolut teuerste Standort mit einem Mietpreis von durchschnittlich 23,42 €/m² in sehr guten und 17,33 €/m² in mittleren Lagen wird aktuell in München gemessen. Der geringste Mietpreis mit durchschnittlich 6,17 €/m² wurde in mittleren Lagen in Duisburg registriert. In den sehr guten Lagen werden dagegen in der Stadt Remscheid durchschnittlich nur 7,50 €/m² verlangt.

Renditen:

- Weiterhin ist an nahezu allen 81 untersuchten Standorten ein Renditerückgang festzustellen. Im Mittel liegt die aktuelle Bruttoanfangsrendite bei 4,37 % und ist gegenüber dem Vorjahr um 22 Basispunkte gesunken. Auch hier ist eine nachlassende Kompressionsdynamik festzustellen. Im Jahr 2019 wurde noch ein Rückgang um 51 Basispunkte verzeichnet.
- Die Rendite der Top-7-Wohnungsmärkte sank in diesem Jahr lediglich um 6 Basispunkte auf 2,9 %. Deutlich höher fiel der Rückgang an den B-Standorten bzw. den Top-25-Märkten des Gesamtrankings aus. Die durchschnittliche Rendite beträgt hier 3,82 %, was einem Rückgang von 31 Basispunkten entspricht.
- Berlin bleibt aufgrund der sehr hohen Nachfrage und der starken Investitionsdynamik der vergangenen Jahre mit einer Bruttorendite von 2,4 % klarer Spaltenreiter. Die attraktivste Rendite lässt sich derzeit mit jeweils 6,6 % in Cottbus und Herne erwirtschaften.

Mit Blick auf das gesamtdeutsche Rendite-Risiko-Profil ließ sich vor allem für risikoaverse Investoren ein immer weiter zunehmendes Diversifizierungspotenzial mit attraktiver Rendite (bis 5 %) innerhalb Deutschlands registrieren. Gerade auf der Portfolioebene boten sich ebenfalls zahlreiche Alternativen zur Risikominimierung.

Die Frage stellt sich deshalb, ob diese äußerst positive Gesamtsituation bis zum Frühling 2020 eine, wenn auch unterbrochene, Fortführung der Hause erfährt über das Jahr 2020 hinaus.

2 Der Blick nach vorne

2.1 Neue Arbeitsformen erlebt das Land

Eines der neuen Schlagworte, zumal mittlerweile von einer Mehrzahl zwangsweise erprobt, umschreibt das Arbeiten von Zuhause. Dass es dabei kein richtig oder falsch gibt liegt auf der Hand, wenn man sich die Evolution des „Homeoffice“ nochmals ver gegenwärtigt.

Wer kann nicht abendelang sich auslassen über unzählige Diskussionen und ein jahrelanges Ringen um das moderne Arbeiten in der Ausprägung „Home Office“? Wer jetzt Co-Working denkt, liegt sicher nicht falsch, aber die Entwicklung lässt sich für die Meisten bis in die frühen 70er Jahre zurückverfolgen. Dazwischen erlebte das Thema alle 10 Jahre eine gewisse Renaissance mit der Erkenntnis und Hoffnung: wir stehen kurz vor dem Durchbruch. Danach kam zumeist eine wirtschaftliche Abkühlungsphase und der direkte Weg ins Büro war Programm. Gerade deshalb erscheint es aktuell ja geradezu bizarr, dass eine Krise uns ins Homeoffice zwingt. Vorbei die ganzen „Bedenken zur Technik – Fax zuhause viel zu teuer“ (80er), „Nur Routinetätigkeiten – quasi Degradierung bzw. nur was für Doofe“ (90er) oder „Entfremdung & Kommunikationsverlust“ (2000er). Doch „dank“ COVID-19 hat unsere Branche festgestellt, dass man auch aus dem Irgendwo arbeiten kann. Das „Irgendwo“ war freilich bis vor kurzem an Bahnhöfen, Lounges oder Cafés möglich, doch heute ist es das Arbeitszimmer im Haus bzw. in einem ruhigeren Teil der Wohnung. Und mehr noch: es setzt sich die

Erkenntnis durch, dass dieses neue Freiheitsgefühl nach einigen Tagen dann doch an den Nerven zehrt, mehr noch das berufliche soziale Umfeld fehlt – und das lässt sich nur mittelbar mit Skype, Zoom oder Facetime darstellen. Eine gute Zeit folglich für ein Mehr an Co-Working oder um es korrekt zu formulieren: Flexible Büroflächen? Ein eindeutiges Ja. Und das auch aus mehreren Gründen: zum einen werden Unternehmen inmitten oder nach der Krise weiterhin Flächenlösungen für die Mitarbeiter anbieten müssen. Optionen, die es sicher in den letzten Jahren immer stärker gab, werden immer weniger als Ausnahme, denn als Regel wahrgenommen. Ein Zurück in die Montag–Freitag, 9–5 Kultur wird es so nicht mehr geben. Vielmehr kristallisiert sich ein arbeitsräumliches Verhalten heraus, welches im Moment den Lackmustest – unter Zwang freilich – besteht. Ein Großteil der Arbeit wird nach wie vor im Büro stattfinden, der „Rest“ dann dort, wo es sich für den Mitarbeiter und das Unternehmen am effizientesten darstellen lässt. Das, was bis vor kurzem oftmals die DNA oder das Privileg von Führungskräften war, erreicht die Breite der Belegschaft – ganz ohne Arbeitskampf.

Fazit: Wir dürfen erwarten, dass das Beste aus zwei Welten, aus Unternehmensperspektive und aus Mitarbeitersicht die zukünftige Form des Arbeitens im Dienstleistungssektor bestimmen wird. Hier zentral verortet, dort ein deutlich höherer Autonomiegrad was Zeit und Raum betrifft. Dass der Mensch trotz aller technischen Möglichkeiten ein soziales Wesen ist, das nach persönlicher Interaktion letztlich giert, wird dieser Tage mehr als deutlich. Denn das, was bis vor kurzem noch aus der Perspektive „Evolution“ gesehen wurde, erlebt augenscheinlich eine Revolution. Mit dieser Analyse ist gleichwohl die Frage eng verbunden, welche bautechnischen Maßnahmen dieses „zuHause“ Arbeiten mit sich bringen sollte.

Doch nichts ist so unstetig wie der Wandel einer Dienstleistungswirtschaft und die Prognosen der „Experten inmitten Covid19“. Dabei werden wir leerstehende Gebäude genauso wenig sehen wie die aktuell praktizierte Relation „qm pro MAK“ bei der Flächenplanung. Strukturbrüche werden sichtbar werden, Effizienzsteigerungen und neue Büroformen ebenfalls. Eine kurzfristige Veränderung an den Mietverhältnissen – vor allem bei den innerstädtischen Büroflächen – wird es nicht geben. Zwar wird hier auch der starke Konjunktureinbruch Spuren hinterlassen bei Neuabschlüssen in diesem Jahr. Das Niveau der Mieten und Umsätze wird sich etwas nach unten bewegen, aber keinesfalls einbrechen.

Doch eine gefährliche Klippe wird 2022/2023 fortlaufend sichtbar: Ab diesem Zeitraum stehen die Prolongationen der 5-jährigen Mietverträge aus 2017/2018 an. Auf den deutschen Büroflächenmarkt bezogen sind das rund 20% der Top Mietflächen – damals schon sehr hohe Werte. Und ob hier die Unterschrift zur Vertragsverlängerung „auf der gleichen oder mehr Fläche“ nicht so einfach fällt, darf zumindest bezweifelt werden.

2.2 Neue Grundrisse braucht das Land!

Was in der Kapitelüberschrift zunächst als Imperativ daherkommt, entpuppt sich als streng rationale Konklusion der Homeoffice-Erfahrungen aus der Corona-Zeit. Denn die Phase des „New Work“ wird ihre Spuren hinterlassen – sowohl auf dem Markt für Büroflächen als auch im privaten Wohnumfeld.

Das Mantra der letzten zehn Jahre „arbeite wann, wo und mit wem du willst“ kam ja nie so richtig zum Fliegen, zumal genau das Gegenteil der Fall war: auf der einen Seite die maximalen technologischen Möglichkeiten, auf der anderen Seite eine starke Ballung auf wenige Quadratkilometer in den Stadtzentren, in den Gebäuden selbst sehr effizient umgesetzt. Jetzt also die Erfahrungen mit Teams, Zoom oder WebEx. Und das dann in der alten, effizienten Großraumfläche umgesetzt? Sicherlich nicht – der Bedarf nach kleinen und sehr großen Besprechungsräumen wird geradezu explodieren, der Rest wird dann wie zuvor von Zuhause, aus dem Zug oder im Café erledigt.

New Work im trauten Heim, hoffentlich mit schneller Datenrate und bequemem Stuhl, steht nun im Fokus. Für die meisten von uns impliziert das Arbeiten im Homeoffice die sogenannte Telearbeit – neudeutsch eine vertraglich vereinbarte Tätigkeit mit Bildschirmgeräten (Dateneingabe- bzw. -ausgabegeräte) im privaten Bereich, die in der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) vom 30.11.2016 geregelt ist. Es gibt verschiedene Varianten von Telearbeit, die vor allem Einfluss auf die technische Ausstattung und die Kostenträgerschaft für den Telearbeitsplatz haben.

Telearbeit – wer spart, wer bezahlt? Das ist nicht eindeutig zu beantworten. Erledigt ein Mitarbeiter seine Tätigkeit zu 100 % im Homeoffice, spart das Unternehmen teure Bürofläche. Sollte allerdings nur ein Teil der Wochenarbeitszeit zu Hause und ein weiterer im Büro des Arbeitgebers erledigt werden, tritt wohl ein gegenteiliger Effekt ein – sofern es keine Konzepte für Desksharing gibt. Dann wird es aufwendiger für den Arbeitsgeber: Er muss unter Umständen zwei Arbeitsplätze einrichten bzw. Equipment zu Verfügung stellen, z. B. eine zweite Docking-Station sowie einen Tisch und Büroarbeitsstuhl. Gelegentlich werden weitere Daten- und Kommunikationsleitungen benötigt. Und ja, auch dem Datenschutz muss Rechnung getragen werden. Alexa und Siri bleiben selbstverständlich offline.

In jedem Fall werden veränderte Arbeitsformen zu neuen Anforderungen an die Büroimmobilie führen:

- Eine Renaissance der Zelle?
- Veränderte Grundrisse?
- Innovative Flächenkonzepte für virtuelle Kommunikation?

Im Home-Office werden die Grenzen zwischen Microliving, Open Kitchen und permanenter Kinderbespaßung schnell zur Herausforderung. Man hört von Familienvätern und Müttern, die sich auf Knien dankbar zeigen, dass es ein Arbeits-, Bügel- oder Gästezimmer gibt. Solange das Wetter mitspielt, erlebt auch die Terrasse bzw. der Balkon eine neue Wertschätzung in den kleinen Fluchten. Doch die Realität – gerade in Stadtstrukturen – sieht anders aus, nur eine verschwindende Minderheit der Bewohner verfügt über diese Luxusgabe. Wie könnten sich Projektentwickler darauf einstellen?

- Vielleicht gar nicht?
- Renaissance der Einliegerwohnung?
- Weg von „loftartigen“ Grundrissen und hin zur hybriden Arbeitswohnung?

Natürlich ist es zu früh, exakte Vorhersagen zu treffen. Allerdings hat die „Kasernierung“ in Mikroapartments oder die von Nutzern augenscheinlich geliebte „offene Wohnkultur“ ihre Grenzen. Exemplarisch aufzeigt im Lockdown 2020.

3 Zusammenfassung

Die zurückliegenden Monate der Erfahrung mit Covid-19 und die sich überraschenderweise einstellende Quasiimmunität der Immobilienmärkte ist bemerkenswert. Sind die einzelnen Teilsegmente wie Retail, Wohnen oder Büro doch teils hochkorreliert mit der konjunkturellen Entwicklung. Seriöse Prognosen zur zukünftigen Entwicklung verbieten sich methodologisch, allerdings ist klar, dass die ökonomischen Implikationen des Covid-19-Virus, trotz aller Reaktionsträgheit der Märkte, in den kommenden Quartalen auch die Büro- und die Wohnungsmärkte tangieren werden. Besonders an den volatileren Top-Büromärkten in den kommenden 6 Monaten bis März 2021 sollte ein nur geringfügig sich veränderten Spitzenmiet- und Renditeniveau zu erwarten sein, wenngleich im Best-Case-Szenario im ersten und zweiten Quartal 2021 wieder mit einer deutlich höheren Aktivität zu rechnen ist. Im Segment der Retail Immobilien wird es indes zu einer starken Marktbereinigung kommen, Gewinner scheinen die Lebensmittel und Fachmarktzentren zu sein. Handelsnutzungen mit dem Schwerpunkt auf Fashion, Lifestyle oder Beauty werden sich der Rezession entgegenstellen müssen. Es sollte jedoch allen klar sein, dass wir nun im dritten Quartal 2020 in eine Phase der "Verschiebung" oder des "Rückzugs vom Markt" eintreten werden.

Doch dieser vordergründig positive Saldo sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass Konsum, Sparneigung und der Erwerb von Immobilien hoch korreliert sind. Gerade die erfolgsverwöhnte Branche in ihrer 10-jährigen Hause muss sich bewusst machen, dass Liquidität auch in diesem Jahr die Märkte treiben wird. Doch Liquidität allein rechtfertigt letztlich keine Höchstpreise für Erwerber von Immobilien. Zumal sich die Kaufmärkte mittlerweile messbar von den Mietentwicklungen abgekoppelt haben. Mag sein, dass die Innenstädte die hohe Nachfrage nach Wohnen, Arbeiten und Konsum weiterhin absorbieren – deshalb tut man auch gut daran, hier in eine Quartiersentwicklung oder ein Mixed-use-Gebäude im Neubau zu investieren. Doch Augenmaß und eine Portion Realismus von nachhaltigen Mietansätzen scheint geboten, denn eine neue Büro- oder Wohnfläche in Frankfurt, Berlin oder Dresden hängt eben nicht nur ab von der Entfernung zum nächsten S-Bahnhof sondern auch von der industriellen Basis im Mittelstand jenseits der Innenstädte. Und diese ist aktuell mehr unter negativen, denn positiven Zeichen zu betrachten. Einfacher formuliert: wenn die Marktphase unsicher wird, bleibt die Liquidität zumeist außerhalb des Immobilienkreislaufs geparkt. Zumindest von den meisten Akteuren.

Literatur

- BECK, HANNO (2014): Behavioral Economics. Eine Einführung. Wiesbaden.
- BEYERLE, THOMAS (2018): Der endlose Boom?. In: Handelsblatt Journal, 11/2018, S. 12–13.
- BEYERLE, THOMAS (2017): „Immobilienrisiken – zwischen externen Schocks und selbstgemachten Problemen“, In: GuG, Heft 5, S. 22–25.
- Catella Research (2020): Büromarktkarte 2020: In: <https://www.catella.com/de/deutschland/neuigkeiten-und-pressemitteilungen/press-releases/2020/buromarktkarte-deutschland-2020>.
- METTE, MARKT (1999): Strategisches Management im Konjunkturzyklus. Wiesbaden.



Beyerle, Thomas

Prof. Dr. rer. nat.

- 1995–2010: diverse Funktionen im Dresdner Bank Konzern, Allianz & Aberdeen Property
- seit 2008: EIPOS-Lehrbeauftragter
- 2011–2014: IVG Immobilien AG; Managing Director, Head of Research & Sustainability
- seit 2014: Catella Property Valuation GmbH, Geschäftsführer, Head of Group Research
- seit 2019: Hochschule Biberach adR., Professur Immobilienresearch
-

Wertermittlung im öffentlich geförderten Wohnungsbau – Nordrhein-Westfalen und Sachsen im Vergleich –

Karsten Schmidt

Kurzfassung

Der Begriff der „sozialen Wohnraumförderung“ wird zunächst definiert. Zweck und Ziele der Wohnraumförderung werden erläutert und im historischen Kontext beleuchtet. Die Entwicklung des öffentlich geförderten Wohnungsbaus in den Nachkriegsjahren, die in den westlichen Bundesländern durch die Deckung des quantitativen Bedarfs von Familien geprägt waren, wird bis zur aktuellen zielgruppenspezifischen, lebenszyklusbezogenen und qualitätsorientierten Förderpraxis dargestellt. Die Förderinstrumente der Vergabe öffentlicher Darlehn und Zuschüsse werden auf der Grundlage der Förderbedingungen in NRW und Sachsen erörtert.

Grundlagen und Besonderheiten in der Wertermittlung stehen danach im Mittelpunkt. Diese werden vorgestellt und in Bewertungsvarianten unter besonderer Berücksichtigung von Fördermieten, öffentlichen Darlehn, Tilgungsnachlässen und Zuschüssen vertieft. Die regionalen Einflussfaktoren in den Bundesländern werden dabei gesondert herausgearbeitet. Schließlich wird ein Ausblick gegeben, der eine Einschätzung zur Marktentwicklung gibt und Bewertungsfragen aufwirft.

1 Einleitung

Angesichts stetig sinkender Wohnungsangebote für einkommensschwache Haushalte in Ballungsräumen sind in den letzten Jahren in allen Bundesländern verstärkt Anreize zur Belebung des öffentlich geförderten Wohnungsbaus gesetzt worden. Historische Grundlagen, aktuelle Förderinstrumente und deren flexible Anwendung stellen Aufgaben an die Bewertungspraxis, die vor dem Hintergrund der Wohnungsbauförderung der Länder NRW und Sachsen aus Sicht des Immobiliensachverständigen erörtert werden müssen. In den Ländern bestehen erhebliche Unterschiede im Hinblick auf Art, Inhalt und Umfang der Förderung, die erst beschrieben und dann auf ihre Wirkung in der Immobilienbewertung untersucht werden.

2 Öffentlich geförderter Wohnungsbau

2.1 Definition und Zweck

Zur Sicherung einer angemessenen Wohnungsversorgung wurde der Wohnungsmarkt in Deutschland nach dem II. Weltkrieg auf der Grundlage ordnungspolitischer Rahmenbedingungen in den freifinanzierten und den geförderten Wohnungsmarkt aufgeteilt. Der gesellschaftliche Konsens bestand darin, dass das Wohnen ein Grundbedürfnis des Menschen ist. SÖFKER definierte vor diesem Hintergrund *die soziale Wohnraumförderung als Förderung des Wohnungsbaus und anderer Maßnahmen zur Unterstützung von Haushalten bei der Versorgung mit Mietwohnraum, einschließlich genossenschaftlich genutzten Wohnraums und bei der Bildung selbstgenutzten Wohnungseigentums.*¹ Im Kontext der Jahre des Wiederaufbaus zwischen 1945 und 1960 sowie der dann anschließenden Phase der geburtenstarken Jahrgänge wies der Wohnungsmarkt in Deutschland erheblichen Nachholbedarf zur Befriedigung der Wohnbedürfnisse weiter Bevölkerungsgruppen auf.

Der Zweck der sozialen Wohnraumförderung wurde daher in § 1, Abs. 2 des II. Wohnungsbaugesetzes, das seit 01.01.2002 außer Rechtskraft getreten ist, wie folgt dargestellt: „Die Förderung des Wohnungsbaus hat das Ziel, den Wohnungsmangel zu beseitigen und für weite Kreise der Bevölkerung breitgestreutes Eigentum zu schaffen. Die Förderung soll eine ausreichende Wohnungsversorgung aller Bevölkerungsschichten entsprechend den unterschiedlichen Wohnbedürfnissen ermöglichen und diese namentlich für diejenigen Wohnungssuchenden sicherstellen, die hierzu selbst nicht in der Lage sind.“

2.2 Entwicklungen

Während bis in die 1980er Jahre hinein Familien mit Kindern die stärkste Zielgruppe am Wohnungsmarkt bildeten, befinden wir uns derzeit auf der Grundlage des demographischen Wandels in einer Phase der sehr differenzierten, qualitätsorientierten Nachfrage am Wohnungsmarkt. Single-Haushalte als auch Zwei-Personen-Haushalte machen den weit überwiegenden Anteil der Nachfrage auf deutschen Wohnungsmärkten aus.

Die Nachfrage ist ferner im Hinblick auf die Altersstruktur, die Mobilität und die Lebensphasen der Personen und Haushalte heterogen, sodass die öffentliche Förderung zukünftig weiterhin flexible, zielgruppenspezifische Konzepte entwickeln muss, um den Bedarf nachhaltig zu decken.

Schon seit den 1980er Jahren wird der geförderte Wohnungsmarkt unter Abwägung der Vor- und Nachteile der Objektförderung (Förderung von Wohnungen) im Gegensatz zur Subjektförderung (Mieterförderung durch Wohngeld) diskutiert. Die Subjektförderung hat im Laufe der letzten Jahrzehnte immer mehr an Bedeutung gewonnen, während die Objektförderung angesichts sinkender Zahlen geförderter Wohngebäude – aufgrund auslaufender Mietpreis- und Belegungsbindungen – an Bedeutung verloren hat. Einhergehend mit den stark gestiegenen Mieten und der stetig sinkenden Anzahl

1 SÖFKER, WILHELM (2002), Wohnraumförderungsrecht, S. 8.

der öffentlich geförderten Wohnungen ist seit einigen Jahren eine Diskussion im Gange, die eine Renaissance des öffentlich geförderten Wohnungsbaus zur Konsequenz haben wird. Dabei ist bedeutsam, dass die Subjektförderung zwar die Miete subventioniert, aber nicht zur Schaffung neuen Wohnraums beiträgt. Die Bedarfsdeckung für einkommensschwache Bevölkerungsgruppen kann jedoch nur durch den Neubau oder den Bestandsumbau von Wohnungen auf der Grundlage der öffentlichen Förderung durchgeführt werden.

Dabei ist zu bedenken, dass in Nordrhein-Westfalen inzwischen etwa 50 % aller Haushalte (Einkommensgrenzen im Förderweg B sind unterschritten!) Anspruch auf den Bezug einer geförderten Wohnung haben. Die Vermittlungsquote der Anspruchsberichtigten und Antragssteller liegt in NRW nur bei 39 %, in den Städten Köln und Düsseldorf unter 20 %. Der Anteil der geförderten Mietwohnungen am gesamten Mietwohnungsbestand beträgt in den Ballungsräumen in NRW zwischen 5 % und 10 % und deckt die Nachfrage in den Großstädten nur noch in sehr geringem Maße.

2.3 Historische Grundlagen

Die Wohnraumförderung ist Länderaufgabe, jedoch mit dem Bund abzustimmen. Das II. Wohnungsbaugesetz (II. WoBauG) ist als Rahmengesetzgebung für den Wohnungsmarkt relevant. Seit 01.01.2002 ist das Gesetz zwar außer Kraft, jedoch weiterhin für historische Fälle anzuwenden. Das Wohnraumförderungsgesetz (WoFG) hat das II. Wohnungsbaugesetz im Jahr 2002 abgelöst. Für die praktische Arbeit des Immobiliengutachters sind daneben das Wohnungsbauförderungsgesetz (WBFG) und die Wohnungsbauförderungsbestimmungen (WFB) des jeweiligen Bundeslandes maßgebend. Darin werden sowohl die geförderten Personenkreise als auch die Förder- und Miethöhen definiert. Im Rahmen der Wohnraumförderung wurden zunächst folgende Förderwege differenziert:

1. Förderweg
2. Förderweg: Überschreitung der Einkommensgrenzen des 1. Förderweges um nicht mehr als 40 %
3. Förderweg: Abweichungen von den Förderbedingungen des Wohnungsbaugesetzes aufgrund von Vereinbarungen zwischen WFA und Bauherrn möglich.

Im 3. Förderweg wird die Zweckbestimmung der Belegungsrechte und der Mietzinsregelungen im Allgemeinen nicht länger als 15 Jahre vereinbart.

Das flexible Instrumentarium des 3. Förderweges hatte das kosten- und flächensparende Bauen als Ziel. Eine Mietpreisbindung des Wohnraums musste nicht vereinbart werden. Personenbezogene Zusatzförderungen waren im Rahmen dieses Förderweges möglich.

Die maßgeblichen Regelungen des 1. und 2. Förderweges stellen sich wie folgt dar:

- Bereitstellung von Fördermitteln in Form von öffentlichen Baudarlehen und Aufwendungshilfen (Aufwendungsdarlehen und -zuschüssen),
- Definition des begünstigten Personenkreises (Einkommensgrenzen),
- Festlegung der geförderten Wohnungsgrößen und Kostenmieten in Verbindung mit der Dauer der Zweckbestimmung.

Der zentrale Begriff der Wohnungsbauförderung war die Kostenmiete: Die Kostenmiete ist die Miete, die zur vollständigen Deckung der laufenden Aufwendungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Finanzierungskosten einschließlich der öffentlichen Baudarlehen erforderlich ist. Sie darf für die Dauer der Zweckbestimmung nicht überschritten werden.

Die Kostenmiete ist im Jahr 2002 durch die Fördermiete, die von den Bewilligungsbehörden festgelegt wird, kalkulatorisch aber auf den Grundlagen der Kostenmietermittlung basiert, ersetzt worden.

Nach Erteilung des Bewilligungsbescheides für ein Vorhaben des öffentlich geförderten Wohnungsbaus beginnt der Zeitraum der regulären öffentlichen Förderung mit der Bezugsfertigkeit der Wohnung und endet nach Ablauf des Kalenderjahres der planmäßigen vollständigen Tilgung. Sofern der Sonderfall der freiwilligen vorzeitigen Rückzahlung der öffentlichen Darlehen eintritt, wirkt die öffentliche Förderung bis zum Ablauf des 10. Kalenderjahres nach dem Jahr der Rückzahlung (Nachwirkungsfrist), längstens jedoch bis zum Ablauf des Kalenderjahres, in dem das Darlehen planmäßig zurückgezahlt worden wäre, nach.

In der Immobilienbewertung ist neben dem Zeitraum der Förderung und damit verbundener Varianten (vorzeitige Rückzahlung) insbesondere die Möglichkeit der Einrichtung von Belegungsrechten für die zuständige Kommune von wertrelevanter Bedeutung. Dabei sind folgende Belegungsrechte zu unterscheiden:

- reines Belegungsrecht (Nachweis des Wohnberechtigungsscheins),
- Benennungsrecht (Auswahl zwischen drei Wohnungssuchenden),
- Besetzungsrecht (Wohnungssuchender kann von der Kommune bestimmt werden).

2.4 Aktuelle Wohnraumförderung in NRW und in Sachsen

In *Nordrhein-Westfalen* (NRW) setzt die Wohnungsbauförderung im Jahr 2020 umfangreiche Anreize. Die Darlehenssätze pro m² Wohnfläche wurden wiederum deutlich erhöht, die Zins- und Tilgungssätze wurden flexibilisiert und die Höhe der Fördermiete, die gemeindebezogen nach Mietstufen differenziert worden ist, wurde gesteigert. Daneben wurden die Tilgungsnachlässe für die Gemeinden der Mietstufen M1–M3 mit 15 %, M4 mit 25 %, bei Verlängerung der Mietpreis- und Belegungsbinding auf 30 Jahre in allen Gemeinden um zusätzlich 5 % festgelegt. Die Tilgungsnachlässe können zudem bis zu 50 % auf den Betrag der notwendigen Eigenleistung angerechnet werden.

Die Belegungsbindungen für Neu- und Umbauten wurden bis zu 30 Jahren verlängert. Auch die bedarfsgerechte Verlängerung der Bindungen bei bestehenden Miet- und Genossenschaftswohnungen ist auf Antrag der Bewilligungsbehörden nun möglich.

Die Gründe für die dringend notwendige Belebung des sozialen Wohnungsbaus liegen einerseits in der immer noch stetigen Reduzierung der Anzahl der Sozialwohnungen in Nordrhein-Westfalen (Saldo Neubau zu Bestandsbau mit auslaufenden Bindungen bzw. vorzeitiger Rückzahlung der öffentlichen Darlehn), andererseits in der wachsenden Nachfrage nach Wohnraum sowie in den immer kleineren Haushaltsgrößen (1- bis 2-Personen-Haushalte) in den Ballungsräumen. Seit der Jahrtausendwende hat sich die Zahl der Sozialwohnungen in Nordrhein-Westfalen mehr als halbiert und beträgt derzeit rund 450.000 Wohnungen.

Zudem ist erkannt worden, dass ein steigender Bedarf nach neuen Wohnqualitäten besteht, nämlich nach barrierefreien, behindertengerechten, energieeffizienten Wohnungen in allen Bevölkerungsgruppen. Dieser begründet sich durch demographischen Wandel und die Schwerpunkte der Klima- und Energiepolitik.

Das vom Land NRW bereit gestellte Fördervolumen für Neu- und Umbaumaßnahmen im öffentlichen Wohnungsbau ist daher angehoben worden. Trotz steigender Baukosten (derzeit ca. 4 % p. a.) ist durch deutlich gestiegene Darlehenssätze pro Förderobjekt sowie die Erhöhung und Anrechenbarkeit der Tilgungsnachlässe die Steigerung der Zahl geförderter Wohnungen in den nächsten Jahren zu erwarten.

Die Wohnraumförderung Nordrhein-Westfalen definiert folgende Fördergegenstände:

- Mietwohnungen (auch Genossenschaftswohnungen),
- Gruppenwohnungen,
- Miet-Einfamilienhäuser,
- Bindungsfreie Wohnungen gegen Einräumung von Benennungsrechten an geeigneten Ersatzwohnungen (mittelbare Belegung),
- Selbstgenutzten Wohnraum.

Im Hinblick auf die begünstigten Personenkreise unterscheidet die Wohnraumförderung die Einkommensgruppe A (Beispiel: Ein-Personen-Haushalt: 19.350,- €, Zwei-Personen-Haushalt: 23.310,- €, jeweils zzgl. Zuschlag für jede weitere, zum Haushalt zu rechnende Person von 5.360,- €) und die Einkommensgruppe B, in der die Einkommensgrenzen des Förderweges A um bis zu 40 % überschritten werden können. Angesichts der Überschreitung der Einkommensgrenzen müssen jedoch auch erhöhte Fördermieten gezahlt werden. Diese sind in den aktuellen Wohnungsbauförderungsbestimmungen (WFB) fixiert.

Die Belegungsbindungen betragen 20, 25 und 30 Jahre. Die Mieten werden unter Ableitung gemeindebezogener Mietniveaus dargestellt.

1	2	3
Gemeinden mit Mietniveau	Einkommensgruppe A	Einkommensgruppe B
M 1 – M 3	5,80 €	6,50 €
M 4	6,20 €	7,00 €

Tab. 1: Bewilligungsmieten, WFB NRW 2020, Ziffer 2.4.1

Für die Städte Bonn, Düsseldorf, Köln und Münster, die einem erheblichen Nachfragedruck nach Wohnraum unterliegen, wurden abweichende Mieten festgesetzt (Einkommensgruppe A: 6,80 €/m² Wohnfläche / Einkommensgruppe B: 7,60 €/m² Wohnfläche). Ferner sind bei Passivhausstandard Mietsteigerungen um 0,30 €/m² Wohnfläche hinzuzurechnen.

Die Bewilligungsmiete kann jährlich um 1,5 % angepasst werden.

Die Darlehenshöhen bewegen sich als Grundpauschale im Neubaubereich zwischen 1.980,- und 2.250,- €/m² (Einkommensgruppe A) und 1.150,- bis 1.450,- €/m² (Einkommensgruppe B). Im Bestandsumbau werden als Grundpauschale 1.400,- bis 1.540,- €/m² in Einkommensgruppe A und 850,- bis 1.000,- €/m² in Einkommensgruppe B gewährt. Zusatzdarlehen können für kleine Wohnungen bis 55 m², für separate Aufzüge, für die Verbesserung des Wohnumfeldes, Nahmobilitätsangebote, Sinensgärten, Dach- und Fassadenbegrünungen, Familienwohnungen, Rollstuhlnutzer, Menschen mit Schwerbehinderung und Passivhausstandard sowie Bauen mit Holz gewährt werden. Ferner sind Zulagen für Denkmalschutzobjekte und besondere städtebauliche Qualitäten möglich.

Die aktuelle Wohnraumförderung bezieht sich nicht nur auf Mietwohnobjekte, sondern auch auf den selbstgenutzten Wohnraum. Hier sind Grundpauschalen zwischen 66.900,- und 122.600,- € für Eigenheime und selbstgenutzte Eigentumswohnungen abrufbar. Zusatzförderungen bestehen im Familienbonus, im Zuschlag für barrierefreie Objekte, bei Bezug durch Menschen mit Schwerbehinderung und für Bauen mit Holz. Die Wohnflächenobergrenzen wurden wie folgt festgelegt:

	1	2	3
Wohnflächenobergrenze bei Wohnungen bestehend aus:	barrierefrei	barrierefrei mit zusätzlicher Badewanne	Rollstuhlnutzer
1 Zimmer, Küche, Nebenräume	47 qm	52 qm	55 qm
2 Zimmer, Küche, Nebenräume	62 qm	67 qm	70 qm
3 Zimmer, Küche, Nebenräume	77 qm	82 qm	87 qm
4 Zimmer, Küche, Nebenräume	92 qm	97 qm	102 qm
5 Zimmer, Küche, Nebenräume	107 qm	112 qm	117 qm

Tab. 2: Wohnflächenobergrenzen, WFB NRW 2020, Anlage 1, Ziffer 1.4.1

Die Darlehensbedingungen liegen bei Mietwohnungen und Pflegewohnplätzen bei Zinssätzen zwischen 0,0 % bis zum Ablauf des 15. Jahres, danach 0,5 %. Die Tilgung beträgt nach Mietpreis- und Belegungsbindung gestaffelt zwischen 1,33 % und 1,2 % unter Zuwachs der durch die fortschreitende Tilgung ersparten Zinsen (Annuität). Für die ersten 5 Jahre kann Tilgungsfreiheit beantragt werden. Ferner wird ein einmaliger Verwaltungskostenbeitrag von 0,4 % des Baudarlehens und ab Leistungsbeginn ein laufender Verwaltungskostenbeitrag von 0,5 % des Baudarlehens erhoben.

Im *Freistaat Sachsen* ist die aktuelle „Richtlinie gebundener Wohnraum“, die sich auf Mietpreis- und Belegungsbindungen bezieht, Grundlage der Wohnraumförderung. Die Gegenstände der Förderungen sind

- Neubaumaßnahmen,
- Änderungen, Nutzungsänderungen und Erweiterungen im Bestand (Mindestinvestition 600 €/m²),
- Anpassung an geänderte Wohnbedürfnisse (Mindestinvestition 600 €/m²).

Die Förderung ist auf die Gemeinden begrenzt, die folgende Kriterien erfüllen:

- Bevölkerungswachstum (Zunahme in den letzten drei Jahren),
- Wohnraumangebot (Zunahme der Haushalte in den letzten drei Jahren),
- Leerstandquote < 4 %,
- Median der Angebotsmieten in der Gemeinde mindestens um 5 % höher als im Freistaat Sachsen,
- Mietbelastung höher als im Freistaat Sachsen.

Die Zuständigkeit für die Bewilligung der Anträge liegt beim Staatsministerium des Innern. Wesentliche Zuwendungsvoraussetzungen werden in der Richtlinie wie folgt festgelegt:

- Einhaltung der Wohnflächenhöchstgrenzen,
- Baukostenuntergrenze 600 €/m²,
- Einhaltung der Baukostenobergrenze (flexibel),
- Belegungsrechte (Laufzeit 15 Jahre)
- Übertragung der Belegungsrechte auf Ersatzwohnungen.

Ferner wird die Mietpreisbindung auf Basis der Differenz zwischen Vergleichsmiete (Angebotsmieten) und Fördersumme/m² abgeleitet. Die Anpassung der Fördermiete erfolgt gemäß ortsüblicher Steigerung der Vergleichsmieten.

Der Zuschuss beträgt im Freistaat Sachsen bis zu 35 % der förderfähigen Aufwendungen, maximal 3,50 €/m² der für die geförderte Wohnung festgelegten Angebotsmiete. Darlehen werden in Sachsen nicht ausgegeben.

Mit der Zuweisung des Zuschusses sind weitere Auflagen verbunden:

- Mietpreis- und Belegungsbindung über 15 Jahre,
- Auszahlung des Zuschusses zu 100 % in Raten nach Baufortschritt,
- Nachweis der Tragfähigkeit der Gesamtbelastung durch den Investor,
- dingliche Sicherung bei Zuschüssen über 1 Mio. €,
- Eintragung einer Beschränkt Persönlichen Dienstbarkeit zur dinglichen Sicherung der Belegungsrechte.

Weitere Förderungen regelt der Freistaat Sachsen in separaten Richtlinien.

Im Rahmen der „Richtlinie Familienwohnen“ (Wohneigentumsförderung) werden über die Sächsische Aufbaubank Darlehn in Höhe von 50.000 € pro Kind vergeben. Der Zinssatz beträgt 0,75 % bei einer Laufzeit des öffentlichen Darlehns von 25 Jahren.

Die „Richtlinie seniorengerechter Umbau“ verfolgt in Gebäuden mit mehr als zwei Wohnungen und mit Baujahren vor 2010 das Ziel, den Umbau und die Einbruchssicherung von Wohnungen für Senioren zu unterstützen. Bestimmte Wohnflächengrenzen sind dabei, nach Haushaltsgröße differenziert, einzuhalten. Die Zuwendungen beziehen sich auf 40% der zuwendungsfähigen Ausgaben, betragen maximal jedoch 10.000,- € pro umgebaute Wohnung.

Im *Vergleich der Bundesländer* sind folgende Aspekte hervorzuheben:

- NRW differenziert die Förderung stärker nach einzelnen Zielgruppen (Studenten, Familien, Senioren) und bezieht sich über die Förderung in Sachsen hinaus auch auf zusätzliche Wohnformen wie Gruppenwohnungen und Miet-Einfamilienhäuser,
- NRW fördert sämtliche Gemeinden des Landes, wenn auch nach Mietstufen und Höhe der Tilgungsnachlässe differenziert, in Sachsen müssen die Gemeinden zunächst einen umfangreichen Kriterienkatalog erfüllen,
- Darlehn und Tilgungsnachlässe stellen sich als Kombination in der Förderung in NRW dar, in Sachsen wird vorrangig auf Zuschüsse gesetzt,
- Wohnraumförderung stellt sich in NRW in einer gesetzlichen Regelung (WFB) dar, die eine hohe Komplexität und Differenzierung aufweist und ein bürokratisches Antragsverfahren mit sich bringt,
- Sachsen fördert den Wohnungsbau mit drei Richtlinien für unterschiedliche Zielgruppen, die eine übersichtliche und klare Struktur aufweisen, jedoch die Anzahl der geförderten Gemeinden stark begrenzen und im Hinblick auf die Zielgruppen Familien und Senioren ein eher geringes Fördervolumen bereitstellen.

3 Grundlagen der Bewertung

Die *Wertermittlung im öffentlich geförderten Wohnungsbau* bedarf umfangreicher Eigentümerauskünfte, die insbesondere mit dem öffentlichen Darlehensvertrag verbunden sind:

- Höhe der tatsächlich vom Mieter gezahlten Miete (ggf. Fehlbelegung),
- Höhe der Kosten-/Fördermiete,
- Bindungswirkung (ggf. für Personengruppen),
- Wirtschaftlichkeitsberechnung zum Förderantrag,
- Art und Zahlungsstand der Fördermittel,
- Zinssatz für das Förderdarlehen,
- Tilgungsstand des Förderdarlehens,
- Planmäßige Laufzeit nach Tilgungsplan,
- ggf. Nachwirkungsfrist bei vorzeitiger Rückzahlung.

Ferner sind Angaben zur Ausübung von Belegungs-, Benennungs- und Besetzungsrechten erforderlich. Dabei ist insbesondere Abteilung II des Grundbuchs dahingehend

zu prüfen, ob beschränkt persönliche Dienstbarkeiten, z. B. ein Wohnungsbesetzungsrecht, dinglich gesichert sind. Im Übrigen ist im Fall der öffentlichen Förderung Abteilung III des Grundbuchs auf die Sicherung öffentlicher Darlehen zu überprüfen. Bei älteren Objekten, deren Bindung abgelaufen ist, ist ggf. die Grundakte einzusehen, um einen früheren Fördertatbestand festzustellen.

3.1 Wertbildende Einflussgrößen

Öffentlich geförderte Wohngebäude werden auf Basis des Ertragswertverfahrens bewertet. Zunächst ist die Marktmiete festzustellen und der Ertragswert ohne Sozialbindung zu ermitteln. Die Gesamtnutzungsdauer der Wertermittlungsobjekte beträgt in der Regel 60 bis 80 Jahre. Liegenschaftszinssätze für Mehrfamilienwohnhäuser sind den Veröffentlichungen des jeweiligen Gutachterausschusses zu entnehmen und auf die Chancen und Risiken durch den öffentlichen Wohnungsbau zu prüfen.

Bis vor einigen Jahren sind Liegenschaftszinssätze für öffentlich geförderte Wohnobjekte, z. B. von den Gutachterausschüssen in Düsseldorf und Duisburg, explizit ausgewiesen worden. Angesichts der immer geringer werdenden Kauffallzahlen und Wohnungsbestände in diesem Teilmarkt ist die Ableitung von Liegenschaftszinssätzen in den letzten Jahren nicht mehr durchgeführt worden. Die Bewirtschaftungskosten werden auf Basis der Ertragswertrichtlinie abgeleitet. Dabei sind ggf. zusätzliche Kosten für Schönheitsreparaturen (bei besonderer Abnutzung) zu ermitteln.

Vom vorläufigen Ertragswert ohne Sozialbindung sind die Mindermieten abzuziehen, die durch die Mietpreisbindung des öffentlich geförderten Wohnungsbaus (Kostmiete) entstehen. Dabei ist zunächst zu prüfen, über welchen Zeitraum (Bindungsfrist) die geringeren Mieten noch bestehen. Sofern nach Auslaufen der Bindungsfrist die Kostenmieten mehr als 20 % unter den Marktmieten befindlich sind, ist im Zuge der gesetzlichen Kappungsgrenze ein schrittweises Anpassen der Kostenmiete an die Marktmiete durchzuführen. Hierbei ist gemeindebezogen zu prüfen, ob eine Reduktion der Kappungsgrenze zu berücksichtigen ist.

Sofern das Darlehen vorzeitig zurückgezahlt wird, ist die Mietpreisbindung im Hinblick auf die Nachwirkungsfrist, ggf. die Kappungsgrenze und die Mietpreisbremse, zu beurteilen.

3.2 Fallbeispiele

Die Wertermittlung im öffentlich geförderten Mietwohnungsbau wird anhand von drei Fallkonstellationen dargestellt. Neben dem regulären Ablauf der Laufzeit der öffentlichen Bindungen (A1/B) und der vorzeitigen Rückzahlung von öffentlichen Darlehen spielt in Nordrhein-Westfalen (A2) dabei der Zinsvorteil, der mit öffentlichen Darlehen verbunden ist, eine wertrelevante Rolle.

Die folgenden Fallkonstellationen A1 und A2 beziehen sich auf NRW, die Fallkonstellation B stellt die Wertermittlung in Sachsen dar. In Sachsen wird nur eine Variante beleuchtet, da eine vorzeitige Tilgung von Darlehen im Mietwohnungsbau entfällt. Sachsen fördert den Mietwohnungsbau ausschließlich durch Zuschüsse.

Fall A1 – Ablauf der Laufzeit der öffentlichen Bindung

Ertragswertverfahren "Sozialer Wohnungsbau in NRW"

- #### - Fall A1: Regulärer Ablauf der Bindungsfrist

Objektdaten

Gebäudeart	Mehrfamilienwohnhaus (Bj. 2010)
Grundstücksgröße	600 m ²
Wohnfläche	400 m ²
Restnutzungsdauer	60 Jahre
Liegenschaftszinssatz	4 %
Vervielfältiger I	22,62
Fördermiete	5,00 €/m ²
Marktmiete	7,00 €/m ²
Mindermiete	2,00 €/m ²
Kappungsgrenze (nach BGB)	20 %
Restlaufzeit der Mietbindung	20 Jahre
Restbetrag der öffentlichen Darlehn	200.000 €
Zinssatz der öffentlichen Darlehn	1,00 %
Hypothekenzinssatz im langfristigen Mittel	4,00 %
Vervielfältiger II	8,11
Bodenwert	180.000 €

Wertermittlung

Jahresrohertrag bei Marktmiete (fiktiv)	
.400 m ² x 7,00 €/m ² x 12 Monate	33.600 €
	-6.720 €
.4% von 180.000 €	-7.200 €
Reinertrag der baulichen Anlagen	19.680 €
Ertragswert der baulichen Anlagen	
.19.680 € x 22,62 (Vervielfältiger I)	445.162 €
Bodenwert	180.000 €
Ertragswert ohne Sozialbindung	625.162 €

Ertragsminderung durch Sozialbindung

Mindermiete I (Mietbindung)	
.400 m ² x 2,00 €/m ² x 12 Monate	
Barwert der Mindermiete I	
.9.600 € x 13,59 (Vervielfältiger II)	130.464 €
Mindermiete II (Anpassung Kappungsgrenze)	
.400 m ² x 1,00 €/m ² x 12 Monate	
Barwert der Mindermiete II	
.4.800 € x 2,78 x 0,46	6.090 €
Zinsvorteil durch öffentliche Darlehn	
.200.000 € x (4,0% - 1,0%) x 8,11 (Vervielfältiger II)	48.660 €
Ertragswert mit Sozialbindung	537.268 €
Marktwert	rund 540.000 €

Fall A2 – Sofortige Rückzahlung der öffentlichen Darlehen

Ertragswertverfahren "Sozialer Wohnungsbau in NRW"

- Fall A2: Sofortige Rückzahlung der öffentlichen Darleh (mit Nachwirkungsfrist)

Objektdaten

Gebäudeart	Mehrfamilienwohnhaus (Bj. 2010)
Grundstücksgröße	600 m ²
Wohnfläche	400 m ²
Restnutzungsdauer	60 Jahre
Liegenschaftszinssatz	4 %
Vervielfältiger I	22,62
Fördermiete	5,00 €/m ²
Marktmiete	7,00 €/m ²
Mindermiete	2,00 €/m ²
Kappungsgrenze (nach BGB)	20 %
Restlaufzeit der Mietbindung	10 Jahre
Restbetrag der öffentlichen Darleh	200.000 €
Zinssatz der öffentlichen Darleh	1,00 %
Hypothekenzinssatz im langfristigen Mittel	4,00 %
Vervielfältiger II	8,11
Bodenwert	180.000 €

Wertermittlung

Jahresrohertrag bei Marktmiete (fiktiv)	
.400 m ² x 7,00 €/m ² x 12 Monate	33.600 €
./. Bewirtschaftungskosten (20%)	-6.720 €
./. Bodenertragsanteil	
.4 % von 180.000 €	-7.200 €
Reinertrag der baulichen Anlagen	19.680 €
Ertragswert der baulichen Anlagen	
.19.680 € x 22,62 (Vervielfältiger I)	445.162 €
Bodenwert	180.000 €
Ertragswert ohne Sozialbindung	625.162 €

Ertragsminderung durch Nachwirkungsfrist

Mindermiete I (Mietbindung)	
.400 m ² x 2,00 €/m ² x 12 Monate	
Barwert der Mindermiete I	
.9.600 € x 8,11 (Vervielfältiger II)	77.856 €
Mindermiete II (Anpassung Kappungsgrenze)	
.400 m ² x 1,00 €/m ² x 12 Monate	
Barwert der Mindermiete II	
.4.800 € x 2,78 x 0,46	6.090 €
Ertragswert mit Sozialbindung	541.216 €
Marktwert	rund 540.000 €

Fall B – Ablauf der Bindungsfrist

Ertragswertverfahren "Sozialer Wohnungsbau in Sachsen"

- Fall B: Regulärer Ablauf der Bindungsfrist

Objektdaten

Gebäudeart	Mehrfamilienwohnhaus (Bj. 2010)
Grundstücksgröße	600 m ²
Wohnfläche	400 m ²
Restnutzungsdauer	60 Jahre
Liegenschaftzinssatz	4 %
Vervielfältiger I	22,62
Fördermiete	3,50 €/m ²
Marktmiete	7,00 €/m ²
Mindermiete	3,00 €/m ²
Kappungsgrenze (nach BGB)	20 %
Restlaufzeit der Mietbindung	15 Jahre
Restbetrag der öffentlichen Darlehn	200.000 €
Zinssatz der öffentlichen Darlehn	- %
Hypothekenzinssatz im langfristigen Mittel	4,00 %
Vervielfältiger II	11,12
Bodenwert	180.000 €

Wertermittlung

Jahresrohertrag bei Marktmiete (fiktiv)	
.400 m ² x 7,00 €/m ² x 12 Monate	33.600 €
./. Bewirtschaftungskosten (20%)	-6.720 €
./. Bodenertragsanteil	
.4% von 180.000 €	-7.200 €

Reinertrag der baulichen Anlagen	19.680 €
----------------------------------	----------

Ertragswert der baulichen Anlagen	
.19.680 € x 22,62 (Vervielfältiger I)	445.162 €
Bodenwert	180.000 €

Ertragswert ohne Sozialbindung	625.162 €
---------------------------------------	------------------

Ertragsminderung durch Sozialbindung

Mindermiete I (Mietbindung)	
.400 m ² x 3,50 €/m ² x 12 Monate	
Barwert der Mindermiete I	
.16.800 € x 11,12 (Vervielfältiger II)	186.816 €
Mindermiete II (Anpassung Kappungsgrenze)	
.400 m ² x 2,80 €/m ² x 12 Monate	
Barwert der Mindermiete II	
.13.440 € x 2,78 x 0,56	20.923 €
Mindermiete III (Anpassung Kappungsgrenze)	
.400 m ² x 1,96 €/m ² x 12 Monate	
Barwert der Mindermiete III	
.9.408 € x 2,78 x 0,49	12.816 €
Mindermiete IV (Anpassung Kappungsgrenze)	
.400 m ² x 0,95 €/m ² x 12 Monate	
Barwert der Mindermiete IV	
.4.560 € x 2,78 x 0,44	5.578 €

Ertragswert mit Sozialbindung	399.029 €
Marktwert	rund 400.000 €

Die Wertermittlungsergebnisse stellen sich für das Bestandsobjekt bei einer Laufzeit des öffentlichen Darlehens von 20 Jahren bzw. einer Nachwirkungsfrist von 10 Jahren in NRW relativ homogen dar. Die Abweichung zwischen den Bewertungsfällen ist kaum wahrnehmbar. Sofern die Kapitalmarktzinssätze jedoch steigen und die Bindungsfristen länger werden, kann sich diese Abweichung zwischen den Wertermittlungsergebnissen deutlich erhöhen.

In Sachsen beträgt die Mietpreis- und Belegungsbinding für ein vergleichbares Objekt generell 15 Jahre. Bei vergleichbaren Marktbedingungen und gleicher Markt-, jedoch zuschussbedingt geringerer Fördermiete ergibt sich in Sachsen im Vergleich zur Bewertung in NRW eine Differenz zum Marktwert in Höhe von rund 140.000,- €. Diese Differenz reduziert sich bei geringerer Inanspruchnahme von Zuschüssen und damit höherer Fördermiete. Ein Einfluss der Kapitalmarktzinssätze besteht förderbedingt in Sachsen nicht.

4 Exkurs Projektentwicklung

Im Zuge der Marktwertermittlung werden bei der Bewertung im öffentlich geförderten Wohnungsbau die Tilgungsnachlässe in NRW bzw. die Zuschüsse in Sachsen (Erlöse bis zur Fertigstellung) nicht berücksichtigt. Für die Investitionsentscheidungen von Bauherrn sind diese Zuschüsse jedoch von erheblicher Bedeutung, da sie die kalkulierten Baukosten deutlich mindern. Auf Basis der aktuellen Förderpraxis in NRW habe ich festgestellt, dass in Ballungsräumen (Düsseldorf, Köln, Essen, Dortmund) die Kombination aus erhöhten Darlehn und aus Tilgungsnachlässen (bis zu 30 % der Darlehbeträge) zu Nettoanfangsrenditen führen, die über den Nettoanfangsrenditen für frei finanzierte Mietwohnobjekte in diesen Städten liegen.

Die anhaltende Zurückhaltung der Investoren ist trotz der attraktiven Renditen und der enormen Nachfrage nach geförderten Wohnungen weiterhin auf die geringe Verfügbarkeit von Grundstücken, die hohen (nicht förderfähigen) Bodenwerte, den erheblichen Bürokratismus im Antragsverfahren, verbunden mit Personalmangel in vielen zuständigen Ämtern, und das Fehlen geeigneter Bauunternehmen und Handwerker zurückzuführen. Außerdem bestehen bei vielen Investoren „Berührungsverhalte“ und wenig Erfahrungen mit dem öffentlich geförderten Wohnungsbau.

5 Ausblick

In der Bewertungspraxis wird der soziale Wohnungsbau in Zukunft wieder vermehrt eine Rolle spielen. Die Stärkung des sozialen Wohnungsbaus ist politischer Wille. Auch wenn derzeit noch mehr Wohnungen aus der Bindung entlassen als neu geschaffen werden, wird der Druck auf den Neubau von bezahlbarem Wohnraum und auf Umbau, Änderung und Erweiterung im Bestand immer größer.

Die Wohnraumförderung setzt in NRW verstärkt Anreize durch höhere Darlehenssummen, Tilgungsnachlässe und steigende Fördermieten. Die Möglichkeit der Verlängerung von Bindungsfristen im Bestand ist der richtige Weg zum Erhalt von bezahlbarem Wohnraum. Das Land hat erkannt, dass die Nachfrage nach urbanen, barrierefreien und energieeffizienten Wohnungen, die für einkommensschwache Bevölkerungs-

gruppen bezahlbar sind und bleiben, insbesondere in Ballungsräumen weiter ansteigt. Bisher kann die Nachfrage nur zu einem Bruchteil befriedigt werden.

Sicherlich ist noch Aufklärungsarbeit und gezielte Information in Richtung der privaten Investoren zu leisten, vor allem sind aber die Genossenschaften und die kommunalen Wohnungsbaugesellschaften jetzt aufgefordert, in den öffentlich geförderten Wohnungsbau zu investieren. Die „gesellschaftliche Nähe“ ist historisch und aufgabenbedingt bei diesen Unternehmen schon vorhanden.

Den meisten Städten und Gemeinden ist inzwischen bewusst, dass Maßnahmen der Ausweisung von Wohnbauflächen, der auch städtebaulich und klimapolitisch sinnvollen Verdichtung auf Grundstücken in urbanen Lagen sowie der Verstärkung des Personals in den Planungs-, Bau- und Wohnungsämtern dringend erforderlich sind, um die wohnungspolitischen Aufgaben der nächsten Jahre zu bewältigen.

Für die Bewertungspraxis wäre es bei wieder erhöhter Anzahl an Neubauten und bei zunehmendem Handel von öffentlich geförderten Wohnungen hilfreich, wenn die Gutachterausschüsse in absehbarer Zeit wieder teilmarktbezogene Liegenschaftszinssätze ermitteln würden. Die in vielen Grundstücksmarktberichten vorhandenen Liegenschaftszinssätze für Denkmalschutzobjekte dienen als gutes Beispiel.

Quellen/Literatur

Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes NRW, Wohnungsbauförderungsbestimmungen (WFB), Stand 04.02.2020.

SÖFKER, WILHELM (2002), Wohnraumförderungsrecht, Beck-Verlag, München.

Sächsisches Staatsministerium des Innern, Richtlinie gebundener Wohnraum, Stand 10.12.2019.

Sächsische Aufbaubank, Richtlinie Familienwohnen, Wohneigentumsförderung, Stand Juni 2018.

Sächsische Aufbaubank, Richtlinie seniorengerecht Umbauen, Stand 20.09.2019.

Wohnraumförderungsgesetz (WoFG), in Kraft seit 01.01.2002.

Wohnungsbauförderungsgesetz (WBFG), in Kraft seit 27.03.2003.

Zweites Wohnungsbaugesetz (II. WoBauG), in Kraft bis 31.12.2001.



Schmidt, Karsten
Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)

Ö.b.u.v. Sachverständiger AKNW
Mitglied BVS, BIIS, DVP, BDB

- 1992–1993: Immobilien-Marktforscher bei ExperConsult, Dortmund
- 1993–1998: Projektleiter bei Wilma Immobilien AG, Düsseldorf/Ratingen
- 1998–2001: Bereichsleiter bei Bilfinger Berger Projektentwicklung GmbH, Essen/Frankfurt
- 2001–2005: Freier Sachverständiger, Dortmund
- 2005–2020: Lehrbeauftragter/Vertretungsprofessor an der Fachhochschule Dortmund, Fachgebiet „Bauwirtschaft, Baumanagement, Projektentwicklung“
- seit 2005: Partner des Sachverständigenbüro Schmidt + Partner, Dortmund
- seit 2014: Geschäftsführer der Schmidt + Partner Projektconsulting GmbH, Dortmund
- seit 2019: Geschäftsführer der AS Portfolio Consult GmbH, Dortmund
-

Risiken im Sachverständigenbüro oder: Wo kann uns die Versicherungswirtschaft das Leben erleichtern?

Stephan Zehnter

Kurzfassung

Nachfolgender Beitrag soll in verschiedenen Szenarien Problemstellungen und Risiken aus dem Leben eines erfundenen Sachverständigen aufzeigen, welche sich im Rahmen der Sachverständigkeit ergeben können, oder aber aus dem täglichen Leben heraus Einfluss auf dieselbe nehmen können. Den einzelnen in der Regel auf konkreten Fällen basierenden Szenarien nachgelagert, wird (stichpunktartig) das betreffende Segment der Versicherungswirtschaft bzw. für die Betroffenen besonders relevante Ausgestaltungen der einzelnen Versicherungsarten oder -verträge genannt.

Szenario 1

Der junge Sachverständige S arbeitet seit mehreren Jahren in dem etablierten Sachverständigenbüro B. In Vorbereitung auf sein Berufsexamen erstattet S seit etwa zwei Jahren auch vereinzelt kleinere Gutachten in eigenem Namen. Diese Tätigkeit erfolgt mit Wissen und Dulden von B (Vermögensschaden-Haftpflichtversicherung B inkl. Mitarbeitereinschluss oder eigenständige Mikropolice S).

Das letzte Treffen des studentischen Alumni-Clubs, welchem S seit seinem Studium angehört, verlief unerwartet feuchtfröhlich. Da S unglücklicher Weise jedoch mit dem Auto zu dem Treffen angereist war, ergab sich auf dem Nachhauseweg eine unerfreuliche Begegnung mit Vertretern des Gesetzes, was neben einer Geldbuße und einem Eintrag in „Flensburg“ auch ein vierwöchiges Fahrverbot zur Folge hatte. Peinlich berührt, verschweigt S diese kleine Episode im Büro und tritt im Büro fortan mit dem Fahrrad an, was aufgrund der frühsommerlichen Witterung und Temperaturen weiters nicht auffällt. Nach etwa drei Wochen seines Radfahrerdaseins wird S von B gebeten mit dem Firmenwagen eine Gutachtensakte zu Gericht zu bringen und bei dieser Gelegenheit auch gleich bestellte Pläne aus dem Bauamt sowie Grundbuchauszüge aus dem Grundbuchamt abzuholen. Da es sich lediglich um eine Ortsfahrt handelt, schätzt S das Risiko vergleichsweise gering ein und macht sich, wie auch in der Vergangenheit regelmäßig praktiziert auf den Weg. In der Innenstadt führt die örtliche Bereitschaftspolizeischule an diesem Tag Fahrzeugkontrollen durch. Als S kontrolliert wird, stellen die Beamten nicht nur fest, dass S derzeit keinen Führerschein vorweisen kann, sondern sich das Fahrzeug auch nicht im Eigentum von S befindet. S erhält eine Anzeige wegen Fahrens ohne Fahrerlaubnis und muss wegen des vorangegangenen Geschehens überdies mit einem Prozess rechnen (Rechtsschutz, Strafrechtsschutz, S).

Nach seiner Rückkehr mit öffentlichen Verkehrsmitteln in das Büro gesteht S seinem Chef B das Malheur und gelobt nach einer Standpauke Besserung. Vollkommen überrascht werden beide zwei Wochen später von einem Schreiben an B, wonach er sich strafbar gemacht habe, weil er das betriebliche Kraftfahrzeug einem Fahrer ohne gültige Fahrerlaubnis zur Dienstausübung übergeben habe (Strafrechtsschutz Unternehmen bzw. B).

Szenario 2

Ein halbes Jahr später hat S erfolgreich seine Prüfung des Berufsexamens abgelegt und möchte sich nun in Bürogemeinschaft mit seinem früheren Chef B selbstständig machen. Auf der Suche nach einer passenden Versicherungslösung für etwaige Vermögensschäden erinnert sich S an seine früheren Gutachten, welche aus heutiger Sicht eines frisch zertifizierten oder vereidigten Sachverständigen eher noch als laienhaft zu bezeichnen sind, und sucht auch hierfür nach einer Lösung (Vermögensschadhaftpflichtversicherung, Rückwärtsdeckung S).

Szenario 3

Zwei Jahre später möchte B aus Altersgründen in den Ruhestand treten und seine berufliche Tätigkeit einstellen. Aus diesem Grunde nimmt er Kontakt mit seiner Versicherungsgesellschaft auf und kündigt den seit Jahrzehnten bestehenden Vermögensschadhaftpflichtvertrag. Im Bestätigungsschreiben wünscht die Versicherungsgesellschaft B weiterhin viel Glück und Gesundheit, bedankt sich für die langjährige, vertrauliche Partnerschaft und bestätigt das Ende der Versicherungsdeckung. Einige Jahre später erreicht B, der in den letzten 20 Jahren seiner beruflichen Tätigkeit überwiegend für institutionelle deutsche Auftraggeber weltweit Investmentobjekte bewertete, die Aufforderung, sich wegen mehrerer ausländischer Gutachten an einem Verfahren der freiwilligen Gerichtsbarkeit zu beteiligen. Da weder B noch weitere Verfahrensbeteiligte sich dem Verfahren der freiwilligen Gerichtsbarkeit anschließen, wird dieses erfolglos eingestellt.

B genießt in der Folgezeit seinen wohlverdienten Ruhestand, reist viel mit seiner Ehefrau, kümmert sich um seine Enkelkinder und verfolgt nach wie vor interessiert die Sachverständigenszene sowie den erfreulichen Werdegang seines Nachfolgers. 9 Jahre nach Ausscheiden aus dem Berufsleben erreicht S ein Schreiben des Gerichts, wonach das Büro, welches S unter gleichem Namen fortführt, vor neuneinhalb Jahren aufgrund zweier fehlerhafter Gutachten in USA und Australien für institutionelle deutsche Auftraggeber einen Vermögensschaden in Höhe von jeweils 10 Millionen € verursacht habe. S weist das Gericht unverzüglich darauf hin, dass nicht das Büro sondern B persönlich das Gutachten erstattet habe, woraufhin sich der Anspruchsteller über das Gericht an den Ruheständler B wendet (Rechtsschutz, Vermögensschadhaftpflichtversicherung mit zehnjähriger Nachhaftung, weltweite Deckung, 24/7, zweifache Maximierung S).

Der in seinem wohlverdienten Ruhestand gestörte B sorgt sich nun trotz Nachhaftung, Weltweitdeckung und zweifacher Maximierung um seine Sicherstellung, da ihm zu Ohren kam, dass in dem analogen Kontext bereits mehrere fehlerhafte Gutachten von

Kollegen zur Ahndung kamen, und dem Vernehmen nach bei den zuletzt geltend gemachten Schäden die Versicherungsleistung bereits nicht mehr erfolgte (Rückversicherung).

Szenario 4

Der mittlerweile anerkannte und etablierte Sachverständige S bearbeitet regelmäßig komplexe Aufträge mit teils sehr schwierigen Fragestellungen und außergewöhnlich hohen Verkehrswerten (erhöhte Einzelpolice zur Grundpolice für das Einzelmandat). An ihn werden beispielsweise Wertermittlungsfragen im Kontext des Gesellschaftsrechts mit Einbringungswerten von Immobilien in vermögensverwaltende Kommanditgesellschaften oder steuerrechtliche Fragen, wie zur Aufteilung eines einheitlichen Kaufpreises auf einen Grundstücks- und einen Gebäudeanteil. In diesem Kontext wird S auch regelmäßig dazu befragt, welche von mehreren Alternativen die günstigere sein könnte bzw. ob eine Alternative aus wertermittlungstechnischer Sicht darstellbar und begründbar wäre. Ebenso werden von verschiedenen Auftraggebern im Zuge von Verkehrswertermittlungen auch regelmäßig Fragen an S gerichtet, ob er einen Ankauf/Verkauf befürworten würde.

In verschiedenen Schriftsätzen wird in den Folgejahren dem Sachverständigen von unterschiedlichen Auftraggebern sodann vorgehalten, dass seine Beratung fehlerhaft gewesen wäre und den Unternehmen daher Schäden entstanden wären (Beraterhaftung i.d.R. in der Vermögensschadenhaftpflichtversicherung inkludiert S).

Szenario 5

Das aufstrebende Sachverständigenunternehmen setzt sich mittlerweile aus dem Sachverständigen zwei Sekretärinnen und vier Sachverständigen Mitarbeitern zusammen. Der Geschäftsgang ist aufgrund der hohen fachlichen Qualifikation von S weiterhin expansiv und die Firma verfügt über eine vorbildliche personelle wie materielle Besetzung und Ausstattung der Büros. Die beiden Leasingfahrzeuge, welche für betriebliche Bedürfnisse zur Verfügung stehen, sind der Oberklasse zuzuordnen und dienen in den Augen der Mitarbeiter ebenso als berufliches Statussymbol, wie die elektrisch höhenverstellbaren Schreibtische, die mit zwei 24 Zoll-Bildschirmen ausgestatteten Arbeitsplätze, die moderne Bürokommunikation und Computeranlage sowie zahlreiche weitere technische Spielereien.

An einem Montagmorgen, nach einem langen Wochenende, entdeckt S bei Betreten des Büros, dass offensichtlich in das Büro eingebrochen wurde und mehrere Computer, Laptops sowie ein Kaffeevollautomat entwendet wurden. Aufgrund des offenstehenden Fensters kam es bei dem starken Unwetter am Wochenende zu einem erheblichen Wassereintritt im Büro, was wiederum die Serveranlage zerstörte sowie die Küche im Sockelbereich unter Wasser setzte, was zum Aufquellen des Korpus führte und die Küche unbrauchbar machte. Bis zum Ersatz des Servers 2 Wochen später war das Unternehmen nicht arbeitsfähig (Inhaltsversicherung in Verbindung mit IT-Deckung, Elektronikversicherung und Betriebsunterbrechungsversicherung, Neuwertentschädigung S).

Mit den erneuerten Geräten und Computern macht sich das Team unmittelbar wieder an die Bearbeitung der aufgelaufenen Aufträge. Auf dem Weg mit dem firmeneigenen Leasingfahrzeug zum Bauamt tuschert ein Mitarbeiter bereits zum wiederholten Male den Randstein. Die Versicherung lehnt eine Regulierung des Schadens mit Verweis auf die Kfz-Versicherung ab, da diese lediglich auf S lauten würde (Kfz-Fuhrparklösung, unbeschränkte Fahrer S).

Ein Mitarbeiter von S stößt derweilen bei der Datenrecherche im Internet auf einen interessanten Link zu einem hochaktuellen Thema und verbreitet diese interessanten Neuerungen nicht nur an seinen Chef und Kollegen, sondern auch an Studienkollegen und befreundete Sachverständigenbüros sowie institutionelle Auftraggeber. Kurze Zeit später erscheint auf allen mittlerweile schwarzen Bildschirmen des Büros die Nachricht, dass der Computer gesperrt wäre und nur gegen Zahlung eines Lösegeldes in Bitcoin-Währung wieder freigeschaltet werden würde. Sofern diese Zahlung nicht binnen 1 Stunde geleistet wird, wird mit der Löschung der Festplatten begonnen. Ein kurzer Telefonrundruf ergibt, dass mit der vermeintlich wichtigen Information hinter dem Link eine Schadsoftware versendet wurde, welche nun auch andere Unternehmen betroffen hat und entsprechend lahmlegt (Cyberschutz, Bürohaftpflicht). S ist über die Kurzsichtigkeit seines Mitarbeiters sehr erbost, da im vergangenen Jahr dieser bereits im Rahmen einer Onlinezahlung für Lagepläne auf eine Phishing Mail hereingefallen war und so im Nachgang ein fünfstelliger Schaden entstand (Vertrauensschadenversicherung S).

Szenario 6

Nach über zehn Jahren mit zum Teil gesundheitsgefährdenden Stresslevel beginnt S sich wieder mehr um seine Gesundheit zu kümmern. Bereits im vergangenen Jahr ließ ein gesundheitlicher Crash das Büro aufhorchen, als S mit einer Belastungsstörung und Erschöpfungszuständen drei Wochen in einer psychosomatischen Klinik verbringen musste (Krankenversicherung, Krankentagegeld S).

Um derartigen Erscheinungen künftig vorzubeugen, widmet sich S nun wieder vermehrt dem Sport. Bei einer Extremskitour mit Freunden im fernen Osteuropa wird S von einer Lawine erfasst und unter ihr begraben. Glücklicherweise gelingt es den Mitstreitern, S binnen weniger Minuten aus der Lawine zu befreien, einen Rettungsnotruf abzusetzen und die erforderliche Bergung einzuleiten. S wird mit zahlreichen Knochen- und Wirbelbrüchen in das Krankenhaus eingeliefert (Auslandskrankenschutz, Unfallversicherung S).

Da rasch feststeht, dass vor Ort eine adäquate medizinische Versorgung nicht gewährleistet werden kann, bittet die Ehefrau von S die Versicherung, S nach Hause zu holen. Mit einem Lear Jet wird S zurück nach Deutschland verlegt und in eine Unfallklinik gebracht (Rückholdienst, Unfallversicherung, Krankenversicherung S).

Während die Mitarbeiter in den ersten vier Wochen noch versuchen Altaufträge, deren Besichtigung bereits erfolgt war, abzuarbeiten, sind diese in der fünften Woche erledigt und keinerlei Neuaufräge mehr zur Bearbeitung vorhanden. Die Ehefrau von S versucht Vertretungslösungen zu etablieren, was jedoch aufgrund des Höchstpersönlichkeitsgrundsatzes scheitert (Krankentagegeld, Unfallversicherung S).

Nach achtwöchigem Krankenhausaufenthalt sowie dreimonatiger Rehabilitation wird offenbar, dass eine vollumfängliche Rehabilitation von S nicht mehr zu erwarten steht. Aufgrund der Wirbelsäulenverletzungen, welche mit bleibenden Schädigungen einhergehen, wird S eine Erwerbsminderung von 50 % bescheinigt und ein entsprechender Schwerbehindertenausweis ausgestellt. Er kann in der Folge maximal vier Stunden pro Tag konzentriert arbeiten (Berufsunfähigkeitsversicherung, abbedungene Verweisbarkeit, Zuarbeitsmöglichkeit ohne Anrechnung S).

Szenario 7

Aufgrund umsichtiger vertraglicher Gestaltung der Berufsunfähigkeitsversicherung mit fehlender Verweisbarkeit ab 50 % Erwerbsminderungsgrad ist es S möglich, sein weiterhin florierendes Sachverständigenbüro neben dem Bezug seiner Berufsunfähigkeitsrente nach seinen Möglichkeiten teilweise weiter zu betreiben. Eingedenk seiner Einschränkungen bedient sich S fortan vermehrter Hilfestellungen durch junge Kollegen und Mitarbeiter, welche von der Erfahrung des hoch anerkannten Sachverständigen S profitieren. Um Ihnen Tätigkeit mit entsprechendem Versicherungsschutz zu ermöglichen, erweitert S seine bestehende Vermögensschadenhaftpflichtversicherung auf die in seinem Büro tätigen Mitarbeiter. Im Rahmen der Fuhrpark-Versicherungslösung für den teils im Privatbesitz, teils im Firmeneigentum stehenden Kfz-Fuhrpark sind nicht nur sämtliche Mitarbeiter unabhängig ihres Alters und ihrer Fahrerfahrung, sondern auch sämtliche Familienmitglieder und jegliche Dritte mitversichert, welche die im Fuhrpark gemeldeten Fahrzeuge bedienen. Nach jeweiliger Überprüfung der Fahrerlaubnis bedient sich nun auch S seiner Mitarbeiter für diverse Fahrten zu Besichtigungen und Ortsterminen, um in diesem Rahmen auch die praktische Ausbildung der jungen Kollegen zu gewährleisten.

Im Rahmen eines Ortstermins, den S zusammen mit dem Mitarbeiter M durchführt, gerät S vermutlich aufgrund der noch bestehenden bewegungsmäßigen Einschränkungen nach dem Lawinenunglück ins Straucheln und stößt eine wertvolle antike Vase samt Schutzglas von einem etwa 1,50 m hohen Podest. Bei dem Versuch, diese noch aufzufangen, entgleitet die Vase S und M gemeinsam, wobei das schwere Schutzglas einer Auftraggeberin auf den Vorderfuß fällt und neben Schnittverletzungen auch zu Mittelfußknochenbrüchen führt, welche wiederum in der Klinik behandelt werden müssen (Berufshaftpflicht, Sachschaden, Personenschaden S).

Szenario 8

Im Auftrag seiner institutionellen Auftraggeber reist S für acht Tage in ein südosteuropäisches Land, um dort mehrere Investmentobjekte zu besichtigen und hinsichtlich eines möglichen Ankaufs zu bewerten. Verschiedene Kontaktpersonen betreuen S auf seiner Rundreise, zeigen ihm neben den Objekten auch Vergleichsobjekte sowie Lage, Umgebung und Infrastruktur der betreffenden Orte. Bei der Passkontrolle zur Ausreise auf dem Flughafen wird S von drei uniformierten in einen kleinen Raum geführt. Dort wird ihm eröffnet, dass er wegen Propagandavergehen, Unterstützung einer terroristischen Vereinigung und weiteren Vergehen angeklagt werden soll (Strafrechtsschutz mit Strafkaution Ausland S).

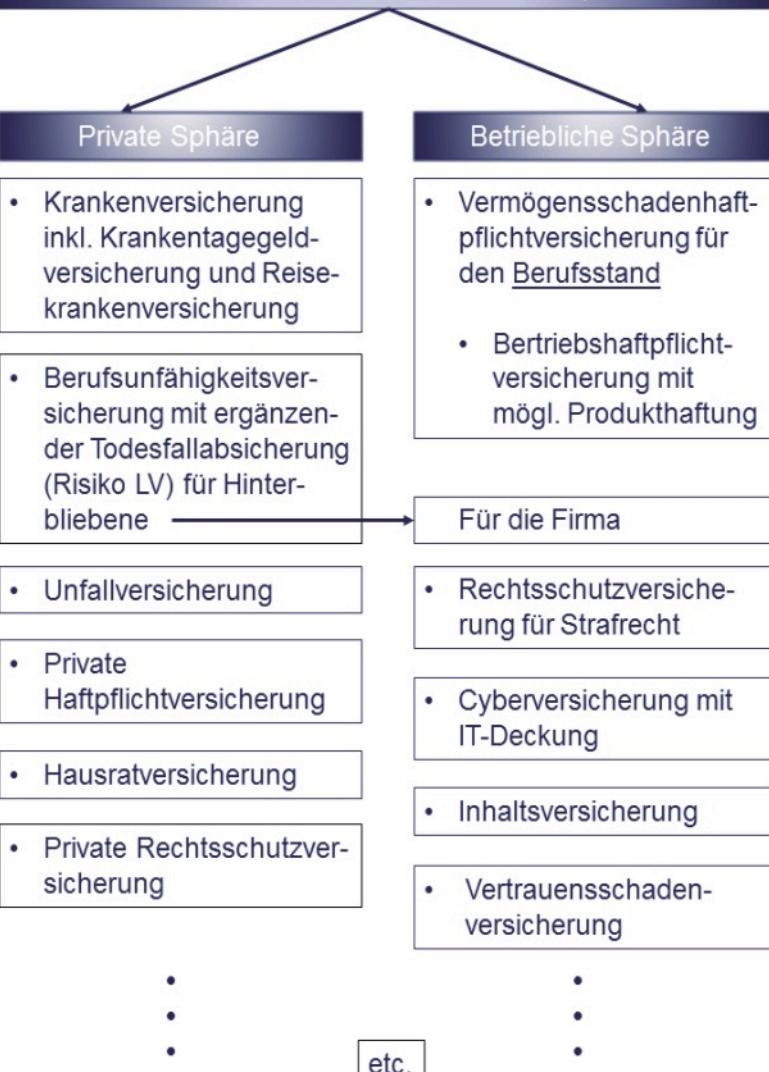
Szenario 9

Das 10-jährige Betriebsjubiläum des S trifft mit einem weiteren erfreulichen Umstand zusammen. Der erste und langjährigste Kollege K absolviert erfolgreich sein Berufsexamen und tritt als Sozius in die Firma ein. Die entsprechenden Geschäftsanteile hat K durch einen Kredit in sechsstelliger Höhe von S erworben. Ebenso ist das neu erworbene Familienheim der Familie K kreditiert. Die betriebswirtschaftlichen Auswertungen der vergangenen Jahre sowie die aktuelle Auftragslage lassen eine Tilgung innerhalb von 6 bis 8 Jahren erwarten. Wenige Wochen nach Eintritt in die Sozietät erleidet K auf einer Dienstfahrt einen Herzinfarkt und verunglückt in diesem Zusammenhang schwer. Nach 6 Monaten im Koma beginnt die Berufsunfähigkeitsversicherung die mittlerweile eingestellten Leistungen der Krankentagegeldversicherung zu übernehmen. Nach weiteren 3 Monaten verstirbt K letztendlich, ohne das Bewusstsein wiedererlangt zu haben (Unfallversicherung, Krankentagegeld, Berufsunfähigkeitsversicherung mit Rentenleistung und Todesfallabsicherung, Risikolebensversicherung K).

Szenario 10

Einige Jahre später sitzen und M und sein Kollege K, welche beide gerade ihr Berufsexamen absolviert haben, zusammen mit S bei einem abendlichen Bier und befragen ihn, was rückblickend für ihn die entscheidenden Hilfestellungen aus der Versicherungswirtschaft für seine berufliche Tätigkeit waren. S erklärt den jungen Kollegen, dass eine Versicherung wie ein Kopfkissen wäre – man braucht ein gutes und dickes Polster, um ruhig schlafen zu können. Eine Versicherung ist aber auch wie ein Bergseil, dass eine Seilschaft sichert. Man hofft, es nie zu brauchen, doch für den Fall der Fälle ist entscheidend, dass es hält. Und ist der Fall der Fälle eingetreten, so ist entscheidend, dass der Partner am anderen Ende des Seils nicht nur hält, sondern auch die Rettung und Bergung einleitet. Dies geschieht im versicherungswirtschaftlichen Kontext durch schlagkräftige eigene Schadensabteilungen, eigene Anwälte oder Vertrags/Kooperationsanwälte sowie ein leistungsfähiges Rahmen-Serviceangebot. Fatal sind gegebenenfalls nicht rückversicherte Poollösungen, die den Versicherten in trügerischer Sicherheit wiegen.

Risiken im Sachverständigenbüro





Zehnter, Stephan
Dipl.-Betriebswirt (FH), MRICS

- 1994: Fachwirt der Grundstücks- und Wohnungswirtschaft (IHK)
- 1996: Diplom-Sachverständiger (DIA) für bebaut und unbebaute Grundstücke, Mieten und Pachten
- 1999: Diplom-Vermögensmanager (DIA)
- 2000/2001: von der IHK für München und Oberbayern ö.b.u.v. Sachverständiger für die Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken (IHK) sowie für die Bewertung von Mieten und Pachten (IHK)
- 2002: Chartered Surveyor
- seit 1986: Tätigkeit in der Immobilienwirtschaft
- 1996–1999: Sachverständiger im Konzern zweier deutscher Großbanken
- seit 1999: ausschließlich selbständige Tätigkeit
- Mitgliedschaften:
- Aufsichtsrat der DIA Consulting AG
 - zahlreiche Sachverständigenausschüsse und -gremien
 - Registered Valuer (RICS)
 - Bundesverband der Immobilien-Investment-Sachverständigen (BIIS)
 - Lehr- und Prüfungstätigkeit an zahlreichen Instituten.
-

Bewertung von Kirchenimmobilien – oder: Was ist eigentlich der Kölner Dom wert?

Wolfgang Glunz

Kurzfassung

Was vor wenigen Jahrzehnten noch weitestgehend undenkbar war, ist jetzt schon Normalität. Nicht selten werden kirchliche Immobilien auf dem Immobilienmarkt angeboten, darunter auch Kirchen selbst.

Letzteres ist beispielsweise in den USA überhaupt keine Besonderheit, auch im Nachbarland Niederlande findet man entsprechende Angebote in großer Anzahl im Internet. Dort gibt es sogar entsprechend spezialisierte Makler. In Deutschland ist der Handel mit Kirchen immer noch recht selten, allerdings mit steigender Tendenz.

Dass die Nutzung kirchlicher Immobilien außerhalb der sakralen Nutzung aufgegeben wird, ist aber fast schon üblich. Daher müssen sich Sachverständige insbesondere mit der marktüblichen Folgenutzung dieser Gebäude auseinandersetzen, um einen „Marktwert“ zu ermitteln. Dieser Beitrag setzt sich anhand von Beispielen mit der Bewertung von kirchlichen Immobilien auseinander, um dafür Vorgehensweisen aufzuzeigen oder Denkanstöße zu geben. Einen festen „Fahrplan“ gibt es i.d.R. nicht, da jede solcher Immobilien, mag es ein Pfarrzentrum oder eine denkmalgeschützte Kirche aus dem 18. Jahrhundert sein, ihre Eigenarten hat. Zudem spielt hier auch der Bewertungszweck eine Rolle, was am Beispiel von Kirchenbewertungen für Entschädigungs-zwecke aufgezeigt wird.



Abb. 1: church for sale in Wildwood, New Jersey (eigenes Foto)

1 Einleitung

Für einen gebürtigen und katholischen Kölner ist die eingangs gestellte Frage leicht zu beantworten: „Der Kölner Dom ist unbezahlbar“. Allerdings versteht der eine das als „Wert“, der andere, etwas nüchterner Betrachter, bezogen auf dessen Instandhaltung.

In Dresden ist die Antwort nach dem Wert der Frauenkirche doch einfach, da man ja die Kosten für den Wiederaufbau kennt.



Abb. 2: Frauenkirche in Dresden (eigenes Foto)

Oder? Sind auch hier die Kosten nicht der Wert?

Ändert sich etwa der Wert mit der Nutzung? Als beispielsweise in Stralsund bereits 1951 aus der Katharinenkirche ein Natur- später ein Meeresmuseum oder in Trier ab 1979 aus der Abteikirche St. Maximin eine Sport- bzw. Festhalle wurde?

Gibt es einen Symbolwert? Am besten noch in Euro?

Gerade bei Kirchen, vor allen Dingen, wenn diese noch sakral genutzt werden, ist die Frage nach dem „Wert“ grundsätzlich schwer zu beantworten. Dieser Beitrag versucht, Wege dorthin aufzuzeigen.

Dazu werden zunächst die Anlässe der Bewertung einer Kirche bzw. von kirchlichen Immobilien beleuchtet, gefolgt von einer systematischen Darstellung der in Frage kommenden Immobilienarten und deren mögliche, marktgerechte Folgenutzung, um schließlich zur Bewertung zu gelangen.

2 Anlässe der Bewertung

Warum trennen sich Kirchgemeinden, egal welcher Glaubensrichtung, von ihren Immobilien? Die Antwort ist einfach, „um Kosten zu sparen“. Gerade die Unterhaltung dieser Gebäude ist aufwändig und die „Konzentration aufs Wesentliche“ geboten.

Daher müssen diese Immobilien bewertet werden, um angemessene Verkaufspreise zu erhalten. Aber auch noch weitere Anlässe existieren, welche die Beauftragung eines Sachverständigen für Immobilienbewertung zur Folge haben.

Diese sind im Einzelnen:

Verkauf / Hintergründe

- Zukünftige Finanzierung des kirchlichen Baubestand ist nicht mehr gesichert,
- zunehmende Kirchenaustritte,
- demographischer Wandel,
- Konzentration auf das Wesentliche.

Bei diesem Anlass ist der Verkehrswert gemäß § 194 BauGB gefragt als Grundlage für den Verkauf bzw. der Verkaufsverhandlung.

Vermögensübersicht / Bilanz

- Öffentlicher Druck, das Vermögen der Kirche offenzulegen,
- Anlagenverzeichnis,
- Übergang von der Kameralistik auf die Doppik.

Hier ist der „Buchwert“ gefragt, der nicht immer der Verkehrswert gemäß § 194 BauGB ist oder *zu sein scheint*.

Entschädigung

- Straßenbau,
- Bergbau,
- Großvorhaben.

Hier ist i.d.R. der Verkehrswert gemäß § 194 BauGB gefragt, aber gibt es den beispielsweise bei *Gemeinbedarfimmobilien*?

3 Immobilienarten

Folgende Immobilien befinden sich im kirchlichen Eigentum und sind, insbesondere im Rahmen einer anstehender Veräußerung, zu bewerten:

1. Unbebaute Grundstücke,
2. Pfarrhäuser,
3. Pfarrbüros,
4. Pfarrheime,
5. Pfarrzentren,
6. Kindergärten,
7. Kapellen und Kirchen.

In der Folge bedeutet das für den Sachverständigen, dass Gebäude verschiedenster Qualität und Lage mit unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten auf den Markt kommen und neben der Bewertung eine intensive Beratung des Auftraggebers erfordern.

Man hat also neben den unbebauten Grundstücken mit

- a) Wohnimmobilien (2., ggf. 3 und nach Umbau 4, 5 und 7),
- b) Büroimmobilien (3, ggf. 4 und nach Umbau 5 und 7),
- c) sonstigen *gewerblich* genutzten Immobilien (6, nach Umbau 4, 5 und 7) zu tun.

Hier besteht insbesondere bei der Kategorie c) häufig das Problem, eine marktgängige Nachnutzung zu finden. Lediglich Kindergärten können, je nach Zustand und Ausstattung, ohne Umbau an andere Träger oder Investoren veräußert werden.

Bei Pfarrhäusern ist die Marktgängigkeit als Ein-, Zwei- oder Mehrfamilienhaus i.d.R. ohne Umbaumaßnahmen gegeben, bei Pfarrbüros ist häufig bereits eine Mischnutzung mit Wohnen vorhanden, sodass auch hier eine entsprechende Vermarktungsmöglichkeit existiert. Ansonsten sind Umbaumaßnahmen erforderlich. Pfarrbüros und Pfarrheime lassen sich i.d.R. ohne großen Aufwand in Büroflächen umwandeln, bei Pfarrzentren besteht während der kirchlichen Nutzung häufig eine Mischnutzung zwischen Kirche, Veranstaltungssaal, Büro und ggf. Wohnen, sodass hier, bis auf die kirchliche Nutzung, eine entsprechende Nachnutzung zu finden ist, ggf. mit Umbaumaßnahmen. Bei Kirchen und Kapellen (7) ist die Drittverwendungsfähigkeit grundsätzlich eingeschränkt und ggf. nur mit größeren Umbaumaßnahmen zu realisieren, deren Kalkulation häufig den Rahmen einer Immobilienwertermittlung sprengt und bereits in Richtung Projektentwicklung tendiert. Ggf. findet diese parallel statt und der Sachverständige kann darauf zurückgreifen. Ein Ansatz, der häufig bei der Bewertung sogenannter „Freizeitimmobilien“ Verwendung findet, wird im Abschnitt „Bewertung“ vorgestellt.

4 Mögliche Folgenutzung von Kirchenimmobilien

Unter dem Stichwort „Nutzungswandel sakraler Räume“ kann die Tendenz zusammengefasst werden, dass die Beibehaltung des Kirchengebäudes mit Integration weiterer Funktionen, wie Pfarrsaal, Jugendräume, Büchereien, Pfarrbüros erfolgt. Damit kann man sich von den Gebäuden mit diesen, bisherigen Nutzungen leichter trennen.

Auch sogenannte „Veranstaltungskirchen“ sind möglich, die neben ihren angestammten Aufgaben als Gemeindekirchen auch regelmäßig Raum für nicht kirchliche Veranstaltungen bieten, z. B. die Lutherkirche aus 1889 in Köln-Nippes, die als sogenannte „KulturKircheKöln“ als „Event Location“ genutzt und vermarktet wird.

Durch die Aufhebung oder Zusammenlegung von Pfarreien bzw. Kirchengemeinden entstehen auch „überzählige“ Kirchen. Neben der (seltenen) Anschlussnutzung durch eine Kirchengemeinde einer anderen christlichen Konfession stellt eine weitere „kirchliche“ Nutzung von nicht mehr für den Gottesdienst „benötigten“ Kirchen auch der Umbau in eine „Grabeskirche“ oder „Kolumbarium“ zur Unterbringung von Urnengräber dar. Gelungene Beispiele sind die ehemalige evangelische Kirche in Duisburg-Duissern sowie die ehemaligen katholischen Pfarrkirchen St. Bartholomäus in Köln-Ehrenfeld und St. Josef in Aachen.

Für eine nichtkirchliche Nachnutzung von evangelischen und katholischen Kirchen existieren kircheninterne Vorgaben.

Mögliche Folgenutzungen von Pfarrheimen und Pfarrzentren sind:

- Wohnungen,
- Büros,
- Kulturzentren / Bürgerhäuser,
- Schulungszentren,
- Veranstaltungszentren und
- Seniorenheime.



Abb. 3: Zwei Wohnungen in ehemaligem Pfarrheim in Ratingen (eigenes Foto)

Mögliche Folgenutzungen von Kirchen sind:

- Büros / Ateliers,
- Wohnungen,
- Fortbildungseinrichtungen,
- Veranstaltungsräume,
- Einzelhandelsflächen,
- Ausstellungs- / Galerieräume,
- Banken,
- Restaurants,
- Lager und sogar
- Freizeitplätze, wie Sporthallen und Kletterzentren.

Hierbei können sich neben den Vorgaben des „bisherigen“ Eigentümers noch folgende Besonderheiten bzw. Probleme ergeben durch

- das bestehende Baurecht,
 - Bauplanungsrecht,
 - Bauordnungsrecht,
- den Denkmalschutz,
- die Bausubstanz.

Damit ergibt sich für den Sachverständigen ein überdurchschnittlich hoher Recherche- und Beratungsbedarf, ggf. unter Einbeziehung weiterer Fachingenieure.



Abb. 4: Galerie St.-Agnes-Kirche in Berlin-Kreuzberg (Fotos von Maximilian Karl)



Abb. 5: Restaurant in ehemaliger Klosterkirche in Remscheid (eigenes Foto)

5 Wertermittlung

Bei der Bewertung von kirchlichen Immobilien ist zu unterscheiden zwischen drei, im Folgenden beschriebenen Konstellationen:

5.1 Immobilien mit aufgegebener / aufzugebener kirchlicher Nutzung

Die Wertermittlung ist hier stark abhängig von der Immobilienart. Falls eine gleiche Folgenutzung marktüblich ist, so sind die üblichen Wertermittlungsverfahren anzuwenden.

Ist eine gleiche Folgenutzung nicht marktüblich, so ist der Wert zu ermitteln der wahrscheinlichsten Folgenutzung oder (auftragsabhängig) einer konkret projektierten Folgenutzung. Im zweiten Fall ist allerdings fraglich, ob es sich dann noch um eine klassische Verkehrswertermittlung oder um die Ermittlung eines „Projektwertes“ handelt. Oder es führt zu einer Investitionsrechnung mit Hilfe des Residualwertverfahrens (s. BECHERER in GUG 4/2014). In der simpelsten, aber auch drastischsten Situation zum Bodenwert abzüglich der Freilegungskosten. Hier kommt es auf den Einzelfall an.

Ist die wahrscheinliche Folgenutzung ein Einfamilienhaus, so bietet sich das Sachwertverfahren an, ansonsten ist (in erster Linie) auf das Ertragswertverfahren zurückzugreifen. Handelt es sich bei der zu bewertenden Immobilie um ein Gebäude mit einer eingeschränkten Drittverwendungsfähigkeit und einer Konzentration auf die (bisher) kirchliche Nutzung (insbesondere Pfarrheime und Kirchen / Kapellen / Klöster) stellen sich insbesondere folgende Fragen:

- Was ist die wahrscheinlich marktgerechte Nutzung? (Potentialanalyse)
- Wie hoch sind die Umbaukosten? (Projektanalyse)

Gibt es bereits Nutzungskonzepte und Kostenansätze, dann sind diese auf Marktüblichkeit und Plausibilität zu prüfen. Falls es diese nicht gibt, bieten sich für den Sachverständigen für Immobilienbewertung, der nicht die Aufgabe einer Projektentwicklung hat, folgende vereinfachte Ansätze an:

- Mieten für einen sogenannten „veredelten Rohbau“. Das kann beispielsweise für eine Büro-/Veranstaltungsnutzung sinnvoll sein analog zur Bewertung von Freizeitimmobilien. Der Innenausbau erfolgt dann durch den Mieter.
- Ansatz von einfachen Konzepten wie die vollständige Nutzung als Fachmarkt.

Letztendlich ist abhängig von der gewählten Folgenutzung über die Höhe des Liegenschaftszinssatzes, der Bewirtschaftungskosten und der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer zu entscheiden.

Beispiele:

- Umbau eines katholischen Gemeindehauses in Ratingen in ein kleines Bürogebäude mit separater Verwertung der (nicht mehr) erforderlichen Grundstücksflächen:



Abb. 6: Ehemaliges Gemeindehaus in Ratingen (eigenes Foto)

- Verwertung eines ehemaligen Pfarrhauses in Erkelenz als Einfamilienhaus mit weiterer Nutzung eines Raums als Pfarrbüro:



Abb. 7: Ehemaliges Pfarrhaus in Erkelenz (eigenes Foto)

- Geplante Verwertung eines ehemaligen Pfarrhauses in Köln, was am Bauplanungsrecht gescheitert ist:



Abb. 8: Ehemaliges Pfarrhaus in Köln (eigenes Foto)

- Umnutzung einer ehemaligen Kirche in Büros und Veranstaltungsräume:



Abb. 9: Umnutzung einer ehemaligen Kirche (eigene Fotos)

Verkehrswert		RND	Zins	Anzahl	Fläche	Miete (EUR/m²)	RoE	Bodenrv.
In Gebäude	Nutzung / Beschreibung	Jahre	%	Stk.	m²	Ist	marktubl.	EUR/a
w A Wohnung / Souterrain	15	8,50		1	137,23	4,70	7.740	2.240
g A Lager / Souterrain	15	8,50		1	40,21	2,00	965	279
g A Laden / EG	15	8,50		1	49,95	4,00	2.398	694
g A Büro / EG	15	8,50		1	194,75	4,00	9.348	2.705
g A Büro / Saal/OG	15	8,50		1	222,04	4,00	10.658	3.085
g B Garagen (G)Stellplätze / Hoffläche	15	8,50		3		50,00	1.800	521
w = Wohnen, g = Gewerbe	0-15	8,50		Σ 8	Σ 644,18		Σ 32.909	Σ 9.524
Marktüblich erzielbarer Jahresrohertrag des Grundstücks								32.909
- Nicht umlagefähige Bewirtschaftungskosten								9.608
Marktüblicher Jahresreinertrag des Grundstücks								23.301
- Bodenwertverzinsungsbetrag								9.524
Marktüblicher Reinertragsanteil der baulichen Anlagen								13.777
x durchschnittlicher Barwertfaktor								
Ertragswert der baulichen Anlagen								114.348
I Barwerte der Nutzungen (RoE - Bewirtschaftungskosten - Bodenwertverzinsung) x Barwertfaktor								
+ Bodenwert								112.050
Ertragswert (ungerundet)								226.398
ERTRAGSWERT (gerundet)								226.400

- Bewertung einer Kirche mit (unterstellter) profaner Folgenutzung:



Abb. 10: Kirche (eigene Fotos)

Nutzung		RND	Zins	Anzahl	Fläche	Miete (EUR/m²)	RoE							
In Gebäude	Nutzung / Beschreibung	Jahre	%	Stk.	m²	Ist	EUR/a							
g A Büro / Büronutzung EG	80	6,00		1	454	5,00	27.240							
g A Außenflächen	80	6,00			1.500	1,00	18.000							
w = Wohnen, g = Gewerbe	Marktüblich erzielbarer Jahresrohertrag des Grundstücks						45.240							
- Nicht umlagefähige Bewirtschaftungskosten								7.710						
Marktüblicher Jahresreinertrag des Grundstücks								37.530						
- Bodenwertverzinsungsbetrag								16.372						
Marktüblicher Reinertragsanteil der baulichen Anlagen								21.158						
x durchschnittlicher Barwertfaktor								16,51						
Ertragswert der baulichen Anlagen								349.319						
I Barwerte der Nutzungen (RoE - Bewirtschaftungskosten - Bodenwertverzinsung) x Barwertfaktor														
+ Bodenwert								272.870						
Vorläufiger Ertragswert								622.189						
Besondere objektspezifische Grundstücksmerkmale								-						
Ertragswert (ungerundet)								622.189						
ERTRAGSWERT (gerundet)								620.000						

5.2 Immobilien mit fortgesetzter Gemeinbedarfsnutzung

Hier kann es sich beispielsweise um Jugendzentren oder einen Kindergarten handeln, bei denen der Träger wechselt. In diesen Fällen kann es Aufgabe des Gutachtens sein, eben nicht den Verkehrswert im Sinne des § 194 BauGB zu ermitteln. Der Verkehrswert wird durch den Preis bestimmt der sich im gewöhnlichen Geschäftsverkehr bildet. Dieses trifft für Immobilien, die im Gemeinbedarf liegen und nur den Träger wechseln nicht zu, trotzdem haben diese Objekte einen Wert für den jeweiligen Nutzer. In diesen Gutachten wird deshalb versucht, einen „gerechten Preis“ für die gesamte Immobilie zu ermitteln unter Anwendung der klassischen Methoden der Verkehrswertermittlung. Hierbei ist auch der Bodenwert entsprechend der bleibenden Gemeinbedarfsnutzung zu wählen.



Abb. 11: Kindertagesstätte (eigene Fotos)

Geht es um die (freie) Veräußerung beispielsweise eines Kindergartens, so gibt es durchaus einen Markt, denn durch die sichere (geförderte) Mieteinnahme handelt es sich um eine interessante Investition bei langfristiger Vermietung an einen Träger. Aus dem Grund existiert hier auch ein Marktwert, der im Ertragswertverfahren zu ermitteln ist.

Text aus dem Gutachten:

Laut fermündlicher Angabe des Gutachterausschusses vom 20.11.2014 ist für die Ermittlung des Bodenwertes im Falle der Nutzung als Kindertagesstätte der Bodenrichtwert für die bauplanungsrechtlich zulässige Nutzung anzuwenden. Diese entspricht, wie bereits in Abschnitt 2.1 beschrieben, gemäß § 34 BauGB der Umgebungsbebauung, d. h. einer I-II-geschossigen, dörflich geprägten Wohnbebauung.

Aufgrund des Außenflächenbedarfs von Kindertagesstätten, insbesondere der erforderlichen Spielplatzflächen, werden die zu bewertenden Flurstücke nicht vollständig zur Nutzung durch die KiTa benötigt. Eine separate Nutzbarkeit, ohne Einschränkung des derzeitigen Betriebs, wird als gegeben eingeschätzt. Gemäß des vorliegenden Lageplans verbleibt von der Gesamtfläche von 1.706 m² nach Abzug der bebauten Fläche (460 m²), der erforderlichen Außenspielfläche (600 m²) sowie Nebenflächen, insbesondere Zugänge, (rd. 200 m²) eine Restfläche von rd. 450 m² im östlichen Grundstücksbereich, welche als separat bebaubar eingeschätzt wird. Im Ertragswertverfahren erfolgt daher eine Aufteilung in einen rentierlichen, d. h. für die bestehende Bebauung notwendigen, Teil und einen separaten, unrentierlichen Teil.

Nutzung		RND	Zins	Anzahl	Fläche	Miete (EUR/m²)	RoE	Bodenrv.
	In Gebäude	Jahre	%	Stk	m²	Ist	marktüb.	EUR
w = Wohnen, g = Gewerbe	A Kindertagesstätte	40	4,00	1	371	7,98	35.527	5.417
	B Außenlagerraum	40	4,00	1	12	5,00	720	110
		Ø 40	Ø 4,00	Σ 2	Σ 383		Σ 36.247	Σ 5.527
Marktüblich erzielbarer Jahresrohertrag des Grundstücks							36.247	
- Nicht umlagefähige Bewirtschaftungskosten			13,4%				4.857	
Marktüblicher Jahresreinertrag des Grundstücks							31.390	
- Bodenwertverzinsungsbetrag							5.527	
Marktüblicher Reinertragsanteil der baulichen Anlagen							25.863	
× durchschnittlicher Barwertfaktor	19,79							
Ertragswert der baulichen Anlagen								
Σ Barwerte der Nutzungen (RoE - Bewirtschaftungskosten - Bodenwertverzinsung) × Barwertfaktor							511.840	
+ Bodenwert							187.660	
Ertragswert (unge rundet)							699.500	
ERTRAGSWERT (gerundet)							700.000	

Eine etwas andere Vorgehensweise wählt BECHERER (GuG 1/2021). Er unterscheidet bei der Bewertung von zweckgebundenem Kircheneigentum zwischen bleibendem und abgehendem Kirchenbedarf und kommt in diesen Fällen zu unterschiedlichen Verkehrswerten. Ob dies allerdings noch der Definition des Verkehrswertes gemäß § 194 BauGB entspricht, ist zumindest fragwürdig.

5.3 Immobilien mit fortgesetzter sakraler Nutzung

Auch hier kann der Zweck der Bewertung ein Wechsel des Nutzers sein, beispielsweise eine Kirchengemeinde anderer Glaubensrichtung, sodass in dem Fall die obigen Ausführungen zu den Immobilien mit fortgesetzter Gemeinbedarfsnutzung gelten.

Die Bewertung gerade von Kirchen oder Kapellen mit (bisher) ununterbrochener sakraler Nutzung hat aber auch häufig im Rahmen der Ermittlung einer angemessenen Entschädigung zu erfolgen. Eine Entschädigung als angemessener Ausgleich für das Genommene ist unabhängig davon, ob sich der Betroffene tatsächlich ein gleichartiges oder gleichwertiges Ersatzobjekt beschaffen kann oder will (siehe dazu sog. „Schlachthofurteil“, BGH, Urt. v. 06.12.1965 – III ZR 172/64). Hier stellt sich also zunächst die Frage nach dem zu ermittelnden Wert.

In der Literatur findet man folgende Wertbegriffe als Alternative zum Verkehrswert:

- Sakraler Verwendungswert nach *Seele*,
- Umwidmungswert,
- fiktiver Verkehrswert nach *Kremer*

oder eher:

- Fortführungswert (gemäß des „Going-concern-Prinzips“ aus der Rechnungslegung),
- Alternativer Nutzwert (EVS 1 von TEGoVA) = Verkehrswert?

Wenn eine Immobilie nicht marktfähig ist, sind trotzdem die Regelungen der ImmoWertV anzuwenden, da gemäß §1 auch nicht marktfähige Immobilien auf Grundlage marktkonformer Modelle unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Vor- und Nachteile zu betrachten sind. Diese Regelung bietet zwar noch keine Lösung des Bewertungsproblems, jedoch ist eine bessere Systematisierung möglich. Zur Bewertung von (ehemaligen) Kirchen ist auch § 2 ImmoWertV zu beachten, da hier explizit darauf hingewiesen wird, künftige Entwicklungen unter bestimmten Umständen zu berücksichtigen.

Zur Bewertung von Kirchen im Falle einer Entschädigung, z. B. im Zuge von Bauvorhaben, bietet sich die folgende Vorgehensweise an:

Ermittlung des

- Fortführungswertes → Sachwertverfahren
- Alternativen Nutzwertes → Ertragswertverfahren

Welcher Wert letztendlich zu entschädigen ist, stellt eine Rechtsfrage dar und steht nicht (vollständig) im Ermessen des Sachverständigen.

Bei der Wertermittlung im Entschädigungsfall wird folgende Vorgehensweise vorschlagen:

a) Ermittlung des Bodenwertes

- bei fortgesetzter sakraler Nutzung
 - Abschlag vom Bodenrichtwert oder
 - Bauerwartungsland oder
 - Bodenrichtwert der Nachbarbebauung oder
 - „Ersatzbeschaffungsprinzip“ nach KLEIBER.
- bei alternativer Nutzung
 - entsprechender (angepasster) Bodenrichtwert.

b) Ermittlung des Sachwertes

- Baukosten
 - NHK 2000 / NHK 2010,
 - Baukosten lt. BKI,
 - Berücksichtigung „immatieller Werte“?
 - Zuschläge zu den NHK,
 - „Aufstockung“ nach Kleiber oder
 - Zuschlag für die „sakrale Funktion“ nach KREMER oder
 - **Aufschlagssystem nach BECHERER**,
- Ermittlung Nutzungsdauer / Restnutzungsdauer.

Spricht man mit spezialisierten Architekten oder Kirchenbaumeistern, so führen die NHK, egal welcher Ausgabe, nicht zu realistischen Kosten von (ersatzweisen) Kirchengebäuden. Auch als Maßstab für den Erhaltungsaufwand sind sie nicht unmittelbar geeignet. BECHERER schlägt daher ein konkretes Aufschlagssystem vor (GuG 1/2011).

Die Restnutzungsdauer im Verhältnis zur Gesamtnutzungsdauer und damit die Alterswertminderung ist bei fortgesetzter sakraler Nutzung und der üblichen Denkmaleigenschaft auch kaum nachvollziehbar zu ermitteln. Daher wird hier anstatt der Alterswertminderung der über die Gesamtnutzungsdauer kapitalisierte Erhaltungsaufwand, auch im Sinne des Denkmalschutzes, in Abzug gebracht.

Aufschlagssystem nach BECHERER:

Epochenaufschlag*		
(Vor-)Romanik	bis 1250	5 – 10 %
Gotik	bis 1520	20 – 30 %
Renaissance	bis 1620	10 – 20 %
Barock und Rokoko	bis 1770	20 – 40 %
Klassizismus	bis 1830	5 – 10 %
Historismus und Jugendstil	bis 1950	10 – 20 %
Moderne	nach 1950	5 – 10 %

(bei Kapellen und kleinen Dorfkirchen werden jeweils die Hälfte der Aufschlagsätze angesetzt)

auf den Umfang der Bauunterhaltung. Die Kirchen sind aufgrund ihrer Baujahre in die verschiedenen Baustilepochen einzuteilen.⁹ Je nach Epoche ist dies mit unterschiedlichem Bau- und Unterhaltsaufwand verbunden.

Ausstattungsaufschlag

Hinzu kommt dass auch die wesentlichen Ausstattungsmerkmale einer Kirche, wie z.B. Glockenstuhl, Orgel, Altäre usw. zu berücksichtigen sind. Folglich ist bei der Bewertung neben dem »Epochenaufschlag« auch ein »Ausstattungsaufschlag« pauschal zu berücksichtigen.¹⁰

Orgel Glockenstuhl Glocken (Hoch-)Altäre Gestühl Ambo Emporen Fenster etc.	}	10–20 % (für Kapellen 5–10 %)
--	---	-------------------------------

Beispiel für die Ermittlung des Sachwertes einer Kirche sowie des Erhaltungsaufwands zum Stichtag in 2013 mit dem obigen Aufschlagsystems im Fall einer Entschädigung:

Baujahr:	1900, saniert ca. 2000
Ausstattungsstandard:	mittel (lt. Ausstattungskatalog NHK 2000)
Ansatz Typ 24 NHK 2000:	1.345 €/m ² , Baujahrsklasse 1985 - 1999 aufgrund der erfolgten Sanierung in 2000; unterer Ansatz aufgrund Alter
Umrechnung auf Stichtag:	1,239
Epochenaufschlag:	10 % aufgrund des Erscheinungsbildes
Ausstattungsaufschlag:	10 % aufgrund der signifikanten Bestandteile
Baukosten/m ² BGF:	$1.345 \times 1,239 \times 1,10 \times 1,10 = \text{rd. } 2.016 \text{ €/m}^2$

In der GuG 2/2019 führt BECHERER aus, dass die Verwendung der NHK 1995 und der NHK 2010 sowie der BKI-Baukosten (Stand 2018) als Basisgrößen nicht zu anderen Ergebnissen führen werden.

Damit ergibt sich folgender Ansatz für die Substanzerhaltung:

Monatliche Rückstellung: 1,90 €/m² BGF/Monat (Erfahrung des „Betreibers“)

BGF: 1.137 m²

Jährliche Rückstellung: 25.924 €/Jahr

Nutzungsdauer: 80 Jahre

Kapitalisierung über Nutzungsdauer mit 2,0%

Vervielfältiger: 39,74

Kapitalisierte Rückstellung: 39,74 x 25.924 = rd. 1.030.220 €

Gebau-de-Nr.	Grdst-Teillfläche-Nr.	Bau-	GND	RND	Herstellungskosten der baulichen Anlagen			Alterswertminderung	Alterswertg. Herstellungsk.	
		Gebäude	jahr	Jahre	m ² BGF	EUR	%BNK		EUR	
A	Kirche	Alle	1900	80	80	1.137	2.016	19,0	erfolgt später	2.727.708
Herstellungskosten									2.727.708	
+ Zeitwert der Außenanlagen								30% v. 3,0%	24.549	
Sachwert der baulichen und sonstigen Anlagen									2.752.257	
+ Bodenwert des gesamten Grundstücks									272.870	
Vorläufiger Sachwert									3.025.127	
Besondere objektspezifische Grundstücksmerkmale										
– Wertminderung durch										
Substanzerhaltungsaufwand									1.030.220	
Sachwert (ungerundet)									1.994.907	
SACHWERT (gerundet)									2.000.000	

c) Ermittlung des Ertragswertes

Wahrscheinliche marktgerechte Nutzung

- Umbaukosten,
 - vorliegende Nutzungskonzepte,
 - einfache Ansätze:
 - veredelter Rohbau für Büro-/Veranstaltungsnutzung,
 - Fachmarkt,
- Wirtschaftliche Restnutzungsdauer,
- Liegenschaftszinssatz.

Hierzu wird auf die Ausführungen und das Beispiel in Abschnitt 5.1 verwiesen.

6 Zusammenfassung

Die Bewertung von Kirchenimmobilien wird in Zukunft noch zunehmen, da der Kosten- druck der Unterhaltung der kircheneigenen Gebäude bei gleichzeitigem Rückgang von Kirchenmitgliedern stetig steigen wird. Das bedeutet für Bewertungssachverständige, dass sie sich zukünftig verstärkt auch mit dieser Art von Immobilien beschäftigen müssen. Je nach Immobilienart ist insbesondere die Frage nach der marktüblichen Folgenutzung zu stellen. Es gibt mittlerweile zahlreiche Beispiele für Umnutzungen, die im Einzelfall als Grundlage einer Potentialanalyse dienen können, allerdings muss hier zwischen konkreter Projektentwicklung und Bewertungsgutachten unterschieden werden. Daher ist auch der Zweck der Bewertung von besonderer Bedeutung.

Literatur

auszugsweise

SEELE: Zur enteignungsrechtlichen Bewertung von Kirchengrundstücken – sakraler Verwendungswert an Stelle des Verkehrswerts in „Vermessungswesen und Raumordnung“ Heft 3/1999, S. 147 ff.

KÖTTER / FRIELINGHAUS: Märkte für Kirchen – Eine erste Analyse bisheriger Verkaufsfälle in „Flächenmanagement und Bodenordnung“, Heft 1/2008, S. 1–10.

BECHERER: Bewertung einer Kirche in GuG „Grundstücksmarkt und Grundstückswert“, Heft 2/2008, S. 105–108.

KREMER: Enteignung von Kirchengebäuden; Dissertation, Trier, 2010.

KÖTTER / FRIELINGHAUS: Was ist ein Kirchengebäude wert? Wertbeeinflussende Faktoren und Bewertungsansätze in „immobilien und bewerten“, Heft 1/2010, S. 11–17.

MEYS/GROPP: Landesinitiative StadtBauKultur NRW Kirchen im Wandel – Veränderte Nutzung denkmalgeschützter Kirchen; 2010.

BECHERER: Bewertung und Bilanzierung kirchlicher Immobilien in GuG „Grundstücksmarkt und Grundstückswert“, Heft 1/2011, S. 4–7.

Deutsche Stiftung Denkmalschutz: Kirche leer – was dann? Neue Nutzungskonzepte für alte Kirchen! (Berichte zu Forschung und Praxis der Denkmalpflege in Deutschland), 2011.

BÜCHSE, FENDRICH, REICHLING, ZAHNER (Herausgeber): Kirchen – Nutzung und Umnutzung: Kulturgeschichtliche, theologische und praktische Reflexionen, 2012.

BECHERER: Residuelle Bewertung einer Kirche in GuG „Grundstücksmarkt und Grundstückswert“, Heft 4/2014, S. 231–235.

BIENERT / GEIGER: Bewertung des Immobilienbestandes in REiß-FECHTER (Hrsg.), Immobilienmanagement für Sozialwirtschaft und Kirche, 2016, Seite 134–175.

BECHERER: Normalherstellungskosten bei Sakralgebäuden, in GuG „Grundstücksmarkt und Grundstückswert“, Heft 2/2019, S. 104–107.

BECHERER: Immobilienbewertung unter Berücksichtigung von bleibendem und abnehmendem Kirchbedarf, in GuG „Grundstücksmarkt und Grundstückswert“, Heft 1/2021, S. 13–19.



Glunz, Wolfgang

Verm. Ass. Dipl.-Ing., CIS HypZert (F), REV

Von der Ingenieurkammer-Bau NRW öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken
öffentlicher bestellter Vermessungsingenieur

seit 1996: selbstständig als öffentlich bestellter Vermessungsingenieur in Ratingen

seit 2004: Dozent / Vortragender im Bereich Immobilienbewertung

seit 2006: von der Ingenieurkammer-Bau NRW öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken

seit 2013: zertifizierter Sachverständiger, CIS HypZert (F)

Das neue Grundsteuer- und Bewertungsrecht nach der Reform der Grundsteuer

Michael Roscher

Kurzfassung

Mit einem Gesetzespaket hat der Gesetzgeber innerhalb der vom Bundesverfassungsgericht gesetzten Frist bis Ende des Jahres 2019 die längst überfällige Reform des Grundsteuer- und des dazugehörigen Bewertungsrechts auf den Weg gebracht. Ein Meilenstein, der jahrzehntelange Reformdiskussionen beendet und die Voraussetzung geschaffen hat, dass die Grundsteuer als unverzichtbare Einnahmequelle der Kommunen auch über das Jahr 2019 hinaus erhalten bleibt.

In einer Umsetzungsphase bis zum Kalenderjahr 2024 gelten die vom Bundesverfassungsgericht beanstandeten Regelungen der Einheitsbewertung fort und sind weiterhin der Grundsteuer zugrunde zu legen. Ab dem Kalenderjahr 2025 sind für die Grundsteuer die nach dem reformierten Bewertungsrecht festgestellten Grundsteuerwerte maßgeblich. Zur Feststellung der neuen Grundsteuerwerte wird für alle rund 36 Millionen wirtschaftliche Einheiten des Grundbesitzes auf den 01.01.2022 eine Hauptfeststellung durchgeführt. Den Ländern wurde für die Grundsteuer (und das dazugehörige Bewertungsrecht) das Recht zu abweichenden landesrechtlichen Regelungen eingeräumt.

Die Umsetzung der Reform der Grundsteuer stellt sowohl für die Bürgerinnen und Bürger, die entweder als Eigentümer oder als Mieter nahezu alle betroffen sind, die Wirtschaft als auch für die Verwaltung eine Herausforderung dar. Auch Immobiliensachverständige sollten sich mit dem grundlegenden Reformprozess auseinandersetzen.

1 Einleitung

Zum besseren Verständnis der Neuregelungen wird ausgehend von den Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts zunächst auf die konzeptionellen Beweggründe des Gesetzgebers eingegangen.

Anschließend wird das Gesetzespaket zur Reform des Grundsteuer- und des dazugehörigen Bewertungsrechts kompakt dargestellt. Das Hauptaugenmerk wird hierbei auf die Grundzüge des reformierten Bewertungsrechts und die wesentlichen Neuerungen im Grundsteuerrecht gelegt. Die Methodik zur Bewertung von bebauten Grundstücken im Ertrags- und Sachwertverfahren wird anhand von Beispielen veranschaulicht.

Wenngleich in dem steuerlichen Massenverfahren zur Feststellung der Grundsteuerwerte die Möglichkeit zur Führung des Nachweises des niedrigeren gemeinen Werts

für die wirtschaftliche Einheit nicht eingeräumt wurde, sollten sich auch Immobilien Sachverständige mit dem grundlegenden Reformprozess auseinandersetzen. Es werden neue bewertungsrechtliche Grundlagen geschaffen, die sich teilweise auch auf die Immobilienwertermittlung insgesamt auswirken (u. a. bei der Ableitung und Bereitstellung der Bodenrichtwerte). Auf die im Rahmen des Grundsteuer-Reformgesetzes erfolgte Festlegung des Genauigkeitsgrades der durch die Gutachterausschüsse abzuleitenden Bodenrichtwerte in § 10 Abs. 3 Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV) wird beispielsweise hingewiesen.

2 Entscheidung und Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts

Das Bundesverfassungsgericht hat am 10.04.2018¹ – nicht unerwartet – entschieden, dass die Vorschriften im Bewertungsgesetz zur Einheitsbewertung für bebaute Grundstücke in den „alten“ Ländern jedenfalls seit dem Beginn des Jahres 2002 mit dem allgemeinen Gleichheitsgrundsatz (Artikel 3 Absatz 1 des Grundgesetzes) unvereinbar sind. Das Aussetzen der im Recht der Einheitsbewertung ursprünglich vorgesehenen periodischen Hauptfeststellung seit dem Jahr 1964 führte bei der Grundsteuer zwangsläufig in zunehmendem Umfang zu gravierenden und umfassenden Ungleichbehandlungen durch Wertverzerrungen, für die es jedenfalls seit dem Jahr 2002 keine ausreichende Rechtfertigung gibt.

Der Gesetzgeber wurde verpflichtet, spätestens bis zum 31.12.2019 eine Neuregelung zu treffen. Bis zu diesem Zeitpunkt durften die gleichheitswidrigen Regelungen über die Einheitsbewertung weiter angewandt werden. Nach Verkündung einer Neuregelung bis zum 31.12.2019 dürfen die beanstandeten Normen für weitere fünf Jahre ab der Verkündung, längstens aber bis zum 31.12.2014, angewandt werden.

Dem Gesetzgeber stehen laut Bundesverfassungsgericht vielfältige Möglichkeiten zur Schaffung eines verfassungsgemäßen Zustandes zur Verfügung, die von der Reparatur der beanstandeten Regelungen zur Einheitsbewertung bis zur völligen Neugestaltung der Bewertungsvorschriften für eine im Grundgesetz als solcher vorgesehenen Grundsteuer (Art. 106 Abs. 6 GG) reichen.²

Bei der Wahl der Bemessungsgrundlage und bei der Ausgestaltung der Bewertungsvorschriften einer Steuer hat der Gesetzgeber einen großen Spielraum, solange sie geeignet ist, den Belastungsgrund der Steuer zu erfassen und dabei die Relation der Wirtschaftsgüter zueinander realitätsgerecht abzubilden. Der Gesetzgeber ist dabei von Verfassung wegen insbesondere nicht verpflichtet, sich auf die Wahl nur eines Maßstabs zur Bemessung der Besteuerungsgrundlage festzulegen.³

In Massenverfahren der vorliegenden Art verfügt der Gesetzgeber über einen großen Typisierungs- und Pauschalierungsspielraum.⁴

1 BVerfG v. 10.04.2018 – 1 BvL 11/14, 1 BvL 12/14, 1 BvL 1/15, 1 BvR 639/11, 1 BvR 889/12 –.

2 BVerfG v. 10.04.2018 – 1 BvL 11/14, 1 BvL 12/14, 1 BvL 1/15, 1 BvR 639/11, 1 BvR 889/12 –, Rn. 166.

3 BVerfG v. 10.04.2018 – 1 BvL 11/14, 1 BvL 12/14, 1 BvL 1/15, 1 BvR 639/11, 1 BvR 889/12 –, Rn. 98, 168.

4 BVerfG v. 10.04.2018 – 1 BvL 11/14, 1 BvL 12/14, 1 BvL 1/15, 1 BvR 639/11, 1 BvR 889/12 –, Rn. 98, 168.

3 Konzeptionelle Beweggründe des Gesetzgebers

Der Gesetzgeber verfolgte unter Berücksichtigung der Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts mit der Reform des Grundsteuer- und des dazugehörenden Bewertungsrecht folgende Ziele:

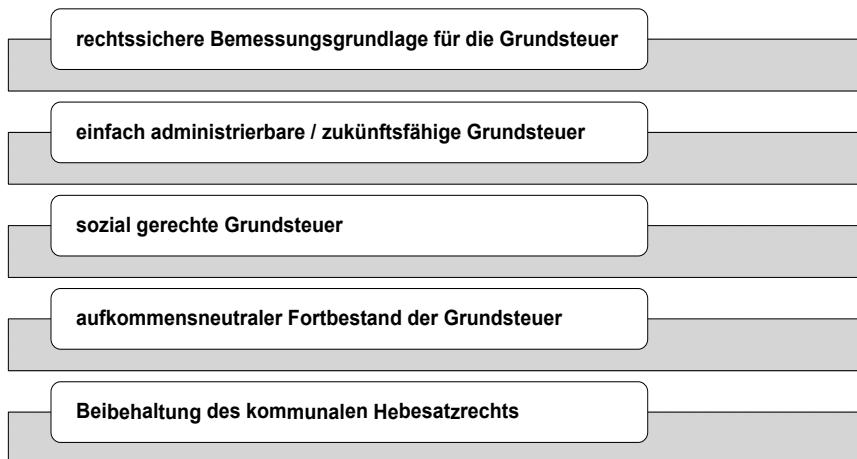


Abb. 1: Ziele der Reform des Grundsteuer- und Bewertungsrechts

Die Grundsteuer soll als unverzichtbare und verlässliche Einnahmequelle der Gemeinden dauerhaft erhalten bleiben.

Ausgehend von diesen Prämissen hat sich der Gesetzgeber entschieden, bei der Reform der Grundsteuer an das **bestehende Bewertungs- und Grundsteuersystem** anzuknüpfen. Das Grundsteuer- und Bewertungsrecht sollte in seiner Grundstruktur erhalten bleiben und unter Berücksichtigung der Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts sowie weitgehender Nutzbarmachung automationstechnischer Möglichkeiten fortentwickelt werden.

Entscheidungserheblich für das Festhalten an der bisherigen Grundstruktur war insbesondere, dass die konkurrierende **Gesetzgebungskompetenz des Bundes** für die Grundsteuer nach Artikel 105 Abs. 2 i.V.m. Artikel 72 Abs. 2 GG von Verfassungsrechtler unterschließlich beurteilt wurde. Deren Ausübung setzt voraus, dass die Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse im Bundesgebiet oder die Wahrung der Rechts- oder Wirtschaftseinheit im gesamtstaatlichen Interesse eine bundesgesetzliche Regelung erforderlich macht. Infolgedessen sollte die Reform auch auf die Gesetzgebungskompetenz des Bundes aus der Fortgeltungsbestimmung des Artikel 125a Abs. 2 Satz 1 GG für bestehendes Bundesrecht gestützt werden. Eine grundlegende Neukonzeption des Grundsteuer- und Bewertungsrechts kam daher nicht in Betracht. Vielmehr sollten die **wesentlichen Elemente beibehalten** werden.⁵ Von einer grundgesetzlichen Absicherung der konkurrierenden Gesetzgebungskompetenz des

5 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, BT-Drs. 19/11085, S. 80, 90.

Bundes für Grundsteuer konnte der Gesetzgeber – zumindest zu Beginn des Gesetzgebungsverfahrens – nicht ausgehen.⁶

Festgehalten wurde insbesondere an

- der Belastungsentscheidung / dem Belastungsgrund der Grundsteuer
 - Anknüpfung an das Innehaben von Grundbesitz,
 - im Grundbesitz fundierte Möglichkeit einer ertragsbringenden Nutzung vermittelt eine – objektive – Leistungsfähigkeit, die durch die Ausgestaltung der Grundsteuer als Sollertragsteuer erfasst wird;
- einer wertabhängigen verbundenen Grundsteuer, deren Bemessungsgrundlage sowohl Grund und Boden als auch Gebäude einschließt;
- den Steuergegenständen
 - Betriebe der Land- und Forstwirtschaft als wirtschaftliche Einheiten des land- und forstwirtschaftlichen Vermögens,
 - Grundstücke als wirtschaftliche Einheiten des Grundvermögens;
- dem dreistufigen Aufbau des grundsteuerlichen Besteuerungsverfahrens
 - Feststellung der Grundsteuerwerte / Steuermessbetragsverfahren / Steuerfestsetzungsverfahren,
 - Beibehaltung des kommunalen Hebesatzrechts;
- der Feststellungssystematik (Feststellung der Grundsteuerwerte)
 - Hauptfeststellungen in regelmäßigen Zeitabständen (neu: im siebenjährigen Turnus),
 - Fortschreibungen, Nachfeststellungen, Aufhebungen;
- den Bewertungsgrundsätzen
 - Bewertungsziel objektiviert-realer Grundsteuerwert,
 - Modernisierung der bisherigen Bewertungsverfahren.

Die Bewertungsverfahren müssen die vom Bundesverfassungsgericht geforderte relations- und realitätsgerechte Erfassung der Wirtschaftsgüter innerhalb eines verfassungsrechtlich zulässigen Wertekorridors des Bewertungsmaßstabes gewährleisten. Zur Unterscheidung zwischen punktgenauem Wert (Punktwert) und durchschnittlichem Bewertungsniveau hat der Gesetzgeber bei der Grundsteuer als **Bewertungsziel** den Begriff des „objektiviert-realen“ Grundsteuerwerts eingeführt, der im Sinne einer als Sollertragsteuer ausgestalteten Grundsteuer grundsätzlich durch einen typisierten Ertragswert repräsentiert wird. Dies trägt u. a. der Tatsache Rechnung, dass es für die Grundstücke als wirtschaftliche Einheiten des Grundvermögens keinen absoluten und sicher realisierbaren Marktwert, sondern allenfalls ein Marktwertniveau, auf dem sich mit mehr oder weniger großen Abweichungen vertretbare Verkehrswerte bilden. Es ist vielmehr von einer Streubreite von zumindest plus/minus 20 % der Verkaufspreise für ein und dasselbe Objekt auszugehen, innerhalb derer ein festgestellter Wert (Verkehrswert) als noch vertretbar angesehen wird.⁷

6 Die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz des Bundes für die Grundsteuer wurde erst durch die Änderung des Art. 105 Abs. 2 GG im Wege des Gesetzes zur Änderung des Grundgesetzes (Artikel 72, 105 und 125b) v. 15.11.2019, BGBl. I S. 1546 (BT-Drs. 19/11084) grundgesetzlich abgesichert.

7 BVerfG v. 07.11.2006 – 1 BvL 10/02, BVerfGE 117, 1, [137].

Im Interesse einer einfach-administrierbaren und zukunftsfähig ausgestalteten Grundsteuer wurden die bisher geltenden **Bewertungsverfahren** für das land- und forstwirtschaftliche Vermögen (Reinertragswertermittlung) und das Grundvermögen (Ertragswert- und Sachwertverfahren) unter weitgehender Nutzbarmachung automations-technischer Möglichkeiten **verwaltungsökonomisch fortentwickelt**. Die Verfahren beschränken sich auf wenige – vom Steuerschuldner erklärbare – externe Daten. In dem Bestreben, die verfassungsrechtlichen Vorgaben nach einer relations- und realitätsgerechten Bewertung mit dem Erfordernis eines praktikablen, weitgehend automatisiert ablaufenden Bewertungsverfahrens in einem steuerlichen Massenverfahren in Einklang zu bringen, hat der Gesetzgeber seine **Typisierungsbefugnis weit ausgelegt**.

Zwecks Vermeidung eines strukturellen Vollzugsdefizits wurden einerseits die Erklärungspflicht der Steuerpflichtigen auf den Hauptfeststellungszeitpunkt durch umfassende **Anzeigepflichten** ergänzt und anderseits die **Mitteilungspflichten** der Behörden fortentwickelt.

Mit der Feststellung der neuen Grundsteuererweise auf den 01.01.2022 wird die Wertentwicklung seit der Einheitsbewertung auf den 01.01.1964 in den alten Ländern bzw. auf den 01.01.1935 in den neuen Ländern nachgeholt. Mit der Absenkung der Steuermesszahlen sollte unter der Annahme von konstanten Hebesätzen für die Grundsteuer auf gesamtstaatlicher Ebene rechnerisch ein **annähernd gleiches Grundsteueraufkommen** erreicht werden. Die Kommunen sind aufgerufen, im Rahmen ihrer Hebesatzautonomie die kommunale Aufkommensneutralität sicherzustellen. Individuelle Belastungsverschiebungen lassen sich hierdurch jedoch nicht ausschließen.⁸

4 Gesetzespaket zur Reform der Grundsteuer

Das Gesetzespaket zur Reform des Grundsteuer- und des dazugehörenden Bewertungsrechts umfasst:

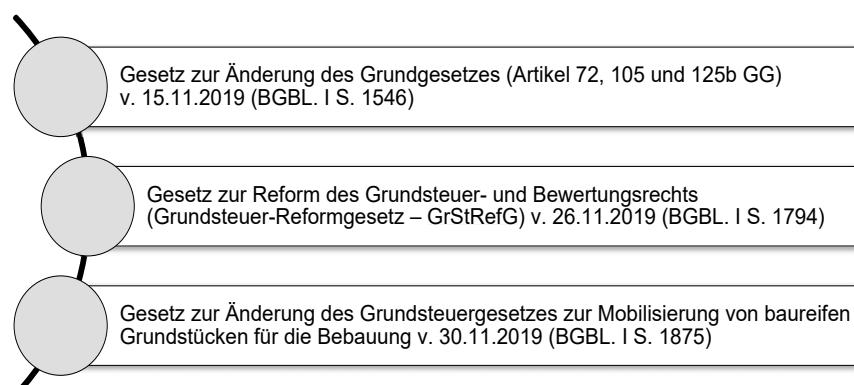


Abb. 2: Gesetzespaket zur Reform des Grundsteuer- und Bewertungsrechts

8 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, BT-Drs. 19/11085, S. 80, 83.

Mit dem **Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes (Artikel 72, 105 und 125b GG)** wurde einerseits zur grundgesetzlichen Absicherung des Grundsteuer-Reformgesetzes die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz für die Grundsteuer durch Änderung des Artikels 105 Absatz 2 GG auf den Bund übertragen, ohne dass für deren Ausübung die Voraussetzungen des Artikels 72 Absatz 2 Grundgesetz, die Erforderlichkeit einer bundesgesetzlichen Regelung, vorliegen müssen. Anderseits wurde den Ländern für die Grundsteuer (und das dazugehörige Bewertungsrecht) das Recht zu abweichenden landesrechtlichen Regelungen in Artikel 72 Absatz 3 GG eingeräumt.⁹

Mit dem **Gesetz zur Änderung des Grundsteuergesetzes zur Mobilisierung von baureifen Grundstücken für die Bebauung** haben die Gemeinden für Kalenderjahre ab 2025 die Möglichkeit erhalten, aus städtebaulichen Gründen für baureife, unbebaute Grundstücke einen gesonderten – höheren – Hebesatz festzusetzen. Diese Regelung geht bereits auf eine im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD für die 19. Legislaturperiode geforderte Einführung einer sog. Grundsteuer C zurück. Die sog. Grundsteuer C soll den Gemeinden ermöglichen, steuerliche Anreize bei der Grundsteuer zu setzen, um baureife, unbebaute Grundstücke aus städtebaulichen Gründen für eine Bebauung zu mobilisieren.

Das **Gesetz zur Reform des Grundsteuer- und Bewertungsrechts (Grundsteuer-Reformgesetz – GrStRefG)** stellt das „Herzstück“ der Reform dar. Mit dem Gesetz zur Reform des Grundsteuer- und Bewertungsrechts werden in insgesamt 18 Artikeln die Vorgaben aus dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 10.04.2018 im Grundsteuer- und Bewertungsgesetz sowie in weiteren damit zusammenhängenden Vorschriften umgesetzt.

9 Als erstes Land hat Baden-Württemberg mit dem Landesgrundsteuergesetz vom 4. November 2020 (GBL für BW 2020, S. 974) von dieser sog. Länderöffnungsklausel Gebrauch gemacht. Wie Baden-Württemberg beabsichtigen auch die Länder Bayern, Hamburg, Hessen und Niedersachsen abweichende landesrechtliche Regelungen bei der Bewertung des Grundvermögens und den darauf aufbauenden Steuermesszahlen. Sachsen und das Saarland übernehmen die bundesgesetzlichen Bewertungsmodelle für das land- und forstwirtschaftliche Vermögen und das Grundvermögen, regeln aber abweichende Steuermesszahlen für die Grundstücke (siehe u. a. Sächsisches Gesetz zur Umsetzung der Grundsteuerreform vom 3. Februar 2021, SächsGVBl 2021, S. 242).

5 Änderungen im Bewertungsgesetz

Die bundesgesetzlichen Vorschriften zur Bewertung des Grundbesitzes für die Grundsteuer ab dem 01.01.2022 wurden im Siebten Abschnitt des Zweiten Teils des Bewertungsgesetzes (§§ 218 bis 263 BewG) verankert. Die Länder können hiervon gemäß Art. 72 Absatz 3 Satz 1 Nummer 7 GG ganz oder teilweise abweichen.

5.1 Feststellung von Grundsteuerwerten

Das reformierte Bewertungsrecht für Zwecke der Grundsteuer behält die bisherigen Grundzüge der **bisherigen Feststellungssystematik** bei. Anstelle von Einheitswerten werden nunmehr Grundsteuerwerte festgestellt.

Bei den **Feststellungsarten** wird weiterhin zwischen Hauptfeststellungen, Fortschreibungen, Nachfeststellungen sowie Aufhebungen unterschieden.

Hauptfeststellungen, bei denen für sämtliche wirtschaftlichen Einheiten des Grundbesitzes Grundsteuerwerte allgemein festgestellt werden, sollen künftig in Zeitabständen von je sieben Jahren (Hauptfeststellungszeitraum) durchgeführt werden. Bei einer Hauptfeststellung sind – wie bisher – sowohl die tatsächlichen Verhältnisse als auch die Wertverhältnisse zu Beginn des jeweiligen Kalenderjahres (Hauptfeststellungszeitpunkt) zugrunde zu legen. Die erste Hauptfeststellung der Grundsteuerwerte wird gemäß § 266 Abs. 1 BewG erstmals auf den 01.01.2022 durchgeführt. Die neuen Grundsteuerwerte werden der Grundsteuer ab dem Kalenderjahr 2025 zugrunde gelegt.

Bei **Fortschreibungen und Nachfeststellungen** der Grundsteuerwerte während des Hauptfeststellungszeitraums sind zwar die tatsächlichen Verhältnisse vom jeweiligen Feststellungzeitpunkt, aber – unverändert – die Wertverhältnisse im Hauptfeststellungszeitpunkt zugrunde zu legen.

Eine **Wertfortschreibung** erfolgt gemäß § 222 Abs. 1 BewG, wenn der in Euro ermittelte und auf volle 100 Euro abgerundete Grundsteuerwert nach oben oder unten um mehr als 15.000 Euro vom zuletzt festgestellten Grundsteuerwert abweicht. Im Gegensatz zum bisherigen Recht der Einheitsbewertung sind damit keine Bruchteilsgrenzen, Mindestbeträge oder feste Wertgrenzen mehr zu prüfen. Die neue Wertgrenze nimmt einerseits den Gedanken der Kleinbetragsverordnung auf und berücksichtigt andererseits, dass eine Änderung der tatsächlichen Verhältnisse stets in vollem Umfang geprüft werden muss.

Um einem strukturellen Vollzugsdefizit wirksam vorzubeugen, hat der Gesetzgeber sowohl die **Erklärungspflichten** der Steuerpflichtigen in § 228 BewG als auch die **Mitteilungspflichten** der Behörden in § 229 BewG fortentwickelt. Die allgemeine Erklärungspflicht der Steuerpflichtigen auf den jeweiligen Hauptfeststellungszeitpunkt wurde zwecks zeitnäher Erfassung wertrelevanter Änderungen der tatsächlichen Verhältnisse während des Hauptfeststellungszeitraums durch umfassende **Anzeigepflichten** ergänzt. Im Sinne eines modernisierten Bewertungsverfahrens wurde in § 229 Abs. 6 BewG eine Verpflichtung zur elektronischen Datenübermittlung der mitteilungspflichtigen Stellen an die Finanzbehörden geregelt. Nach der Gesetzes-

begründung ist dies Grundvoraussetzung für eine weitgehend automationsgestützte Neubewertung aller 36 Millionen wirtschaftlichen Einheiten des Grundbesitzes.¹⁰

5.2 Bewertung des Grundvermögens

Im Bereich des Grundvermögens wurden die bei der Einheitsbewertung angewandten Bewertungsverfahren unter Berücksichtigung des aktuellen Stands des Wertermittlungsrechts und der aktuellen Datenlage fortentwickelt und von bürokratischem Aufwand entlastet. Zur Ermittlung des objektiviert-realnen Grundsteuerwerts wurden die Bewertungsverfahren in Anlehnung an die Vorschriften zur Verkehrswertermittlung von Grundstücken auf der Grundlage des Baugesetzbuchs modernisiert.

5.2.1 Bewertung der unbebauten Grundstücke

Der Grundsteuerwert unbebauter Grundstücke ermittelt sich gemäß § 247 Abs. 1 BewG regelmäßig durch **Multiplikation** ihrer **Fläche** mit dem jeweiligen **Bodenrichtwert** im Sinne des § 196 BauGB.

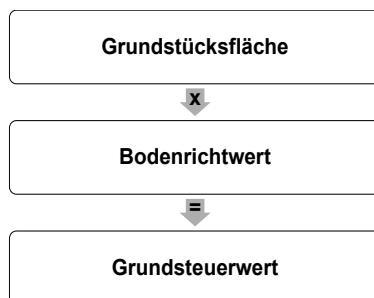


Abb. 3: Bewertung unbebauter Grundstücke

Nach § 247 Abs. 2 BewG wurden die **Gutachterausschüsse** im Sinne der §§ 192 ff. des Baugesetzbuchs **verpflichtet**, **Bodenrichtwerte** auf den jeweiligen **Hauptfeststellungzeitpunkt zu ermitteln, zu veröffentlichen** und nach amtlich vorgeschriebenem Datensatz **durch Datenfernübertragung an die zuständigen Finanzbehörden zu übermitteln**. Diese Regelung korrespondiert mit § 196 Abs. 1 Satz 6 BauGB, wonach Bodenrichtwerte für Zwecke der steuerlichen Bewertung des Grundbesitzes nach ergänzenden Vorgaben der Finanzverwaltung zum jeweiligen Hauptfeststellungszeitpunkt zu ermitteln sind.

Im Interesse einer praktikablen Anwendung der Bodenrichtwerte in dem Massenverfahren zur Feststellung der Grundsteuerwerte wurde im Rahmen des Grundsteuer-Reformgesetzes durch Einfügung des Absatzes 3 in § 10 ImmoWertV präzisiert, dass die von den Gutachterausschüssen zu bildenden **Bodenrichtwertzonen** im Sinne des § 196 Absatz 1 Satz 3 BauGB so abzugrenzen sind, dass lagebedingte Wertunter-

10 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, BT-Drs. 19/11085, S. 98.

schiede zwischen der Mehrzahl der Grundstücke und dem Bodenrichtwertgrundstück nicht mehr als +/- 30 Prozent betragen.¹¹ Dies trägt einerseits der langjährigen Praxis der Gutachterausschüsse bei der Ermittlung der Bodenrichtwerte Rechnung¹² und legt andererseits den Genauigkeitsgrad bei der Ableitung der Bodenrichtwerte durch die Gutachterausschüsse im Sinne einer relations- und realitätsgerechten Bewertung fest.

Nach ständiger höchstrichterlicher Rechtsprechung sind die von den Gutachterausschüssen für Grundstückswerte ermittelten und den Finanzbehörden mitzuteilenden **Bodenrichtwerte** für die am Steuerrechtsverhältnis Beteiligten **verbindlich**. Infolgedessen sind sie von den Finanzbehörden **grundsätzlich ungeprüft und ohne eigenen Bewertungsspielraum der Ermittlung des Grundsteuerwerts zugrunde zu legen**. Die Ermittlung von Bodenrichtwerten wurde explizit einer außerhalb der Finanzverwaltung stehenden Stelle, den Gutachterausschüssen, aufgegeben, da diese auf Grund ihrer besonderen Sach- und Fachkenntnis und ihrer größeren Ortsnähe sowie der von Beurteilungs- und Ermessenserwägungen abhängigen Wertfindung eine voreilige Kompetenz bei der Feststellung von Bodenrichtwerten zukommt. Der Gesetzgeber bezweckt hiermit vorrangig eine Typisierung und Vereinfachung der Bewertung.¹³ Dem Gesetzgeber steht es frei, bestimmte Bewertungsparameter typisierend festzulegen und deren Rechtsverbindlichkeit bei der Bewertung von Grundbesitz anzugeben, solange die Grenzen der Typisierung eingehalten sind.¹⁴

Im Gesetzgebungsverfahren wurde kontrovers diskutiert, ob und inwieweit die **vom Gutachterausschuss vorgegebenen Differenzierungen hinsichtlich der wertbeeinflussenden Merkmale des Bodenrichtwertgrundstücks** berücksichtigt werden sollen.¹⁵ Im Rahmen des vom Deutschen Bundestag am 22. April 2021 verabschiedeten Fondsstandortgesetzes (siehe BT-Drucks. 19/27631 und 19/28868) wird nunmehr klargestellt, dass – soweit in den Anlagen 36 bis 43 zum BewG nichts anderes bestimmt ist – Abweichungen zwischen den Grundstücksmerkmalen des Bodenrichtwertgrundstücks und des zu bewertenden Grundstücks mit Ausnahme unterschiedlicher Entwicklungszustände und Arten der Nutzung bei überlagernden Bodenrichtwertzonen nicht berücksichtigt werden.

Die **Etablierung einer elektronischen Übermittlung der Bodenrichtwerte** von den teilweise kommunal strukturierten Gutachterausschüssen an die Finanzbehörden nach bundeseinheitlichem Standard stellt eine große Herausforderung dar. Gegenwärtig ist nicht davon auszugehen, dass die angestrebte Datenfernübertragung nach amtlich vorgeschriebenem Datensatz bereits zum Hauptfeststellungzeitpunkt 01.01.2022 umgesetzt werden kann. Infolgedessen wird der Steuerpflichtige aufgefordert, den jeweiligen Bodenrichtwert in seiner Erklärung zur Feststellung des Grundsteuerwerts anzugeben. Der Gesetzgeber hat in diesem Zusammenhang an die Länder appelliert,

11 Gesetzesentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Begründung zu § 247 Abs. 1 BewG, BT-Drucks. 19/11085, S. 109.

12 Musterrichtlinie über Bodenrichtwerte vom September 2000, Nummer 4.4 Abs. 4 mit Hinweis in der Fußnote auf die Rechtsprechung im Rahmen der Verkehrswertermittlung.

13 BFH-Urteile v. 11.05.2005 II R 21/02, BSTBI II 2005, 686, v. 26.04.2006, II R 58/04, BSTBI II 2006, 793, v. 12.07.2006, II R 1/04, BSTBI II 2006, 742, und v. 25.08.2010, II R 42/09, BSTBI II 2011, 205.

14 Gesetzesentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Begründung zu § 247 Abs. 1 BewG, BT-Drs. 19/11085, S. 109, 110.

15 Stellungnahme des Bundesrates zum Entwurf eines Grundsteuer-Reformgesetzes, Ziffer 7 und 8, BR-Drs. 354/19 (Beschluss) v. 20.09.2019, und Gegenäußerung der Bundesregierung zu der Stellungnahme des Bundesrates, zu Ziffer 7 und 8, BT – Drs. 19/13713 v. 02.10.2019.

landesrechtlich sicherzustellen, dass die zur Erfüllung der Erklärungspflichten erforderliche grundstücksbezogene Auskunft über den Bodenrichtwert kostenfrei ist.¹⁶

Trotz der in § 193 Abs. 5 Satz 1 i.V.m. § 196 Abs. 1 Satz 1 BauGB verankerten Pflicht für die Gutachterausschüsse, Bodenrichtwerte flächendeckend zu ermitteln, können **Bodenrichtwerte ausnahmsweise nicht zur Verfügung** stehen. Insbesondere bei fehlenden Marktdaten kann es den Gutachterausschüssen objektiv unmöglich sein, Bodenrichtwerte zu ermitteln. Für diese Ausnahmefälle wurde den Finanzbehörden analog zur Regelung in § 179 Satz 4 BewG für die Grundbesitzbewertung für Zwecke der Erbschafts- und Schenkungsteuer sowie der Grunderwerbsteuer die **Befugnis zur Ableitung des Werts des unbebauten Grundstücks aus den Werten vergleichbarer Flächen** eingeräumt. Der Gesetzgeber wollte hiermit eine vollständige Bewertung aller wirtschaftlichen Einheiten sicherstellen.¹⁷

5.2.2 Bewertung der bebauten Grundstücke

Bebaute Grundstücke sind Grundstücke, auf denen sich benutzbare Gebäude befinden. Unter Berücksichtigung der Preisbildungsmechanismen der unterschiedlichen – grundstücksartbezogenen – Grundstücksteilmärkte werden in § 249 BewG folgende acht **Grundstücksarten** unterschieden:

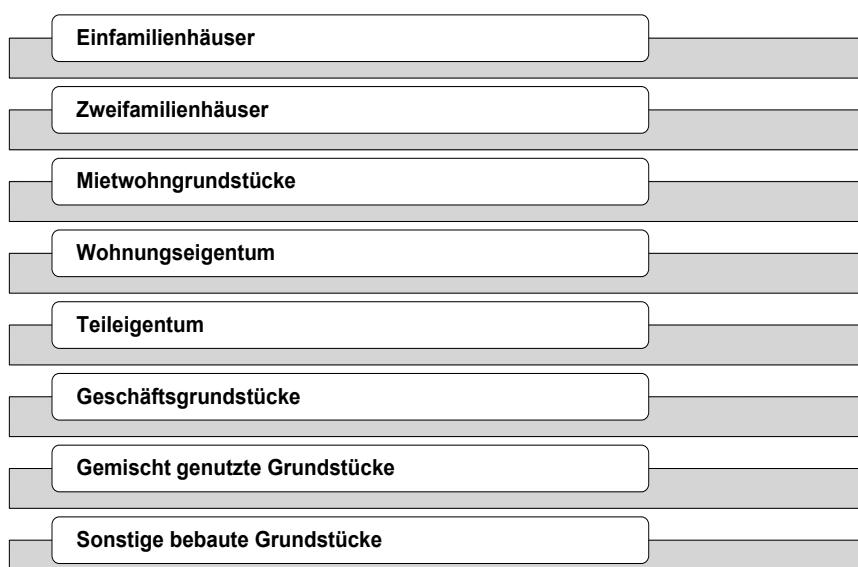


Abb. 4: Bebaute Grundstücke – Grundstücksarten

16 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Begründung zu § 247 Abs. 2 BewG, BT-Drs. 19/11085, S. 110.

17 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Begründung zu § 247 Abs. 3 BewG, BT-Drs. 19/11085, S. 110.

Die Bewertung bebauter Grundstücke erfolgt in Abhängigkeit von der Grundstücksart in einem typisierten Ertrags- oder Sachwertverfahren. Gegen die gesetzliche Anordnung von zwei Bewertungsmaßstäben bzw. unterschiedlichen Bewertungsmethoden bestehen keine verfassungsrechtlichen Bedenken.¹⁸

Im Interesse der Praktikabilität der Bewertungsverfahren in dem Massenverfahren zur Feststellung der Grundsteuerwerte haben sich Bund und Länder im Kompromisswege dafür entschieden, dass die Wohngrundstücke (Ein- und Zweifamilienhäuser, Mietwohngrundstücke sowie Wohnungseigentum) im Ertragswertverfahren sowie die gemischt genutzten Grundstücke und die Nichtwohngrundstücke (Geschäftsgrundstücke, Teileigentum, sonstige bebaute Grundstücke) ausschließlich in einem vereinfachten Sachwertverfahren bewertet werden sollen.¹⁹

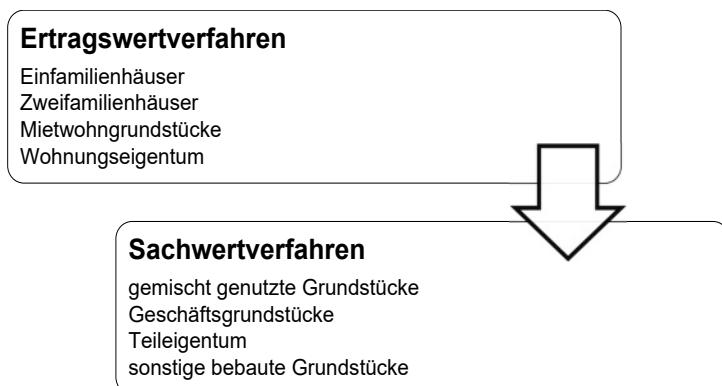


Abb. 5: Bebaute Grundstücke – Zuordnung zu den Bewertungsverfahren

Mindestwert

Unabhängig vom durchgeföhrten Bewertungsverfahren wurde durch eine **Mindestwertregelung** sichergestellt, dass die in den Bewertungsverfahren aus Vereinfachungs- und Automationsgründen vorgenommen Typisierungen nicht zu einem zu niedrigen Grundsteuerwert führen. Nach § 251 BewG darf der für ein bebautes Grundstück anzusetzende Wert nicht geringer sein als **75 Prozent des Werts**, mit dem der Grund und Boden allein **als unbebautes Grundstück** zu bewerten wäre. Es entspricht den Gebräuchen des Grundstücksverkehrs, dass der Käufer eines bebauten Grundstücks zumindest denjenigen Preis zahlen wird, der dem gemeinen Wert des unbebauten Grund und Bodens abzüglich etwaiger Freilegungskosten im Sinne des § 16 Abs. 3 Nummer 2 ImmoWertV entspricht.²⁰

18 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, BT-Drs. 19/11085, S. 86; BVerfG-Urteil v. 10.02.1987 – 1 BvL 18/81, 1 BvL 20/82 –, BStBl. 1987 II, S. 240.

19 Gegenäußerung der Bundesregierung zu der Stellungnahme des Bundesrates, zu Ziffer 6 bis 13, BT-Drs. 19/13713 v. 02.10.2019.

20 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Begründung zu § 251 BewG, BT-Drs. 19/11085, S. 112.

Ertragswertverfahren

Das typisierte **Ertragswertverfahren** nach §§ 252 bis 257 BewG wurde in Anlehnung an das vereinfachte Ertragswertverfahren nach § 17 Absatz 2 Satz 1 Nummer 2 ImmoWertV geregelt. Infolgedessen ermittelt sich der Grundsteuerwert im typisierten Ertragswertverfahren nach §§ 252 ff. BewG am Bewertungstichtag, in dem

- der jährliche Reinertrag des Grundstücks (ohne Aufspaltung in einen Boden- und Gebäudeertragsanteil) über die Restnutzungsdauer des Gebäudes zum Barwert des Reinertrags kapitalisiert und
- der Bodenwert in einer über die Restnutzungsdauer des Gebäudes abgezinsten Größenordnung dem Barwert des Reinertrags ergänzend hinzugerechnet wird.

Der **Ablauf des typisierten Ertragswertverfahrens** nach den §§ 252 ff. BewG lässt sich schematisch wie folgt darstellen:

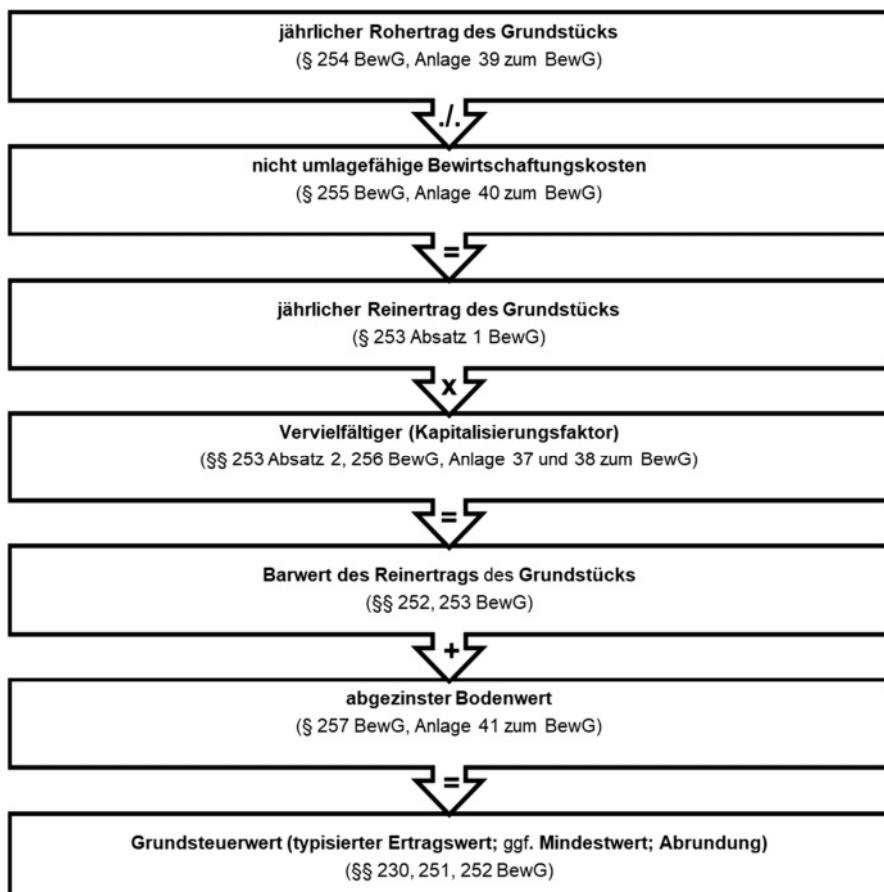


Abb. 6: Ablauf des Ertragswertverfahrens nach §§ 252 ff. BewG

Besondere objektspezifische Grundstücksmerkmale im Sinne des § 8 Absatz 3 ImmoWertV werden im Rahmen dieser typisierenden Bewertung grundsätzlich nicht berücksichtigt.

Das Ertragswertverfahren nach §§ 252 ff. BewG wird insbesondere dadurch vereinfacht, dass bei der Ermittlung des **jährlichen Rohertrags des Grundstücks** nicht an tatsächlich vereinbarte oder übliche Mieten, sondern an aus der Zusatzerhebung zum Mikrozensus 2014 des Statistischen Bundesamtes abgeleiteten durchschnittlichen Nettokaltmieten angeknüpft wird. Hiermit soll eine weitgehend automatisierte Feststellung der Grundsteuerwerte sowie zukünftig vorausgefüllte Feststellungserklärungen ermöglicht werden.²¹

Die aus dem Mikrozensus des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2014 ermittelten durchschnittlichen Nettokaltmieten wurden auf der Grundlage länderspezifischer Verbraucherpreisindizes der Nettokaltmieten des Statistischen Bundesamtes auf das Jahr 2021 (maßgeblich für den Hauptfeststellungszeitpunkt 01.01.2022) prolongiert.

Ausweislich der Anlage 39 zum BewG sind für das Land Sachsen beispielsweise folgende monatlichen durchschnittlichen Nettokaltmieten in Euro je Quadratmeter Wohnfläche (Wertverhältnisse/Stand: 01.01.2022) zu berücksichtigen²²:

Land	Gebäudeart*	Wohnfläche** (je Wohnung)	Baujahr des Gebäudes				
			bis 1948	1949 bis 1978	1979 bis 1990	1991 bis 2000	ab 2001
Sachsen	Einfamilien- haus	unter 60 m ²	6,19	6,17	5,97	6,81	7,10
		von 60 m ² bis unter 100 m ²	5,37	5,34	5,17	5,89	6,14
		100 m ² und mehr	5,39	5,37	5,19	5,91	6,16
	Zweifamilien- haus	unter 60 m ²	6,20	6,18	5,98	6,82	7,11
		von 60 m ² bis unter 100 m ²	5,25	5,23	5,06	5,77	6,03
		100 m ² und mehr	5,07	5,05	4,88	5,56	5,82
	Mietwohn- grundstück	unter 60 m ²	6,47	6,43	6,22	7,09	7,41
		von 60 m ² bis unter 100 m ²	5,82	5,78	5,60	6,39	6,66
		100 m ² und mehr	5,73	5,70	5,52	6,29	6,56

Abb. 7: Auszug aus der Anlage 39, Teil I., zum BewG: Monatliche Nettokaltmieten in EUR/m² Wohnfläche (Wertverhältnisse/Stand 1.1.2022) für Sachsen

Zur Berücksichtigung von Mietniveaunterschieden zwischen den Gemeinden eines Landes werden die landesbezogenen Nettokaltmieten in einem zweiten Schritt nach sechs gemeindescharfen Mietniveaustufen differenziert. Hierzu sind die nach Maßgabe des § 254 BewG i.V.m. Anlage 39, Teil I, zum BewG ermittelten monatlichen durchschnittlichen Nettokaltmieten gemäß § 254 BewG i.V.m. Anlage 39, Teil II, zum BewG mit folgenden Ab- und Zuschlägen zu multiplizieren.²³

21 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, BT-Drs. 19/11085, S. 86.

22 Im Wege des Grundsteuerreform-Umsetzungsgesetzes sollen die Nettokaltmieten in der Anlage 39, Teil I, zum BewG an die Daten des Mikrozensus 2018 angepasst werden; siehe BT-Drs. 19/28902.

23 Im Wege des Grundsteuerreform-Umsetzungsgesetzes sollen die Mietniveaustufen in der Anlage 39, Teil II, zum BewG geändert werden; siehe BT-Drs. 19/28902"

Mietniveaustufe 1	- 22,5 %
Mietniveaustufe 2	- 10,0 %
Mietniveaustufe 3	+/- 0 %
Mietniveaustufe 4	+ 10,0 %
Mietniveaustufe 5	+ 20,0 %
Mietniveaustufe 6 und höher	+ 32,5 %

Abb. 8: Auszug aus der Anlage 39, Teil II., zum BewG: Mietniveaustufen (Zu- und Abschläge)

Nach § 263 Abs. 2 BewG wurde das Bundesministerium der Finanzen ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates die gemeindebezogene Einordnung in die jeweilige Mietniveaustufe zur Ermittlung der Zu- und Abschläge nach § 254 BewG in Verbindung mit Anlage 39, Teil II, zum BewG auf der Grundlage der Einordnung nach § 12 des Wohngeldgesetzes in Verbindung mit § 1 Absatz 3 und der Anlage der Wohngeldverordnung für steuerliche Zwecke herzuleiten. Auf der Grundlage dieser Ermächtigung hat das Bundesministerium der Finanzen die Verordnung zur Einstufung der Gemeinden in eine Mietniveaustufe im Sinne des § 254 des Bewertungsgesetzes (Mietniveau-Einstufungsverordnung – MietNEinV) vorgelegt, der der Bundesrat am 28. Mai 2021 mit Maßgaben zugestimmt hat (siehe Bundesrats-Drucksache 306/21 B).

Im Rahmen des typisierten Ertragswertverfahrens nach den §§ 252 ff. BewG werden die – nicht umlagefähigen – **Bewirtschaftungskosten** (Verwaltungskosten, Instandhaltungskosten und Mietausfallwagnis) aus Vereinfachungsgründen nicht einzeln ermittelt, sondern sie werden gemäß § 255 Satz 2 BewG i.V.m. Anlage 40 zum BewG nach gesetzlich normierten pauschalierten Erfahrungssätzen berücksichtigt. Ein Ansatz in tatsächlicher Höhe kommt im typisierten Massenverfahren nicht in Betracht.

Restnutzungsdauer	Grundstücksart		
	1	2	3
	Ein- und Zweifamilienhäuser	Wohnungseigentum	Mietwohngrundstück
≥ 60 Jahre	18	23	21
40 bis 59 Jahre	21	25	23
20 bis 39 Jahre	25	29	27
< 20 Jahre	27	31	29

Abb. 9: Auszug aus der Anlage 40 zum BewG: Bewirtschaftungskosten

Der jährliche Reinertrag des Grundstücks, der sich nach Abzug der Bewirtschaftungskosten (§ 255 BewG) vom jährlichen Rohertrag (§ 254 BewG) ergibt, ist gemäß § 253 Abs. 2 BewG ohne Aufspaltung in einen Boden- und Gebäudeertragsanteil bzw. ohne Abzug einer Bodenwertverzinsung mit einem unter Berücksichtigung der wirtschaft-

lichen Restnutzungsdauer des Gebäudes und des grundstücksartbezogenen Liegenschaftszinssatzes bestimmten Vervielfältiger nach Anlage 37 zum BewG zu kapitalisieren (**Barwert des Reinertrags des Grundstücks**). Hierbei wurden die Barwertfaktoren für die Kapitalisierung aus der Anlage 1 zu § 20 ImmoWertV als Vervielfältiger übernommen.

Die **Restnutzungsdauer** des Gebäudes ermittelt sich grundsätzlich aus dem Unterschiedsbetrag zwischen der wirtschaftlichen Gesamtnutzungsdauer, die sich aus der Anlage 38 zum BewG ergibt, und dem Alter des Gebäudes im Hauptfeststellungszeitpunkt. Nur in wenigen Ausnahmefällen, wie bei einer Entkernung oder Kernsanierung, ist von einer Verlängerung der Restnutzungsdauer im Sinne des § 253 Abs. 2 Satz 4 BewG auszugehen. Die Restnutzungsdauer eines noch nutzbaren Gebäudes beträgt gemäß § 253 Abs. 2 Satz 5 BewG mindestens 30 Prozent der wirtschaftlichen Gesamtnutzungsdauer. Abweichend hiervon ist bei einer bestehenden Abbruchverpflichtung für das Gebäude die Restnutzungsdauer auf den Unterschiedsbetrag zwischen der tatsächlichen Gesamtnutzungsdauer und dem Alter des Gebäudes im Hauptfeststellungszeitpunkt begrenzt.

Im typisierten Ertragswertverfahren nach §§ 252 ff. BewG werden nicht die von den örtlichen Gutachterausschüssen für Grundstückswerte ermittelten und veröffentlichten **Liegenschaftszinssätze** herangezogen, sondern aus Vereinfachungs- und Automationsgründen wurden grundstücksartbezogen – marktübliche – Liegenschaftszinssätze gesetzlich vorgegeben.²⁴

Nach § 256 Abs. 1 Satz 2 BewG gelten bei der Bewertung der Wohngrundstücke im Ertragswertverfahren grundsätzlich folgende Zinssätze:

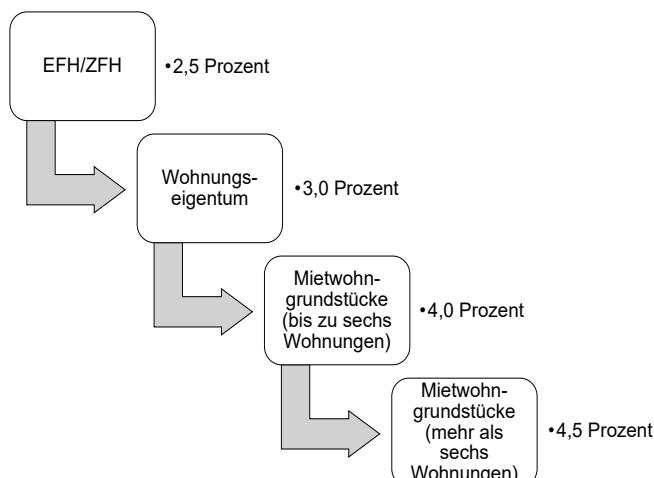


Abb. 10: Liegenschaftszinssätze nach § 256 Abs. 1 BewG

24 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Begründung zu § 256 Abs. 1 BewG, BT-Drs. 19/11085, S. 115.

Zur Gewährleistung einer relations- und realitätsgerechten Bewertung wurden die für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Wohnungseigentum normierten Zinssätze in Korrelation zu bestimmten Bodenrichtwertniveaus weiter abgestuft. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern verringert sich der Liegenschaftszinssatz um jeweils 0,1 Prozentpunkte je volle 100 Euro, die der Bodenrichtwert die Grenze von 500 Euro je Quadratmeter Grundstücksfläche übersteigt. Ab einem Bodenrichtwert von 1.500 Euro je Quadratmeter Grundstücksfläche wird ein einheitlicher Liegenschaftszinssatz von 1,5 Prozent angewendet. Bei Wohnungseigentum verringert sich der Liegenschaftszinssatz in einem Bodenrichtwertniveau von 2.000 Euro bis 3.000 Euro je Quadratmeter Grundstücksfläche entsprechend um jeweils 0,1 Prozentpunkte je volle 100 Euro. Ab einem Bodenrichtwert von 3.000 Euro je Quadratmeter Grundstücksfläche wird für Wohnungseigentum ein einheitlicher Liegenschaftszinssatz von 2,0 Prozent angewendet.

Dem Barwert des Reinertrags des Grundstücks ist im typisierten Ertragswertverfahren nach §§ 252 ff. BewG abschließend gemäß § 257 BewG der Bodenwert in einer über die Restnutzungsdauer des Gebäudes abgezinsten Größenordnung hinzuzurechnen (**abgezinster Bodenwert**). Als Abzinsungsfaktoren (Anlage 41 zum BewG) wurden die Barwertfaktoren für die Abzinsung aus der Anlage 2 zu § 20 ImmoWertV übernommen. Soweit selbstständig nutzbare Teilflächen im Sinne des § 257 Abs. 3 BewG²⁵ vorliegen, die nicht in die Abzinsung einzubeziehen sind, ist der Bodenwertanteil der selbstständig nutzbaren Teilflächen dem abgezinsten Bodenwertwertanteil ergänzend hinzuzurechnen.

Anwendungsbeispiel (Ertragswertverfahren):

Annahmen:

Hauptfeststellungszeitpunkt	1.1.2022
Lage des Grundstücks	Dresden
Gebäudeart	Mietwohngrundstück
Baujahr	1995
Wohnfläche / Anzahl der Wohnungen	10 Wohnungen mit je 50 m ² : 500 m ² 5 Wohnungen mit je 80 m ² : 400 m ²
Tiefgaragenstellplätze	15
Grundstücksfläche	1.200 m ²
Bodenrichtwertwert	400 €/m ²
Hebesatz der Gemeinde	635 %

Ermittlung des Grundsteuerwerts / der Grundsteuer			
Land:	Sachsen		
Gemeinde:	Dresden		
Grundstücks-/ Gebäudeart:	Mietwohngrundstück (> 6 Wohnungen)		
Baujahr:	1995		
Ermittlung des jährlichen Rohertrags des Grundstücks (siehe Anlage 39 zum BewG) ²⁶			
Wohnfläche unter 60 m ²			
monatliche Nettokaltmiete (€/m ²)	7,09		
x Zu-/Abschlag Mietniveaustufe: Dresden = 3 (+/- 0 %)	1,00		
= Zwischenergebnis (€/m ²)	7,09		
x 12 Monate	12		

25 Analogie Regelung zu § 17 Abs. 2 Satz 2 ImmoWertV.

26 Im Wege des Grundsteuerreform-Umsetzungsgesetzes sollen die Nettokaltmieten in der Anlage 39, Teil I, und die Mietniveaustufen in der Anlage 39, Teil II, zum BewG an die Daten des Mikrozensus 2018 angepasst werden; siehe BT-Drs.19/28902.

x	Wohnfläche (m ²)	500		
=	anteiliger Jahresrohertrag (€)	42.540,00	42.540,00	
	Wohnfläche 60 bis unter 100 m²			
	monatliche Nettokaltmiete (€/m ²)	6,39		
x	Zu-/Abschlag Mietniveaustufe: Dresden = 3 (+/- 0 %)	1,00		
=	Zwischenergebnis (€/m ²)	6,39		
x	12 Monate	12		
x	Wohnfläche (m ²)	400		
=	anteiliger Jahresrohertrag (€)	30.672,00	30.672,00	
	Garagenstellplätze			
	monatliche Nettokaltmiete (€/m ²)	35,00		
x	Zu-/Abschlag Mietniveaustufe: Dresden = 3 (+/- 0 %)	1,00		
=	Zwischenergebnis (€/m ²)	35,00		
x	12 Monate	12		
x	Anzahl Garagen	15		
=	anteiliger Jahresrohertrag (€)	6.300,00	6.300,00	
	jährlicher Rohertrag des Grundstücks		79.512,00 €	79.512,00 €
J.	nicht umlagefähige Bewirtschaftungskosten (siehe Anlagen 38, 40 zum BewG)			
	Grundstücksart: Mietwohngrundstück			
	Gesamtnutzungsdauer: 80 Jahre			
	Gebäudealter am Bewertungsstichtag: 27 Jahre			
	Restnutzungsdauer 53 Jahre			
	(> Mindestrestnutzungsdauer: 24 Jahre)			
	= Bewirtschaftungskosten Pauschalatz	23 %		18.287,76 €
	jährlicher Reinertrag des Grundstücks			61.224,24 €
x	Vervielfältiger (siehe Anlage 37 zum BewG)			
	Restnutzungsdauer: 53 Jahre			
	Liegenschaftszinssatz: 4,5 % (MWG > 6 Wohnungen)			
	= Vervielfältiger (Kapitalisierungsfaktor)	20,07		20,07
	Barwert des Reinertrags des Grundstücks			1.228.770,50 €
	Grundstücksfläche (m ²)	1.200		
x	Bodenrichtwert (€/m ²)	400,00		
x	EFH/ZFH: Umrechnungskoeffizient (Grundstücksgröße)	480.000,00€	480.000,00 €	
=	Bodenwert			
	Restnutzungsdauer: 53 Jahre			
	Liegenschaftszinssatz: 4,5 % (MWG > 6 Wohnungen)			
x	= Abzinsungsfaktor (siehe Anlage 41 zum BewG)	0,0970		
+ =	abgezinster Bodenwert			46.560,00 €
	(vorläufiger) Grundsteuerwert			46.560,00 €
	Prüfung Mindestwert (≥ 75 % vom Bodenwert)			> 360.000,00 €
	Grundsteuerwert (nach Abrundung auf volle 100 €)			1.275.300 €
x	Steuermesszahl (§ 15 Abs. 1 Nr. 2a GrStG: 0,00034) ²⁷			0,00036
=	Steuermessbetrag			459,11 €
x	Hebesatz			635%
=	Grundsteuer (Jahresbetrag)			3.486,85 €

*Die hell unterlegten Felder zeigen die Angaben an, die vom Steuerschuldner in der Feststellungserklärung mitzuteilen sind.

Abb. 11: Anwendungsbeispiel zum typisierten Ertragswertverfahren nach §§ 252 ff. BewG

- 27 Mit dem Sächsischen Gesetz zur Umsetzung der Grundsteuerreform vom 3. Februar 2021 (SächsGVBl Nr. 9/2021 v. 26. Februar 2021, S. 242) hat Sachsen unter Nutzung der Länder-öffnungsklausel für Wohngrundstücke eine von 0,34 Promille abweichende Steuermesszahl in Höhe von 0,36 Promille festgelegt.

Sachwertverfahren

Das typisierte Sachwertverfahren nach §§ 258 bis 260 BewG wurde in Anlehnung an das Sachwertverfahren nach den §§ 21 bis 23 ImmoWertV i.V.m. der Sachwert-Richtlinie geregelt. Zur Ermittlung des Grundsteuerwerts sind zunächst der Bodenwert wie der Wert für ein unbebautes Grundstück und der auf den gewöhnlichen Herstellungskosten (Normalherstellungskosten) basierende Gebäudesachwert getrennt zu ermitteln. Die Summe aus Bodenwert und Gebäudesachwert ergibt den sog. vorläufigen Sachwert. Dieser – vorwiegend kostenorientiert – ermittelte Wert ist abschließend durch Anwendung einer gesetzlich normierten Wertzahl an die allgemeinen Wertverhältnisse am Grundstücksmarkt anzupassen.

Besondere objektspezifische Grundstücksmerkmale im Sinne des § 8 Absatz 3 ImmoWertV werden im Rahmen dieser typisierenden Bewertung grundsätzlich nicht berücksichtigt.

Das typisierte Sachwertverfahren nach §§ 258 ff. BewG lässt sich schematisch wie folgt darstellen:

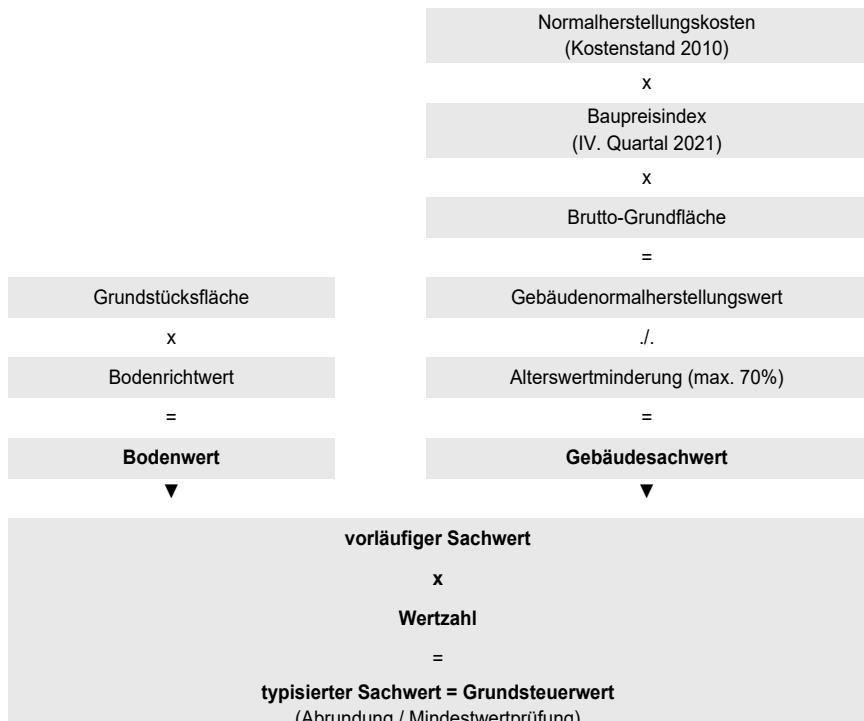


Abb. 12: Ablauf des Sachwertverfahrens nach §§ 258 ff. BewG

Hervorzuheben sind die Typisierungen im Bereich der Normalherstellungskosten und Wertzahlen.

Die in der Anlage 42 zum BewG gesetzlich vorgegebenen **Normalherstellungskosten** (NHK) wurden letztlich aus den Kostenkennwerten der Normalherstellungskosten 2010 (NHK 2010) in der Anlage 1 der Sachwert-Richtlinie hergeleitet. Im Sinne einer verwaltungsökonomischen Bewältigung eines Massenverfahrens wurden teilweise – vergleichbare – Gebäudearten zusammengefasst und eindeutige Kostenkennwerte festgelegt (u. a. Vorgabe von Kostenkennwerten für die Standardstufe 2). Die Differenzierung der NHK nach baujahrbezogenen Gruppen ermöglichte eine – automationsunterstützte – typisierende Berücksichtigung der baujährtypischen Ausstattung.²⁸ Bei der Differenzierung nach den drei baujahrbezogenen Gruppen (Baujahre vor 1995 = Standardstufe 2 / Baujahre 1995 bis 2004 = Standardstufe 3 / Baujahre ab 2005 = Standardstufe 4) wurden insbesondere die energetischen Anforderungen aus der Beschreibung der Gebäudestandards in der Anlage 2 der Sachwert-Richtlinie berücksichtigt.

Für Bürogebäude ergeben sich aus der Anlage 42 zum BewG beispielsweise folgende Normalherstellungskosten in Euro/m² Brutto-Grundfläche.

Gebäudeart	Baujahrgruppe		
	vor 1995	1995–2004	ab 2005
Bürogebäude, Verwaltungsgebäude	839	1.071	1.736

Abb. 13: Auszug aus der Anlage 42 zum BewG: Normalherstellungskosten in EUR/m² BGF

Im typisierten Sachwertverfahren nach §§ 258 bis 260 BewG werden aus Vereinfachungs- und Automationsgründen – marktübliche – Sachwertfaktoren gesetzlich als **Wertzahlen** in der Anlage 43 zum BewG vorgegeben.²⁹ Ein Rückgriff auf von den Gutachterausschüssen für Grundstückswerte abgeleitete Sachwertfaktoren ist nicht vorgesehen. In der Praxis werden für die bewertungsrechtlich im Sachwertverfahren zu bewertenden Grundstücke, insbesondere Geschäftsgrundstücke und gemischt genutzte Grundstücke, auch kaum Sachwertfaktoren abgeleitet.

		Bodenrichtwert		
Vorläufiger Sachwert		bis 100 EUR/m ²	bis 300 EUR/m ²	über 300 EUR/m ²
bis	500 000 EUR	0,80	0,90	1,00
	750 000 EUR	0,75	0,85	0,95
	1 000 000 EUR	0,70	0,80	0,90
	1 500 000 EUR	0,65	0,75	0,85
	2 000 000 EUR	0,60	0,70	0,80
	3 000 000 EUR	0,55	0,65	0,75
über	3 000 000 EUR	0,50	0,60	0,70

Abb. 14: Auszug aus der Anlage 43 zum BewG: Wertzahlen für gemischt genutzte Grundstücke und Nichtwohngrundstücke

28 Vgl. Begründung zu § 236 Abs. 1 BewG-E, BR-Drucks. 515/16 (B), S. 70.

29 Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Begründung zu § 260 BewG, BT-Drs. 19/11085, S. 119.

Anwendungsbeispiel (Sachwertverfahren):

Annahmen:

Hauptfeststellungszeitpunkt	1.1.2022
Gebäudeart	Bürogebäude
Brutto-Grundfläche	2.000 m ²
Baujahr	1998
Baupreisindex (2010 = 100)*	130,1
Grundstücksfläche	1.000 m ²
Bodenrichtwertwert	500 €/m ²

* Der Baupreisindex für das IV. Quartal 2021 liegt erst Anfang des Kalenderjahres 2022 vor.

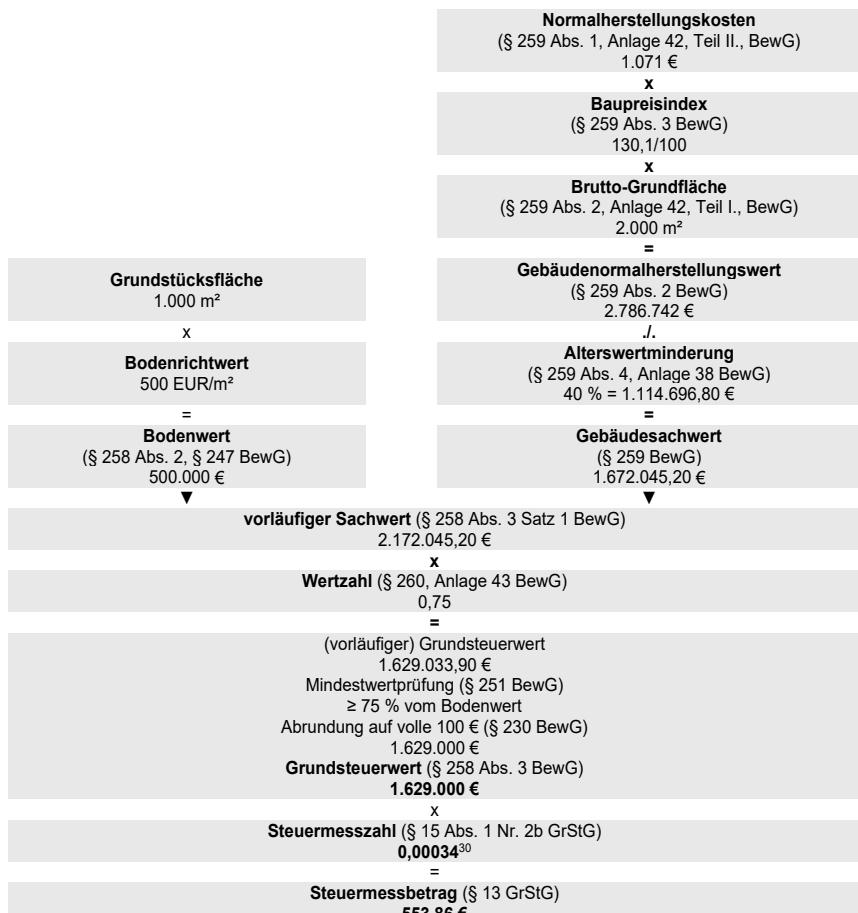


Abb. 15: Anwendungsbeispiel zum typisierten Sachwertverfahren nach §§ 258 ff. BewG

30 Nach dem Sächsischen Gesetz zur Umsetzung der Grundsteuerreform (SächsGVBI 2021, S. 242) hat Sachsen unter Nutzung der Länderöffnungsklausel für Geschäftsgrundstücke eine abweichende Steuermesszahl in Höhe von 0,72 Promille festgelegt.

5.3 Bewertung des land- und forstwirtschaftlichen Vermögens

Die Bewertung des land- und forstwirtschaftlichen Vermögens erfolgt nach dem Eigentümerprinzip auf der Basis des amtlichen Liegenschaftskatasters. Die bisherige Betriebsbewertung (Gesamtwertmethode) wurde zur Vermeidung vielfältiger Zu- und Abrechnungen durch eine standardisierte Bewertung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen ersetzt. Dabei wird fiktiv eine Selbstbewirtschaftung der Flächen unterstellt. Die Bewertung der Betriebsmittel erfolgt mit dem Grund und Boden – d. h. Aufwuchs und Betriebsmittel werden durch den standardisierten Flächenertrag repräsentiert. Wohn- und Gewerbegebäude werden dem Grundvermögen zugeordnet.

Die Wertermittlung erfolgt mittels typisierender Erträge anhand der maßgebenden Betriebszweige (sog. Nutzungen bzw. Nutzungsarten). Die Multiplikation der jeweiligen Reinerträge mit der jeweils individuell vorhandenen Eigentumsfläche ergibt den Reinertrag der jeweiligen land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung. Entsprechendes gilt für die Nutzungsarten. Die so für einen Betrieb der Land- und Forstwirtschaft ermittelten Reinerträge werden zum Reinertrag des Betriebs aufsummiert und anschließend kapitalisiert. Dies ergibt den Ertragswert des land- und forstwirtschaftlichen Grundbesitzes in Form des Grundsteuerwerts.

Die Ermittlung des Grundsteuerwerts (typisierten Ertragswert) für einen Betrieb der Land- und Forstwirtschaft lässt sich wie folgt schematisch darstellen:

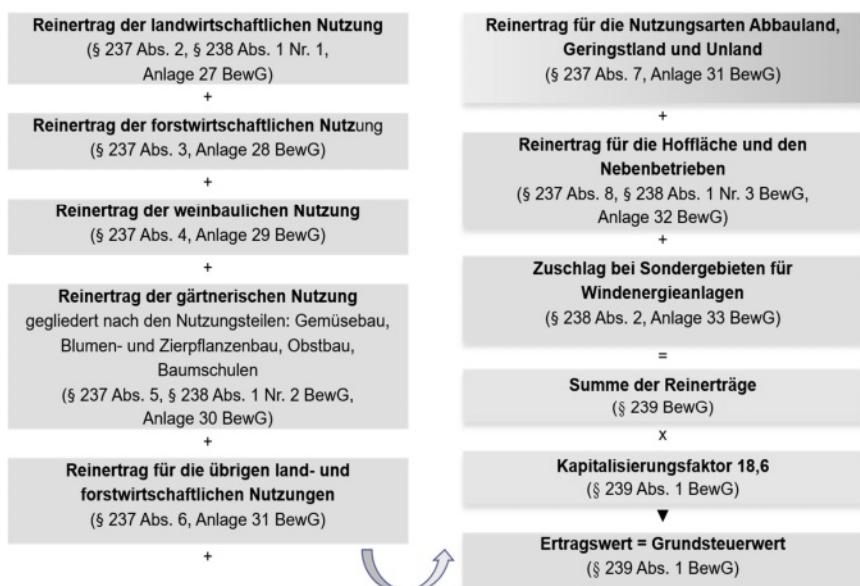


Abb. 16: Ablauf der Ermittlung des Grundsteuerwerts (typisierten Ertragswerts) für einen Betrieb der Land- und Forstwirtschaft

6 Wesentliche Änderungen im Grundsteuergesetz

Infolge der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts vom 10.04.2018 zur Verfassungsmäßigkeit der Einheitsbewertung (vgl. 2.) war der Gesetzgeber verpflichtet, spätestens bis zum 31.12.2019 eine Neuregelung zu treffen.

Der Gesetzgeber hat sich hierbei entschieden, dass bestehende Grundsteuer- und Bewertungsrecht in seiner Grundstruktur zu erhalten (vgl. 3.). Unter dieser Prämisse hat das Grundsteuerrecht im engeren Sinne nur wenige Änderungen erfahren. Insbesondere der Steuerbefreiungskatalog nach den §§ 3, 4 GrStG blieb unberührt.

Die Änderungen im Grundsteuergesetz erschöpfen sich zum Großteil auf Folgeänderungen zum reformierten Bewertungsrecht für Zwecke der Grundsteuer.

Allein die mit dem Gesetz zur Änderung des Grundsteuergesetzes zur Mobilisierung von baureifen Grundstücken für die Bebauung in § 25 Abs. 4 und 5 GrStG für die Gemeinden eingeräumte Möglichkeit, für Kalenderjahre ab 2025 aus städtebaulichen Gründen baureife Grundstücke als besondere Grundstücksgruppe innerhalb der unbebauten Grundstücke im Sinne des § 246 des Bewertungsgesetzes zu bestimmen und hierfür einen gesonderten – höheren – Hebesatz festzusetzen, geht bereits auf eine im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD für die 19. Legislaturperiode geforderte Einführung einer sog. Grundsteuer C zurück (vgl. 4.).

Darüber hinaus sind folgende Änderungen im Grundsteuergesetz zu nennen:

- Absenkung der Steuermesszahlen infolge der höheren Grundsteuerwerte gegenüber den Einheitswerten (§§ 14, 15 Abs. 1 GrStG),
- Anpassung der Zerlegungsmaßstäbe an die neue Bewertungssystematik bei Betrieben der Land- und Forstwirtschaft (§ 22 Abs. 2 GrStG),
- Einführung neuer Grundsteuervergünstigungen für bestimmte Vermietergruppen und für Baudenkmale (§ 15 Abs. 2 bis 5 GrStG),
- Anordnung einer neuen Hauptveranlagung der Grundsteuermessbeträge auf den 01.01.2025 (§ 36 GrStG),
- Anpassung der Erlassvorschriften für Betriebe der Land- und Forstwirtschaft an die neue Bewertungssystematik (§ 33 GrStG),
- Aufhebung der gesonderten (Übergangs-)Regelungen nach der deutschen Wiedervereinigung für die Steuergegenstände in dem in Artikel 3 des Einigungsvertrages genannten Gebiets (Abschnitt VI).



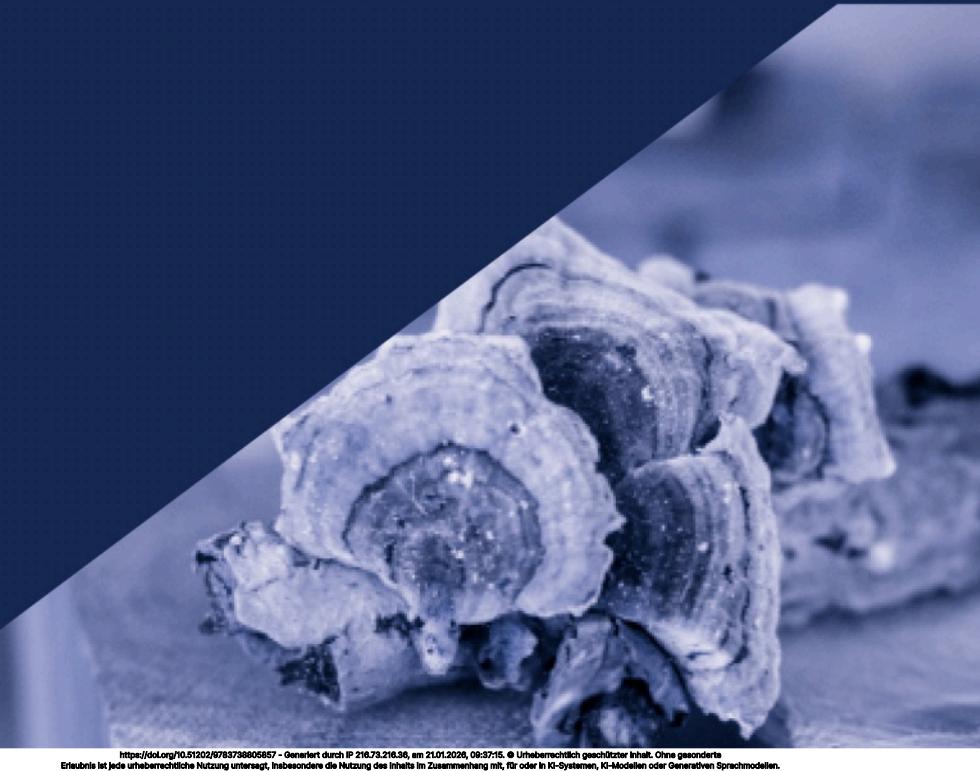
Roscher, Michael
Dipl.-Finanzwirt (FH)

1994–2006: Sachbearbeiter bzw. Betriebsprüfer im Bereich der Finanzverwaltung in Berlin
seit 2007: Sachbearbeiter in der Bundesfinanzverwaltung
Sachverständiger für Immobilienbewertung

HOLZSCHUTZ

BEITRÄGE VOM
24. EIPOS-SACHVERSTÄNDIGENTAG
HOLZSCHUTZ

AM 25. JUNI 2021



Lebensdauervorhersage von Holzbauteilen – Wie lange halten Anstriche im Außenbereich?

Boris Forsthuber, Gerhard Grüll, Michael Truskaller

Kurzfassung

Die Abschätzung der Lebensdauer von beschichteten Holzbauteilen ist komplex, hängt diese doch von einer Vielzahl an Faktoren ab, die sich zudem wechselseitig beeinflussen. Neben den Eigenschaften der Beschichtung spielen vor allem die Einbausituation, die Expositionsrichtung und -neigung, lokale klimatische Bedingungen oder auch der teilweise Schutz des Bauteils durch Überdachung eine große Rolle. Die Bestimmung dieser Faktoren und damit einhergehend eine zuverlässige Vorhersage der Lebensdauer von Holzbeschichtungen war das erklärte Ziel des Europäischen Forschungsprojektes SERVOWOOD.

Im Projekt wurde ein mehrstufiger Versuchsplan entwickelt, in dem 52 verschiedene Modellformulierungen von Holzbeschichtungen mit bekannter Zusammensetzung und erwartetem Leistungsvermögen, zwei Schichtdicken niveaus und fünf der meist verwendeten Nadel- und Laubholzarten im Bauwesen in Europa enthalten waren. Beschichtete Brettproben wurden an fünf Freilandstandorten und in Laborbewitterungsanlagen mit UV- und Xenonbogenlampen exponiert. Darüber hinaus wurde ein neuartiger mehrseitiger Bewitterungsstand entwickelt, der die Dosisvariation in Abhängigkeit der Expositionsrichtung und -neigung erlaubte. Die Daten aus diesen Versuchen ermöglichen detaillierte Auswertungen der Bewitterungsdosis im Vergleich zum Materialverhalten der Beschichtungen, was die Grundlage für die Entwicklung eines Lebensdauervorhersagemodells darstellte.

1 Einleitung

In Europa besteht der Bedarf, Holz als nachhaltiges Konstruktionsmaterial im Bauwesen verstärkt zum Einsatz zu bringen. Im Sinne einer optimalen Ressourcennutzung ist es dabei von großer Wichtigkeit, die Nutzungsdauer von beschichteten Holzbauteilen, wie z. B. Fenster, Außentüren und Fassaden zu optimieren sowie gleichzeitig den Instandhaltungsaufwand so gering wie möglich zu halten. Beschichtungen können die Lebensdauer von Holzbauteilen enorm erhöhen. Je nach Beschichtungssystem ist jedoch eine Wartung bzw. Instandhaltung notwendig.

Bei der Wahl eines Beschichtungssystems für ein bestimmtes Objekt ist es am besten, wenn man auf Langzeiterfahrungen über dessen Dauerhaftigkeit zurückgreifen kann. Diese existieren aber nur für Produkte, die schon lange Zeit am Markt sind und unter verschiedensten Beanspruchungsbedingungen angewendet wurden. Fallweise kann man auf vergleichende Studien über die Dauerhaftigkeit von Beschichtungen auf

Holz unter Praxisbedingungen zurückgreifen (z. B. GRÜLL et al. 2011a, TRUSKALLER ET AL. 2011). Aufgrund der Veränderungen vieler Beschichtungsstoffe und Holzschutzmittel, die in den letzten Jahren wegen der gesetzlichen Rahmenbedingungen notwendig waren (JAKL 2013, RÖSSLER 2013), gibt es für viele Marktprodukte diese Langzeiterfahrungen aus der Praxis noch nicht, weshalb den Erfahrungen der Entwickler und Prüfergebnissen für bestimmte Qualitätsmerkmale der Produkte ein hoher Stellenwert zukommt. Letztere ermöglichen einen objektiven Vergleich verschiedener Produkte, weil sie unter reproduzierbaren Bedingungen zustande gekommen sind, im Gegensatz zu praktischen Erfahrungen von verschiedenen Objekten und Bewitterungsstandorten.

Bei der Entwicklung und Prüfung von Beschichtungssystemen für Holz im Außenbereich spielen Bewitterungsversuche eine wichtige Rolle. Freilandbewitterungsversuche sind dabei unersetztbar, weil sie die realen Bewitterungsbedingungen mit allen natürlich auftretenden Einflussfaktoren beinhalten. Für gesicherte Ergebnisse über die Dauerhaftigkeit einer Beschichtung sind aber lange Bewitterungszeiträume von mehreren Jahren erforderlich. Darüber hinaus können der Bewitterungsstandort und der Versuchszeitraum einen Einfluss auf die Ergebnisse haben (GRÜLL et al. 2011b) und ein Hagelereignis am Bewitterungsstand kann viele Monate und Jahre Entwicklungsarbeit zerstören.

Zur beschleunigten Bewitterung unter kontrollierten Bedingungen wurden verschiedene Varianten von Geräten und künstlichen Bewitterungszyklen entwickelt. Für Beschichtungen auf Holz im Außenbereich wurde die in ÖNORM EN 927-6 beschriebene Methode der künstlichen Bewitterung im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes ARWOOD erarbeitet (PODGORSKI et al. 2003). Dazu werden Geräte mit fluoreszierenden UVA-Lampen mit einem Strahlungsmaximum bei 340 nm, einer Wassersprühseinrichtung und Kondenswasserbeanspruchung in einem definierten Zyklus verwendet. Abseits dieser Normprüfung werden häufig auch Geräte mit Xenonbogenlampen oder Karussells verwendet. Die Emission von Xenonbogenlampen entspricht besser dem Spektrum des Sonnenlichtes als jene der UVA-Lampen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse aus künstlichen Bewitterungsversuchen wird häufig die Frage gestellt, wie vielen Jahren Freilandbewitterung der durchgeführte künstliche Versuch entspricht und wie lange die Beschichtung in natürlicher Bewitterung gehalten hätte. Es wurde bereits vielfach versucht, verschiedene Arten der künstlichen Bewitterung mit der Freilandbewitterung zu korellieren (ARNOLD 1991, RIVER 1994, PODGORSKI et al. 2003). Sehr fundierte Ansätze und Modelle liefert dazu auch das Forschungsgebiet der Vorhersage der Gebrauchsduer (Service Life Prediction – SLP), in dem für Holz im Außenbereich schon einige Fortschritte in Hinblick auf die Dauerhaftigkeit gegenüber holzzerstörenden Pilzen gemacht wurden (BRISCHKE 2007, THELANDERSON et al. 2011, BRISCHKE 2013, FRÜHWALD HANSSON und ISAKSSON 2013). Für Beschichtungen auf Holz steht die Vorhersage der Gebrauchsduer jedoch noch in den Anfängen (MARTIN 2001, GRAYSTONE 2004). Anstelle der herkömmlichen Vergleiche von Beschichtungen nach der gleichen Bewitterungsduer steht dabei nach dem Konzept der Ausfallssicherheit die Zeit oder die Bewitterungsintensität bis zum Erreichen eines definierten Grenzzustandes, der die Dauerhaftigkeit definiert, im Vordergrund (EKSTEDT 2002, Abb. 1).

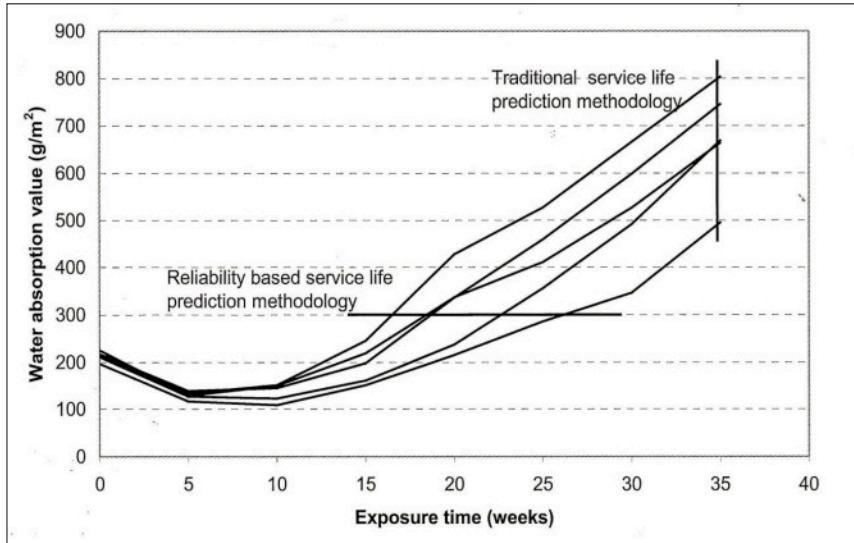


Abb. 1: Prinzipieller Ansatz der Gebrauchsdauvorhersage auf Basis der Ausfallssicherheit (EKSTEDT 2002)

Das Ziel des Projektes SERVOWOOD war es nun, die Lebensdauer von beschichteten Holzbauteilen möglichst zuverlässig vorherzusagen. Wesentliche Voraussetzung war die einfache Umsetzbarkeit in die Praxis. Es sollte dabei möglich sein, bei Kenntnis der wesentlichen Rahmenbedingungen und Beschichtungseigenschaften, die tatsächliche Lebensdauer möglichst genau vorherzusagen. Im Rahmen des Konsortiums wurde darüber hinaus festgelegt, dass durch das SERVOWOOD SLP-Modell der Zeitpunkt der ersten Wartung vorhergesagt werden sollte. Der Grund dafür ist, dass eine zeitgerechte Wartung die Lebensdauer eines Holzbauteiles noch einmal wesentlich verlängern kann. Die akkurate Vorhersage dieses Zeitpunktes bietet somit einen wesentlichen Mehrwert gegenüber einer reinen Vorhersage der Lebensdauer.

Sowohl in der Freilandbewitterung als auch der künstlichen Bewitterung wurden Proben dann als „ausgefallen“ klassifiziert, wenn die Oberflächen gewisse Wartungskriterien erfüllten. Die angelegten Wartungskriterien orientierten sich an der Publikation von GRÜLL ET AL. (2011c), in der Grenzzustände von Beschichtungssystemen auf Holz im Außenbereich beschrieben wurden, die im Laufe der Zeit aufeinanderfolgend erreicht werden können (Tab. 1).

Grenz-zustand	Film bildende Beschichtungen	Nicht film bildende Beschichtungen	Zustand der Beschichtung	Veränderungen
L-E	Ästhetisches Limit, optischer Mangel	Ästhetisches Limit, optischer Mangel	nur optische Veränderungen	Glanzveränderung Farveränderung Algenbewuchs
L-D1	Wartungsintervall	Wartungsintervall = Renovierungsintervall	geringe Schäden, die keine Entfernung der Originalbeschichtung erfordern	intensive Kreidung Risse im Beschichtungsfilm (ohne Verfärbungen) Beschichtungsrisse durch Hagel (ohne Verfärbungen) Abblätterungen an einzelnen Stellen (< 5mm², ohne Verfärbungen um die abgeblätterten Bereiche) oberflächlicher Bewuchs mit Schimmel- oder Bläuepilzen
L-D2	Renovierungsintervall		Beschichtungsschäden, die ein Entfernen der Originalbeschichtung erfordern können	Rissbildung Blasenbildung Abblätterungen Hagelschäden Verfärbungen bei Rissen tiefer gehender Bewuchs mit Schimmel- oder Bläuepilzen
L-D3	Beginnende Holzzerstörung	Beginnende Holzzerstörung	-	Braunfäulepilze Weissfäulepilze holzzerstörende Insekten

Tab. 1: Definition von Grenzzuständen für Holzbeschichtungssysteme nach Grüll et al. (2011c); Definition der Wartungskriterien fett umrandet

Für die vorliegende Arbeit war der Grenzzustand L-D1 relevant. Damit sind für die Entscheidung, ob eine beschichtete Oberfläche gewartet werden sollte, die in der letzten Spalte für L-D1 angeführten Kriterien ausschlaggebend. Die Bewertung der Abwitterungerscheinungen erfolgte nach ÖNORM EN 927-3 bzw. ÖNORM EN 927-6. Dementsprechend wurde im Falle der Risse die Bewertung nach ÖNORM EN ISO 4628-4 herangezogen. Als wartungsreif wurde eine Beschichtung bewertet, wenn die Menge der Risse den Kennwert 1 (erste Risse in Beschichtungsfilm) erreichte.

2 Modellierung der Lebensdauer von beschichteten Holzbauteilen

2.1 Datengrundlage

Im Projekt wurde ein mehrstufiger Versuchsplan entwickelt, in dem 52 verschiedene Modellformulierungen von Holzbeschichtungen mit bekannter Zusammensetzung und erwartetem Leistungsvermögen, zwei Schichtdicken niveaus und fünf der meist verwendeten Nadel- und Laubholzarten im Bauwesen in Europa enthalten waren. Beschichtete Brettproben wurden an fünf Freilandstandorten und in Laborbewitterungsanlagen mit UV- und Xenonbogenlampen exponiert.

Neben klassischen Tests in der QUV-Schnellbewitterung und im Freiland wurde ein mehrseitiger Bewitterungsstand entwickelt. Dieser erlaubt die Untersuchung der Variation der Bewitterungsdosis wie sie an den verschiedenen Seiten und Fassaden eines Hauses auftrifft. Dieser neuartige Bewitterungsstand erlaubt die Bewitterung von beschichteten Proben in neun verschiedenen Richtungen vertikal und 45° geneigt in jede Himmelsrichtung sowie horizontal auf der Oberseite des Gestells. Drei dieser Bewitterungsstände wurden zusätzlich mit Sprühseinrichtung, einer Heizung oder einer Kombination davon ausgestattet, um zusätzlich zum Effekt der Himmelsrichtung auch die Dosis von Feuchtigkeit und Wärme in der natürlichen Bewitterung zu variieren.

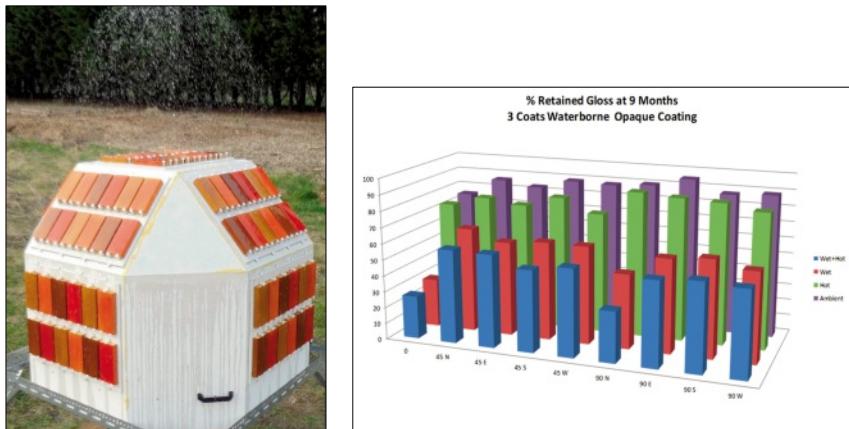


Abb. 2: Der mehrseitige Bewitterungsstand ermöglichte Dosisvariationen in der Freilandbewitterung, einige waren mit zusätzlichen Wassersprüh- und Heizeinrichtungen ausgestattet; Ergebnisse der Glanzhaltung einer wasserbasierten Beschichtung, 3 Anstriche nach 9 Monaten Bewitterung (Bilder: PRA)

Auf diesen Bewitterungsständen wurden zahlreiche Unterschiede in der Dauerhaftigkeit der Beschichtungen beobachtet. Die meisten Veränderungen traten auf den horizontalen Oberflächen auf, gefolgt von den 45 ° geneigten Flächen, die Richtung Süden und Westen ausgerichtet waren. Pilzbewuchs trat verstärkt an Oberflächen auf, die Richtung Norden exponiert waren. Die geringsten Veränderungen wurden an vertikal bewitterten Proben festgestellt.

Die Bewitterungsstände mit variierender Feuchtigkeit und Wärmeeinwirkung zeigten Unterschiede in der Schadensentwicklung der Beschichtungen. Insbesondere die feuchten Bedingungen führten zu intensivem Pilzbewuchs der Proben.

Die Ergebnisse beschreiben in sehr guter Weise die Variationen in der Verwitterung von Holzbeschichtungen, die auf den verschiedenen Seiten eines Hauses und in unterschiedlichen Neigungen der Oberflächen von Holzbauteilen auftreten und sind eine wichtige Grundlage des Lebensdauervorhersagmodells. Obwohl die Dauer dieser Freilandbewitterungsversuche relativ kurz war, konnten erste Ergebnisse mit unpigmentierten Beschichtungssystemen erzielt werden. Pigmentierte Systeme haben geringere Unterschiede in Farbe und Glanz gezeigt. Es ist vorgesehen, diese Bewitterungsversuche zu verlängern, um zusätzliche Daten für die Verbesserung des Vorhersagmodells zu erhalten.

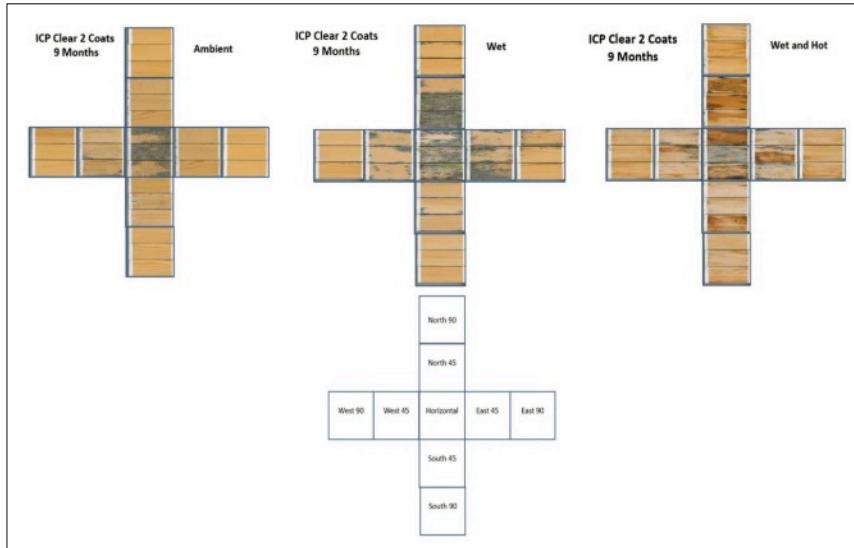


Abb. 3: Proben mit lösemittelbasierten Beschichtungen, 2 Anstriche nach 9 Monaten Bewitterung auf den Seiten der Bewitterungsstände mit und ohne zusätzlicher Wasserbesprühung und Heizung (Bilder: PRA)

Es konnte gefolgert werden, dass die relative Leistungsfähigkeit von Beschichtungssystemen in der Freilandbewitterung sehr stark durch Faktoren wie der Orientierung beeinflusst wird. Die systematische Exposition auf dem mehrseitigen Bewitterungsstand ergab Daten, die eine Interpretation erlauben, wie die Dosis der Sonneneinstrahlung in tatsächlichen Anwendungsbedingungen moduliert wird. Die Bewitterungsstände zeigten eine größere Bandbreite des Verhaltens in Freilandbewitterung als normale 45° Bewitterungsgestelle. Sie haben es ermöglicht, einige Dosis-Faktoren für die Modifikation der Referenzlebensdauer zu erstellen. Die Anwendung von zusätzlicher Beheizung und/oder Beregnung hat Veränderungen in der Beschichtung verursacht, die mit anderen Bewitterungsklimata verglichen werden können. Der Effekt von Wasser auf den Abbau des Beschichtungsfilms und die biologische Aktivität einschließlich Schimmelbewuchs war größer als jener der Beheizung.

Die Daten der mehrseitigen Bewitterungsstände werden zur weiteren Entwicklung der EN 927-1 verwendet, in der eine Einteilung nach dem Einfluss des Klimas und der Orientierung hinsichtlich der Beschichtungsqualität getroffen wird. Die Daten bieten zusätzliche Möglichkeiten zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen künstlicher und natürlicher Bewitterung in Form von Dosis und Wirkung. Dies ist insbesondere deshalb von Bedeutung, weil beispielsweise die trockeneren Bedingungen in der künstlichen Bewitterung nicht alle Arten von Abbauvorgängen vorhersagen können, die bei Freilandbewitterung auftreten.

2.2 Das Lebensdauer-Vorhersagemodell

Das Hauptergebnis des SERVOWOOD-Projektes ist ein Konzept für eine verbesserte Lebensdauervorhersage von Holzbeschichtungen unter der Verwendung eines adaptierten Faktorenmodells nach ISO 15686-8. Mit diesem Ansatz wird eine angenommene Referenzlebensdauer durch eine Reihe von modifizierenden Faktoren angepasst, die die Unterschiede zu den Referenzbedingungen wiedergeben.

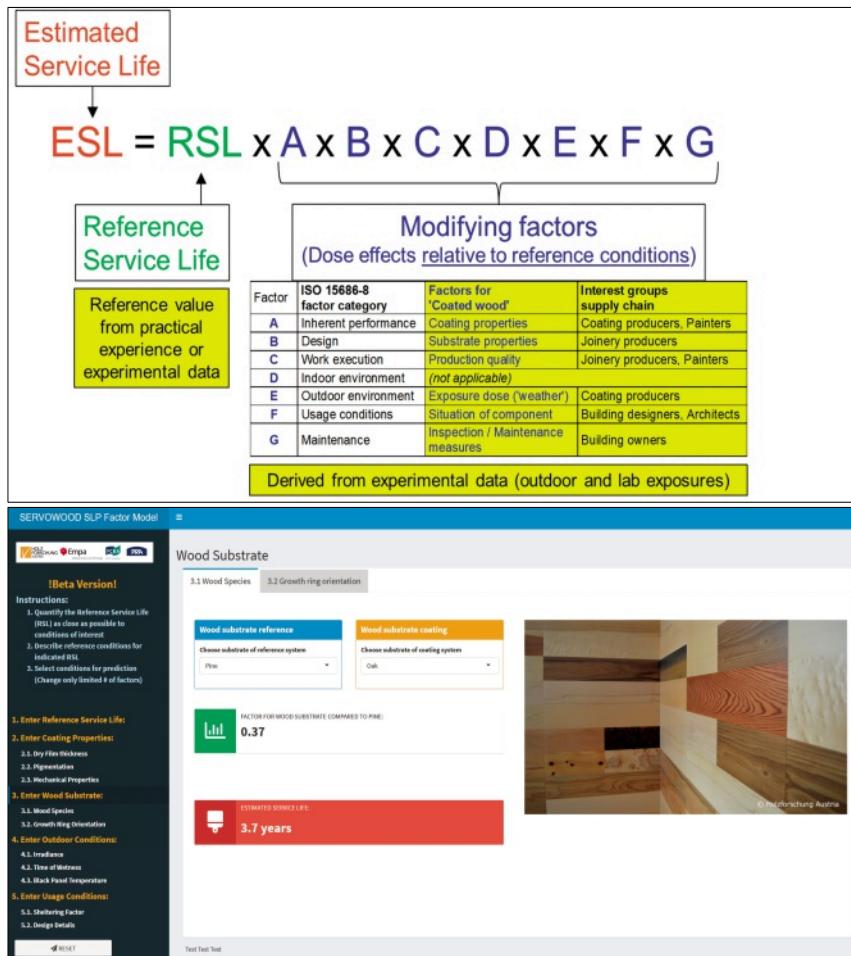


Abb. 4: Lebensdauervorhersagemodell und Prototyp eines Webtools zur Abschätzung der Lebensdauer einer Beschichtung.

Dabei kommt der Referenzlebensdauer naturgemäß eine große Bedeutung zu, die mit Hilfe von Langzeiterfahrungen aus der Praxis oder langzeitigen Bewitterungsversuchen mit bekannten Systemen ermittelt wird. Die modifizierenden Faktoren wurden von Dosis-Wirkungs-Beziehungen, auf Grundlage der Versuchsdaten sowie auf Basis der

Ergebnisse von vorangegangenen Projekten und der Literatur entwickelt. Darüber hinaus konnte das Konsortium erfolgreich gemeinsam relevante Grenzzustände für Holzaußenbeschichtungen definieren, die das Ende der technischen Nutzungsdauer der Beschichtung anzeigen. Es wurde Übereinstimmung gefunden, den entscheidenden Grenzzustand hauptsächlich auf das Ausmaß der Rissbildung zu beziehen, da dieser Schaden das Aufbringen eines Wartungsanstriches, aber noch nicht die Entfernung der Originalbeschichtung erfordert. Rein ästhetische Veränderungen wie Farb- und Glanzänderungen sind nicht berücksichtigt. Innerhalb der Projektlaufzeit wurde das Modell in einer Prototypversion mit einem User-Interface erstellt. Die Validierung erfolgte durch Vergleich der Vorhersagen des Modells mit den Ergebnissen von Inspektionen von existierenden Gebäuden in ganz Europa. Aufgrund des beschränkten Projektzeitraumes konnten noch nicht alle notwendigen Daten für die Berechnung aller Faktoren generiert werden. Es ist jedoch daran gedacht, die noch fehlenden Faktoren des vorliegenden Modells durch zukünftige Forschungsarbeiten zu ergänzen.

2.3 Farbvorhersage

Eine weitere Errungenschaft war die Entwicklung eines Modells zur Vorhersage der Farbveränderung von Lärchen- und Fichtenholz, das mit halbtransparenten Beschichtungssystemen beschichtet ist, einschließlich der Applikation von Wartungsanstrichen. Dieses Modell kann verwendet werden, um einem Konsumenten den Farbeindruck eines Holzbauteils darzustellen, der sich im Laufe der Zeit einstellen wird, abhängig von der Farbe des verwendeten Beschichtungsmaterials.

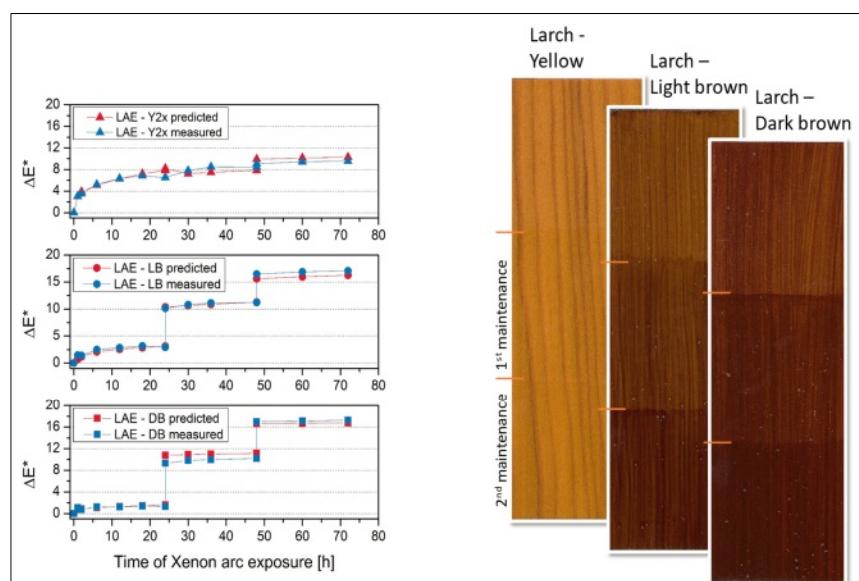


Abb. 5: Farbvorhersagemodell für halbtransparente Wartungsanstriche auf Lärchenholz; Sprünge in den Farbänderungsverläufen zeigen Wartungsanstriche an (Bilder: HFA)

2.4 Feuchtesensor in der Grenzfläche

Viele Holzproben wurden mit einer Reihe von speziellen Sensoren ausgestattet, um die Reaktion von beschichtetem Holz bei variabler Bewitterungsdosis im Freiland und im Labor untersuchen zu können. Die Datenspeicherung in kurzen Intervallen ermöglichte es, den Zustand der Beschichtungen zwischen den Intervallen der visuellen Beurteilungen zu verfolgen. Im Besonderen haben sich Messungen der Holzfeuchtigkeit an der Grenzfläche zwischen Holz und Beschichtung mit einem neu entwickelten Sensor als exzellente Methode zur Bestimmung des Wartungszeitpunktes für Holzbeschichtungen herausgestellt. Wenn die ersten Risse in der Beschichtung einen Verlust der feuchteschützenden Eigenschaften verursacht haben, wurden höhere Schwankungen der Holzfeuchtigkeit an der Grenzfläche gemessen. Diese Erkenntnis kann die Basis für die Entwicklung von elektronischen Systemen sein, die den Wartungsbedarf von Holzbeschichtungen anzeigen. Innerhalb des Projektes war es eine wirkungsvolle Methode, um Informationen zur Dauerhaftigkeit von Beschichtungen in kontinuierlichen in-situ Messungen zu erhalten. Darüber hinaus wurden neue Sensoren zur Messung der Oberflächenfeuchtigkeit direkt auf beschichteten Holzoberflächen entwickelt, mit dem Fokus auf die Bestimmung der Zeitdauer in der die Oberfläche feucht ist („time of wetness“). Diese Sensoren auf den beschichteten Brettproben wurden erfolgreich mit einem kommerziellen Feuchtigkeitssensor neben den Holzproben validiert. Es war jedoch nicht möglich den Einfluss der Farbe und der Wasserdurchlässigkeit von Beschichtungen auf die Zeitdauer der Oberflächenbefeuchtung in einem Standard-Bewitterungsversuch 45° Richtung Süden zu messen. Diese Sensoren haben Potenzial für weiterführende Forschungsarbeiten zur Bildung von Tau auf Fassadenoberflächen von Gebäuden mit hoher Wärmedämmung der Außenwände.

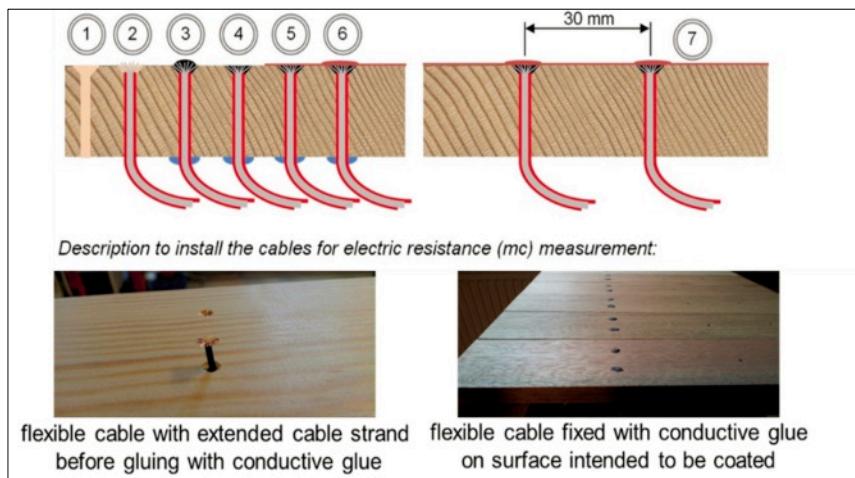


Abb. 6: Bretter in der Freilandbewitterung mit Sensoren zur Messung der Oberflächenfeuchtigkeit
(Bilder: HFA)

Feuchtigkeit auf beschichteten Brettoberflächen begünstigt Pilzbewuchs, welcher im Detail mit verschiedenen Probenserien im Versuchsprinzip untersucht wurde. Der Pilzbewuchs wurde hauptsächlich in Form von Bläue vorgefunden. Ergebnisse haben eindeutig gezeigt, dass ein geringerer Pilzbewuchs bei pigmentierten Beschichtungen im Vergleich zu farblosen Beschichtungen aufgetreten ist. Auch bei einem höheren Gehalt an Biozid in einem farblosen lösemittelbasierten Beschichtungsprodukt war dieses anfälliger auf Bläuebewuchs als die pigmentierte Formulierung. In den wasserbasierenden Beschichtungen war der Anteil an Biozid bei den farblosen und pigmentierten Beschichtungen gleich hoch. Die pigmentierte wasserbasierte Beschichtung war jedoch weniger anfällig auf den Bewuchs mit Bläuepilzen. Nach 12 Monaten Freilandbewitterung war das Ausmaß des Bläuebewuchses gleich stark ausgebildet, unabhängig davon ob die Rückseiten der Proben versiegelt waren oder nicht. Das Wachstum von Bläuepilzen war nicht zwingend mit einer Rissbildung der Beschichtung verbunden.

2.5 Einfluss der Holzarten

Die Holzarten Eiche, Meranti, Lärche, Fichte und Kiefer mit Variationen der Jahrringlage wurden in einem Teil des Projektes untersucht, um den Einfluss des Holzuntergrundes zu erfassen. Beschichtungen auf Kiefer und Eiche zeigten die frühesten und deutlichsten Veränderungen, gefolgt von jenen auf Fichte und Beschichtungen auf Meranti und Lärche mit den geringsten Veränderungen.

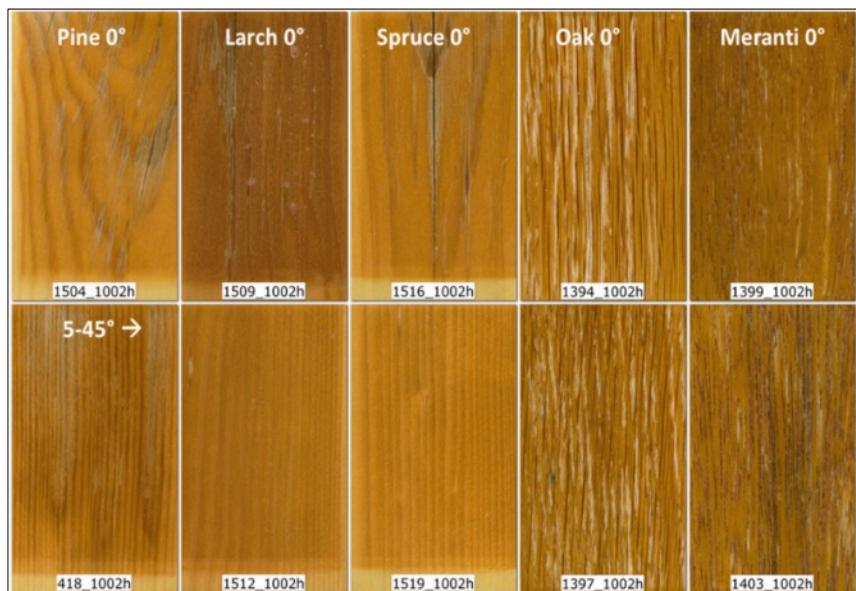


Abb. 7: Einfluss der Holzart und Jahrringlage (0° und 5° - 45°) auf die Dauerhaftigkeit einer Beschichtung (Bilder: HFA)

Die Jahrringlage hat die Dauerhaftigkeit bei Freilandbewitterung nur gering beeinflusst, jedoch wurden deutliche Effekte bei künstlichen Bewitterungsversuchen erzielt. Auf Nadelhölzern haben Bretter mit liegenden Jahrringen stärkere Veränderungen gezeigt

als jene mit 5° bis 45° Jahrringlage, bei Proben aus Laubhölzern wurde kein eindeutiger Einfluss der Jahrringlage festgestellt. Die dominierenden Einflüsse wurden in diesem Versuch jedoch von den verschiedenen Beschichtungssystemen festgestellt. Deren Unterschiede zwischen pigmentierten und farblosen Beschichtungen hatten einen höheren Einfluss als die Variationen der Holzart und Jahrringlage.

Der Vergleich verschiedener Holzarten hat gezeigt, dass das Wachstum von Bläuepilzen bei Beschichtungen auf Lärchenholz und Meranti aufgrund von Unterschieden im Feuchtehaushalt gegenüber den Holzarten Fichte, Kiefer und Eiche geringer ausgebildet war. Die mehrseitigen Bewitterungsstände haben die Erkenntnis gebracht, dass das größte Befallsausmaß mit Bläuepilzen auf farblos beschichteten Proben mit Expositionsrichtung 45° gegen Norden aufgetreten ist und an der Oberseite des Bewitterungsstandes (horizontale Exposition).

In allen Probenserien zeigten die Ergebnisse denselben Trend: pigmentierte Beschichtungen waren weniger vom Bläuebefall betroffen als farblose Beschichtungen. Der Einfluss der Pigmente kann mit folgenden Hypothesen erklärt werden:

- Dunkle Pigmente auf den Oberflächen von Holzproben führten zu einer höheren Oberflächentemperatur und damit zu weniger Feuchtigkeit auf der Holzoberfläche. Diese geringere Feuchtigkeit führt zu einem geringeren Pilzwachstum.
- Die Pigmente beinhalten Eisen. Eisen könnte einen biologischen Effekt auf Bläuepilze haben. Dieser Effekt wurde bereits auf Bakterien und Pilzkonidien nachgewiesen.
- Die Acidität der Oberflächen kann für farblos und pigmentiert beschichtete Flächen unterschiedlich sein.

In Forschungsprojekt SERVOWOOD wurde eine unterschiedliche Auslegung des Begriffes „Schimmelbewuchs“ zwischen den Forschungspartnern identifiziert. Bei der nächsten Überarbeitung der EN 927-3 wird daher empfohlen, die Wortwahl „Schimmelbewuchs“ zu diskutieren. Schimmelbewuchs inkludiert oberflächlichen Schimmel (reversibel) und Bläuepilze (irreversible Verfärbung). Oberflächliche Schimmelpilze können abgewaschen und damit von der Beschichtung leicht entfernt werden. Bläuepilze entwickeln sich sowohl an der Beschichtungsobерfläche als auch im Beschichtungsfilm. Oberflächenschimmelpilze bauen Beschichtungen nicht ab, während die Hyphen von Bläuepilzen in die Beschichtung eindringen können und den Beschichtungsfilm zerstören. Da die Auswirkung auf die Integrität des Beschichtungsfilms unterschiedlich ist, wird empfohlen in EN 927-3 eine klarere Unterscheidung einzuführen. Da Bläuepilze zu Nadelstichen im Beschichtungsfilm führen können, kann die Lebensdauer der Beschichtung dramatisch reduziert werden, weil diese Schäden die Eindringung von Wasser verstärken können.

Kiefer ist die Holzart, die für Bewitterungsversuche nach EN 927-3 verwendet wird. Das Splintholz dieser Holzart ist sehr anfällig auf Bläuepilze. In der praktischen Anwendung und insbesondere für Fenster wird empfohlen, diese Holzart mit einem Holzschutzmittel gegen Bläuepilze zu schützen, welches als Imprägnierung als erste Schicht im Beschichtungsaufbau aufgebracht wird. Daher ist es auch zu empfehlen, bei Bewitterungsversuchen auf Kiefernholz eine Holzschutzimprägnierung mit Wirksamkeit gegen Bläuepilze im Beschichtungssystem anzuwenden, um die Lebensdauer der Beschichtung mit Relevanz für die Praxis vorhersagen zu können.

2.6 Bestätigung der künstlichen Bewitterungsmethode

Die Testpräzision der künstlichen Bewitterungsmethode, die in EN 927-6 beschrieben wird, wurde mit einem Ringversuch unter Teilnahme der Labors der Forschungspartner bestimmt. Die Variabilität der Prüfergebnisse zwischen und innerhalb der Labors wurde in derselben Größenordnung festgestellt, sie ist jedoch abhängig vom Ausmaß der aufgetretenen Veränderungen der Proben. Ein formelles Präzisionsstatement wurde für die Überarbeitung der EN 927-6 erstellt und eingebracht. Diese Methode verwendet fluoreszierende UV-Lampen, Wasserbesprühung und Kondensation. Die Laborbewitterungsgeräte ermöglichen in einem gewissen Ausmaß eine systematische Variation der Bewitterungsdosis, was in Freilandbewitterungsversuchen üblicherweise nicht möglich ist. Dosisvariationen wurden durch Modifikation von künstlichen Bewitterungzyklen untersucht und es hat sich herausgestellt, dass der Zyklus, der in der gegenwärtigen Norm beschrieben wird, eine optimale Kombination von UV-Bestrahlung und Feuchtebeanspruchung darstellt. Es wurde bestätigt, dass dieser künstliche Bewitterungzyklus die Charakteristika von wichtigen Abbaueffekten verschiedener Holzbeschichtungssysteme darstellen kann, wie sie auch in natürlicher Bewitterung auftreten, allerdings in kürzerer Zeit. Die Modifikationen der Zyklen mit längerer Berechnungszeit haben zur geringeren Abbauraten geführt, hauptsächlich deshalb, weil die Zeit der UV-Bestrahlung reduziert wurde um die Feuchtebeanspruchung zu erhöhen. Zyklen mit höherer Temperatur haben zu rascheren Abbauraten aber gleichzeitig zu geringen Holzfeuchtigkeiten der Proben geführt.

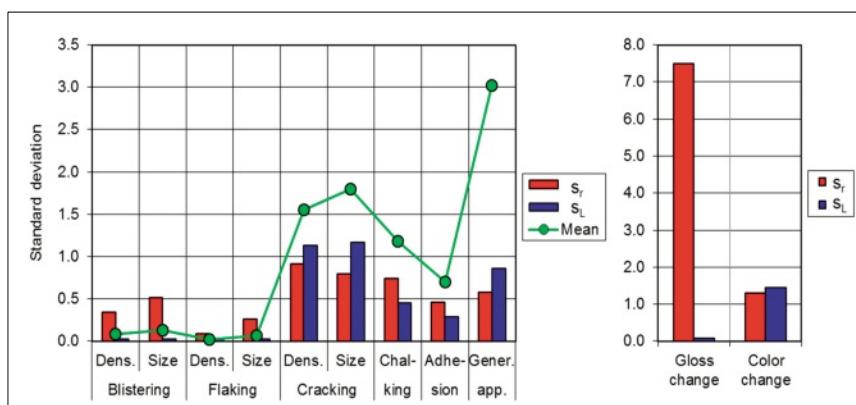


Abb. 8: Variabilität innerhalb (s_r) und zwischen (s_L) den Labors, verschiedene Leistungsparameter (3 Anstriche ICP, 2016 Stunden) (Bilder: EMPA)

Der Ringversuch hat zu wichtigen Verbesserungen der künstlichen Bewitterungsmethode geführt, wie z. B. bessere Wartungspläne der Geräte, eine neue Routine zur Probenrotation innerhalb der Geräte und interne Datenchecks zum Beispiel durch Messungen von Farbe und Glanz auch auf den nicht exponierten Vergleichsproben zu jedem Beurteilungskriterium. Ein neues Referenzmaterial, das im Ringversuch getestet wurde, ermöglicht einen Vergleich der Dosis in verschiedenen Bewitterungsgeräten und kann als interner Kontrollstandard zur Überprüfung der Methode verwendet werden. Dieser „Wartungsindikator“ bestand aus orangefarbenen PMMA-Platten mit einer

witterungslabilen weißen Deckbeschichtung, die unter den Einflüssen von Licht, Feuchtigkeit und Regen abgebaut wird. Der Abbau dieser Beschichtung in verschiedenen Schichtdicken resultierte in einer schrittweisen Freilegung des signalorangen Untergrundes. Die Anwendung dieses Referenzmaterials in der künstlichen Bewitterung war erfolgreich. Für die Anwendung in der Freilandbewitterung würde es jedoch einer Weiterentwicklung bedürfen, um auch biologischen Einflüssen wie Schimmelbewuchs und frühzeitigen Ausfällen zu widerstehen.

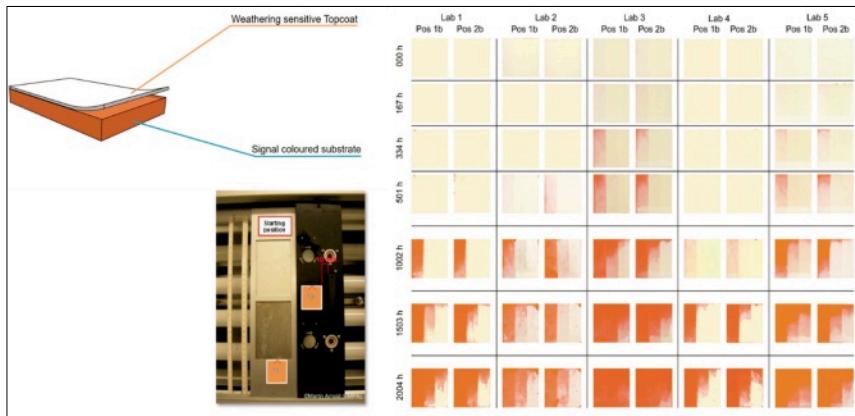


Abb. 9: Referenzmaterial für die künstliche Bewitterung (Bilder: HFA, EMPA)

3 Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts SERVOWOOD wurde ein Lebensdauer-Vorhersagemodell zur Prognose des ersten Wartungszeitpunktes entwickelt. Aus zahlreichen Vorprojekten ist bekannt, dass ein zeitgerechter Wartungsanstrich die Lebensdauer von beschichteten Holzbauteilen wesentlich verlängern kann. Eine möglichst genaue Vorhersage dieses Zeitpunktes liefert somit eine wertvolle Methode zur Verlängerung der Lebensdauer von Holzbauteilen. Datengrundlage für das entwickelte SLP-Modell waren künstliche Schnellbewitterungsergebnisse sowie Ergebnisse aus der Freilandbewitterung an 5 verschiedenen Standorten in ganz Europa. Zudem wurde ein mehrseitiger Bewitterungsstand entwickelt, bei dem die gleichen Beschichtungssysteme simultan mit verschiedenen Expositiosrichtung und -neigungen exponiert werden konnten. Für die Modellierung wurde eine „Reliability based“ SLP-Methode verwendet, bei der die Zeit bis zum Erreichen eines Grenzzustandes („time to failure“) angeben wird. Im Vergleich zu klassisch mechanistischen SLP-Modellen erlaubt die verwendete Faktorenmethode eine unmittelbare Anwendung in der Praxis. Zudem erlaubt das Modell auch die nachträgliche Modifikation oder Ergänzung von Faktoren, sobald diese verfügbar sind. Im Rahmen des Projektes wurde zudem die Grundlage für einen elektronischen Wartungssensor erarbeitet.

Quellen/Literatur

- ARNOLD, M.; SELL, J.; FEIST, W. C. (1991): Wood weathering in fluorescent ultraviolet and xenon arc chambers. *Forest Products Journal*, 41, 2, 40–44.

BRISCHKE, C. (2007): Untersuchung abbaubestimmender Faktoren zur Vorhersage der Gebrauchs dauer feuchtebeanspruchter Holzbauteile. Dissertation. Hamburg. Universität.

BRISCHKE, C. (2013): Modelle zur Gebrauchs dauer vorhersage von Holzbauteilen. Proceed. Wiener Holzschatztage 2013, Holzforschung Austria, Wien.

EKSTEDT, J. (2002): Studies on the barrier properties of wood coatings: Royal Institute of Technology, Stockholm.

EN 927-3 (2012). Paints and varnishes – Coating materials and coating systems for exterior wood – Part 3: Natural weathering test.

EN 927-6 (2006). Paints and varnishes – Coating materials and coating systems for exterior wood – Part 3: Exposure of wood coatings to artificial weathering using fluorescent UV lamps and water.

EN ISO 2808 (2007): Paints and varnishes – Determination of film thickness.

FRÜHWALD, HANSSON E., ISAKSSON, T. (2013): Gebrauchs dauerbasierte Planung von Holzbauwerken – Ein praxisgerechter Leitfaden. Proceed. Wiener Holzschatztage 2013, Holzforschung Austria, Wien.

GRAYSTONE, J. (2004). Performance of Exterior Wood Coatings (State of the Art trough COST E18). Proceed. 4th Woodcoatings Congress, PRA, Hampton.

GRÜLL, G.; SPITALER, I.; TRUSKALLER, M. (2011a): Moisture protection and performance during 5 years exposure of 19 wood coating systems on a cladding in Vienna. International Research Group on Wood Protection, IRG/WP 11-40561.

GRÜLL, G.; TRUSKALLER, M.; PODGORSKI, L.; BOLLMUS, S.; TSCHERNE, F. (2011c): Maintenance procedures and definition of limit states for exterior wood coatings. *Eur. J. Wood Prod.*, 69, 443–450.

GRÜLL, G.; TRUSKALLER, M.; PODGORSKI, L.; GEORGES, V.; BOLLMUS, S.; JERMER, J. (2011b): WOODEXTER Work Package 3 Interaction of wood and coatings – Effect on the performance of wood products – Report on natural weathering trials. Holzforschung Austria, Wien (HFA-Report No. FFG 443).

GRÜLL, G.; TRUSKALLER, M.; PODGORSKI, L.; BOLLMUS, S.; WINDT, I.; DE SUTTIE, E. (2013): Moisture conditions in coated wood panels during 24 months natural weathering at five sites in Europe. *Wood Material Science and Engineering* 8, 2, 95–110

JAKL, T. (2013): Chemikalienpolitik – wem nützt sie und wovor schützt sie? Proceed. Wiener Holzschatztage 2013, Holzforschung Austria, Wien.

MARTIN, J. W. (2001): Advances in predicting the service life of coatings. Proceed. COST E18 Seminar “Life time prediction”, Paris, France.

PODGORSKI, L.; ARNOLD, M.; HORA, G. (2003): A reliable Artificial Weathering Test for Wood Coatings. *Coatings World*, February 2003, 39–48.

RIVER, B. H. (1994): Outdoor aging fo wood-based panels and correlation with laboratory aging. *Forest Products Journal* 44, 11/12, 55–65

RÖSSLER, A. (2013): Auswirkungen der Chemikaliengesetzgebung auf die Entwicklung von Holzschutzmitteln und Holzlacken. Proceed. Wiener Holzschutztage 2013, Holzforschung Austria, Wien.

THELANDERSSON, S.; ISAKSSON, T.; SUTTIE, E.; FRÜHWALD, E.; TORATTI, T.; GRÜLL, G. ET AL. (2011): Quantitative design guideline for wood outdoors above ground applications. International Research Group on Wood Protection, IRG/WP 11-20465.

TRUSKALLER, M.; SPITALER, I.; GRÜLL, G. (2011): Wartungsintervalle von Holzbeschichtungen - 5 Jahre Freilandbewitterung von Balkon- und Fassadenelementen. Proceed. Wiener Holzschutztage 2011, Holzforschung Austria, Wien.



Forsthuber, Boris

Dr.

seit 2005: Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria
2016: Promotion an der Universität für Bodenkultur Wien



Grüll, Gerhard

Dr.

seit 1992: Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria,
Leiter der Abteilung Holzschutz und Bioenergie
2005: Promotion an der Universität für Bodenkultur Wien
seit 2009: Lehrbeauftragter an der Universität für Bodenkultur, Wien
seit 2009: Vorsitzender des Normenkomitees ASI-K 050 „Beschichtungs-
stoffe“



Truskaller, Michael

Dipl.-HTL-Ing.

seit 1995: Tischlermeister
seit 2000: Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria
2007: Nachgraduierung zum Diplom-HTL-Ingenieur – Diplomarbeit
zum Thema: „Untersuchung von Oberflächenbeschichtungen
für Holzbalkone“

Endlich Ruhe von oben! – Flachdächer und Dachterrassen im Holzbau

Andreas Rabold, Camille Châteauvieux-Hellwig, Stefan Bacher

Kurzfassung

Da der Einsatz von Flachdächern und Dachterrassen bei Mehrgeschossern im urbanen Bereich stetig zunimmt, bestand auf Grund von fehlenden Planungswerten eine hohe Unsicherheit bezüglich der Ausführung dieser Bauteile. Im nachfolgenden Beitrag werden die Ergebnisse eines aktuellen Projektes zum Schallschutz von Flachdächern, Dachterrassen und flach geneigten Dächern zusammengestellt und ihre Anwendung für den Praktiker aufbereitet.

1 Einleitung

Bei der Planung von modernen Büro- und Wohngebäuden ist vor allem im Bereich der mehrgeschossigen Bauweise i.d.R. ein Flachdach oder ein flachgeneigtes Dach mit ausgebautem Dachgeschoß vorgesehen. Um den Ansprüchen aus Wärmeschutz, Statik, Brandschutz und Schallschutz gerecht zu werden, müssen diese Dachkonstruktionen einer ganzen Reihe von Kriterien entsprechen. Auch im Bereich des Schallschutzes variieren die Ansprüche je nach Ausführung und Nutzung des Dachelementes als reines Dachelement oder als begehbarer Dachterrasse.

Planungsdaten, insbesondere für Konstruktionen in Holzbauweise, die den bauakustischen Ansprüchen entsprechen, sind nur sehr bedingt verfügbar. So wurden auch in der neuen DIN 4109 [1] nur drei Aufbauten für leichte Flachdächer berücksichtigt. Geeignete Aufbauten für Dachterrassen und Loggien, sowie Konstruktionen mit Massivholzelementen fehlen ganz.

Neben den statischen und bauphysikalischen Anforderungen werden im Bereich von Dachterrassen (wie auch für Loggien) häufig zusätzliche Vorgaben, wie Lattenroste oder Betonplatten als Gehbelag gemacht, die nur eine geringe Entkopplung ermöglichen. Auch die Zielsetzung einer möglichst niedrigen Stufe zwischen Wohnbereich und Dachterrasse im Zuge einer barrierefreien Ausführung stellt eine zusätzliche Herausforderung dar.

In einem aktuellen Projekt [2] wurden deshalb Untersuchungen an praxisnahen Dachaufbauten durchgeführt, um die Einflussgrößen auf die Schalldämmung von Flachdächern und leicht geneigten Dächern beschreiben und Planungsunterlagen gut geeigneter Konstruktionen zur Verfügung stellen zu können.

2 Konstruktive Einflüsse

Zur Untersuchung der konstruktiven Einflüsse wurden zunächst die gängigsten Dachkonstruktionen mit Ihren Varianten in den Bauteilkomponenten erfasst. Darauf aufbauend wurde in enger Abstimmung mit den Projektpartnern eine Prüfmatrix erstellt, die folgende Bauteilvarianten berücksichtigt:

- Dachtypen: Flachdächer, Dachterrassen, leicht geneigte Dächer;
- Elementtypen: Balken/Sparrenelemente, Massivholz Flächen-, Rippen- oder Kastenelemente;
- Dämmweise: Aufsparrendämmung, Zwischensparrendämmung;
- Dämmungstyp: EPS, PUR, Holzfaser, Vakuumpaneele;
- Eindeckung / Belag: Blechdach, Gründach, Kiesdach, Betonplatten, Lattenrost.

Durch vergleichende Messungen konnten für die verschiedenen Aufbauten die Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung durch die einzelnen Maßnahmen ermittelt werden. Nachfolgend werden diese für die Grundkonstruktion, zusätzliche Unterdecken und unterschiedliche Dachaufbauten gezeigt.

2.1 Dachkonstruktionen

Sichtbare Tragkonstruktionen können mit Sichtsparrendächern, Dachelementen aus Massivholzelementen (Brettsperrholz-, Brettschichtholz-, Brettstapelemente) oder Rippen- und Kastenelementen realisiert werden. Diese einschaligen Bauweisen der Grundkonstruktionen erfordern für schalltechnisch hochwertige Ausführungen Zusatzmassen in Form einer Beschwerung in oder auf dem Element. Alternativ kann durch eine (entkoppelte) Unterdecke die Luft- und Trittschalldämmung verbessert werden. Konstruktions- und Ausführungsvarianten sind in Abb. 1 dargestellt.

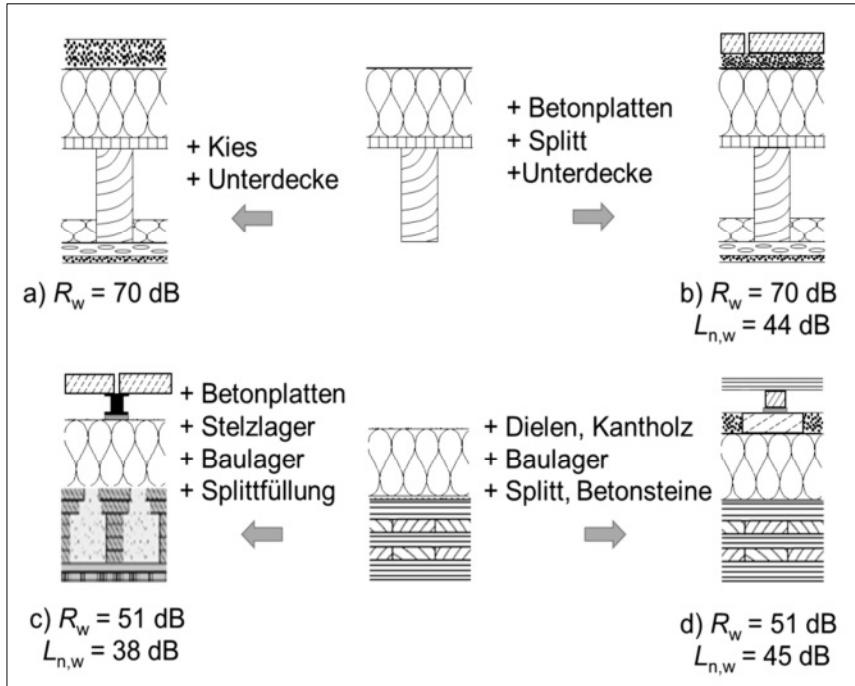


Abb. 1: Flachdächer aus Sparren- oder Massivholzelementen mit unterschiedlichen Aufbauten:
a) 50 mm Kies, Unterdecke mit Federschienen, 12,5 mm GKF und 40 mm Faserdämmstoff
b) 40 mm Betonplatten, 30 mm Splitt, Unterdecke mit Federschienen, 12,5 mm GKF und 40 mm Faserdämmstoff
c) 40 mm Betonplatten, > 40 mm Stelzlager, 12 mm Baulager, Splittfüllung im Element
d) 26 mm Dielen, 44 mm Kantholz, 12 mm Baulager, 40 mm Splitt und Betonplattung (unter Baulager)

Massivholzelemente werden auch als Akustikelemente eingesetzt. Um zu überprüfen in wieweit die Akustiklochung einen Einfluss auf die Schalldämmung des Dachelementes hat, wurde ein direkter Vergleich bei sonst gleichem Aufbau durchgeführt (siehe Abb. 2). Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung.

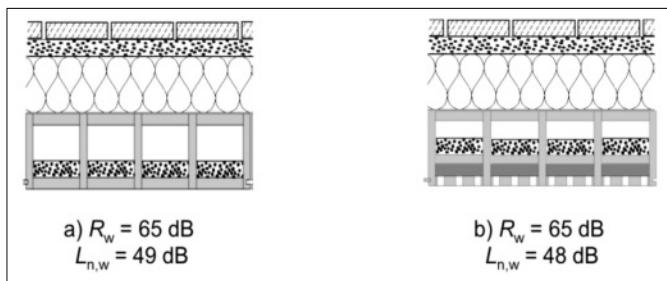


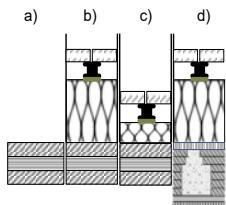
Abb. 2: Flachdächer aus Massivholz-Kastenelementen, EPS-Aufdachdämmung, Dachabdichtung und Betonplatten im Kiesbett:
a) Kastenelement mit 50 kg/m² Splittfüllung
b) Akustikelement mit 50 kg/m² Splittfüllung

2.2 Dämmung

Nicht druckbelastete Dämmstoffe zwischen den Sparren und in der Unterdecke wirken schallabsorbierend, indem Schallenergie durch Reibung an und zwischen den Dämmstofffasern in Wärmeenergie umgewandelt wird. Hierzu ist eine offenzellige Struktur des Dämmstoffes erforderlich, die der Schallwechseldruckwelle einerseits ein Eindringen ermöglicht und andererseits einen genügend großen Widerstand entgegengesetzt. Eine gute schallabsorbierende Wirkung wird mit Dämmstoffen erreicht, deren längenbezogener Strömungswiderstand r zwischen 5 kPa s/m² und 50 kPa s/m² liegt [1]. Dies kann sowohl mit Faserdämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen als auch mit konventionellen Dämmstoffen erreicht werden. Geschlossenzellige Dämmstoffplatten (z. B. Hartschaumplatten) sind nicht geeignet.

Druckbelastete Aufdachdämmungen haben neben der absorbierenden Wirkung auch die Aufgabe der Entkopplung. Bei Steildächern werden hierzu bei Dachkonstruktionen mit Schallschutzanforderungen häufig Faserdämmplatten eingesetzt. Dies ist auch bei flach geneigten Dächern mit Blecheindeckung möglich. Bei Flachdächern werden auf Grund der höheren Belastung meist Hartschaumdämmplatten verwendet. Diese verhalten sich auf Grund ihrer hohen Steifigkeit, der geringen Rohdichte und der fehlenden Absorption zunächst ungünstig.

Wie Abb. 3 zeigt, unterscheidet sich das bewertete Schalldämm-Maß R_w des Aufbaus b) mit 200 mm EPS-Aufdachdämmung ($R_w = 38$ dB) kaum vom Grundelement (Aufbau a) mit $R_w = 37$ dB. Die EPS-Aufdachdämmung hat also keine verbesserte Wirkung auf den Einzahlwert. Auch frequenzabhängig erkennt man erst ab 500 Hz eine Verbesserung gegenüber dem Grundelement. Dies kommt hier besonders deutlich zum Vorschein, da auch die Betonplatten auf Stelzlagern durch die Verlege-Fuge keinen Beitrag zur Luftschalldämmung leisten. Gleiches gilt für die Ausführung mit Vakuum-Paneelen, die gerne für barrierefreie Übergänge zur Dachterrasse eingesetzt werden. Eine deutliche Verbesserung wird erst durch eine Beschwerung des Dachelementes erreicht, wie dies in Aufbau d) durch eine Splittfüllung des Massivholz-Rippenelements erfolgte. Durch die Beschwerung wird das Element bedämpft und die Resonanz der Dämmplatten zu tieferen Frequenzen verschoben (von 250 Hz auf 125 Hz).



- a) 140 mm Brettsperrholzelement, $m^2 = 68 \text{ kg/m}^2$
- b) 200 mm Betonplatten auf Stelzlager
EPS Aufdachdämmung
Brettsperrholzelement
- c) 58 mm Betonplatten auf Stelzlager
Vakuum-Dämmplatte
Brettsperrholzelement
- d) 200 mm Betonplatten auf Stelzlager
EPS Aufdachdämmung
Rippelement mit Splitt, $m^2 = 145 \text{ kg/m}^2$

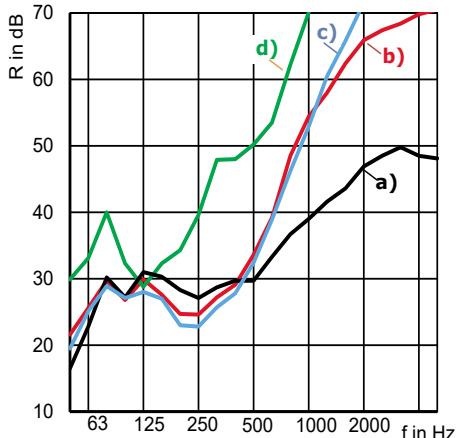


Abb. 3: Einfluss der Aufdachdämmung auf das Schalldämm-Maß von Flachdachaufbauten. Der Aufbau oberhalb der Dämmplatte (hier: 40 mm Betonplatten, Stelzlager, Baulager, Dachabdichtung) ist für die Luftschatllübertragung auf Grund der Fugen zwischen den Betonplatten nicht maßgebend.

- a) Dachelement ohne Aufbau, $R_w = 37 \text{ dB}$
- b) Dachelement mit 200 mm EPS und Betonplatten auf Stelzlager, $R_w = 38 \text{ dB}$
- c) Dachelement mit 58 mm Vakuum Paneel und Betonplatten auf Stelzlager, $R_w = 37 \text{ dB}$
- d) Dachelement mit Splitt-Beschwerung im Element, 200 mm EPS und Betonplatten auf Stelzlager, $R_w = 51 \text{ dB}$

Ein Dämmstoffvergleich zwischen EPS- und PUR-Aufdachdämmplatten wird in Abb. 4 für die Trittschallübertragung dargestellt. Auch hier ist der Einfluss der Hartschaum-dämmplatte gering. Die etwas weichere EPS-Platte ergibt geringfügig bessere Werte.

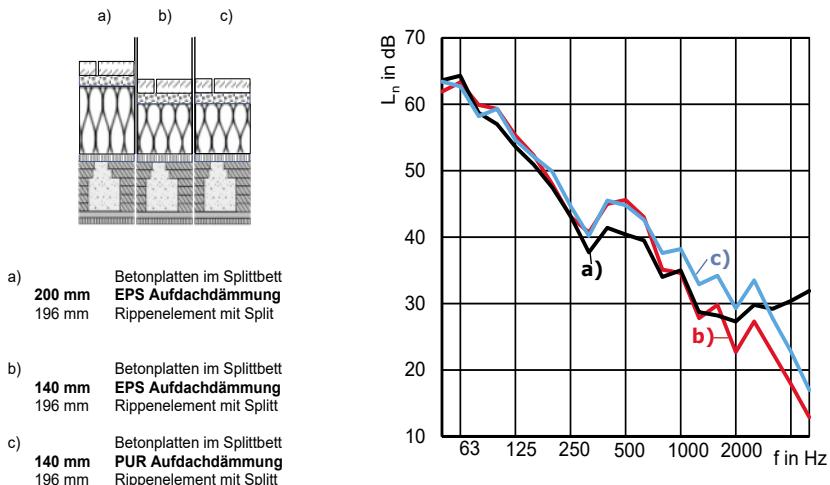


Abb. 4: Einfluss der Aufdachdämmung auf das Schalldämm-Maß von Flachdachaufbauten

- a) Dachelement mit 200 mm EPS, Dachabdichtung, Betonplatten im Splittbett, $L_{n,w} = 44 \text{ dB}$
- b) Dachelement mit 140 mm EPS, Dachabdichtung, Betonplatten im Splittbett, $L_{n,w} = 45 \text{ dB}$
- c) Dachelement mit 140 mm PUR, Dachabdichtung, Betonplatten im Splittbett, $L_{n,w} = 46 \text{ dB}$

2.3 Abdichtung, Dachdeckung und Gehbelag

Der Aufbau oberhalb der Dämmstoffebene wird nutzungsabhängig variiert.

Für nicht begehbarer Flachdächer werden Kiesschüttungen, extensive Begrünungen oder Dachabdichtungsbahnen verwendet. Die Ausführung mit Dachabdichtungsbahnen ohne weitere Zusatzmassen ergibt erwartungsgemäß geringere Schalldämm-Maße (siehe Abb. 5c). Bisherige Vergleichsmessungen ergaben jedoch auch für Dachaufbauten mit extensiver Dachbegrünungen deutlich geringere Schalldämm-Maße als für Dachaufbauten mit Kiesauflagen gleicher flächenbezogener Masse (siehe Abb. 5a). Als Ursache kann hier der Einfluss der Dränschicht in Kombination mit einer Speicherematte genannt werden, die im Frequenzbereich von 125 Hz bis 2000 Hz eine Reduzierung der Schalldämmung bewirkt. Abb. 6 zeigt hierzu einen direkten Vergleich für einen Dachterrassenaufbau mit und ohne Speicherematte (hier als Schutzwlies eingesetzt). Während im Trittschalldurchgang die zusätzliche Entkopplung eine Verbesserung ($\Delta L = L_{n,\text{ohne Vlies}} - L_{n,\text{mit Vlies}}$) bewirkt, zeichnet sich für die Luftschalldämmung die gleiche Verschlechterung ($\Delta R = R_{\text{mit Vlies}} - R_{\text{ohne Vlies}}$) ab. Hier besteht in Bezug auf die bauakustische Auswirkung üblicher Drän-, Speicher- und Schutzschichten noch Untersuchungsbedarf.

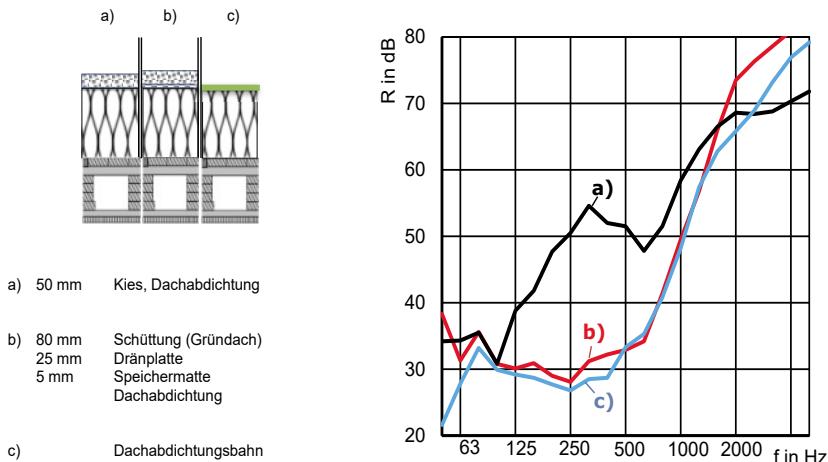


Abb. 5: Vergleich der Aufbauten: Kiesdach, Gründach und einfache Dachabdichtungsbahn auf einem Brettsperrholz – Kastenelement mit 200 mm EPS-Aufdachdämmung

- a) Kiesdach, $R_w = 55 \text{ dB}$
- b) Gründach, $R_w = 39 \text{ dB}$
- c) Dachabdichtungsbahn, $R_w = 38 \text{ dB}$

Für leicht geneigte Dächer kommen Metalldachdeckungen zum Einsatz. Leichte Dachabdichtungen und Metalldachdeckungen verhalten sich insgesamt ungünstiger als schwere, mehrlagig aufgebrachte Abdichtungsbahnen. Bei Metalleindeckungen können jedoch Holzfaserdämmplatten eingesetzt werden, die eine deutliche Verbesserung gegenüber Hartschaumdämmplatten ergeben. Zusätzlich wurde zur Bedämpfung der Metalleindeckung eine Bitumen-Unterdachbahn eingebaut, um die Geräuschentwicklung bei Starkregen zu reduzieren. Abb. 7 zeigt Schalldämm-Maße für die verschiedenen Dachtypen mit Metalleindeckung.

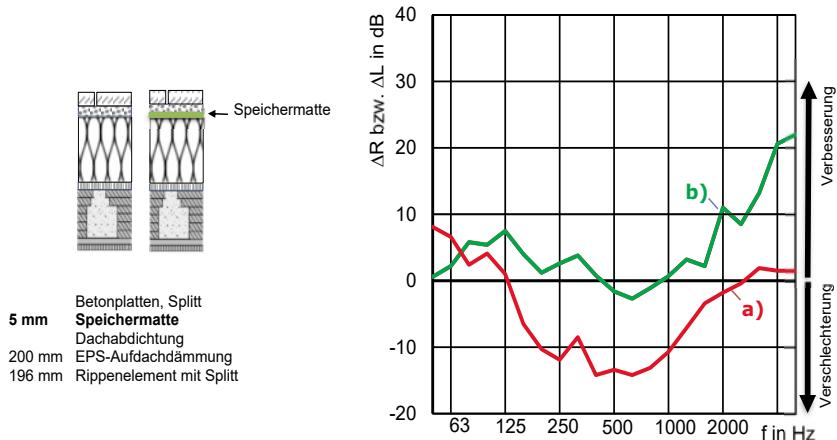
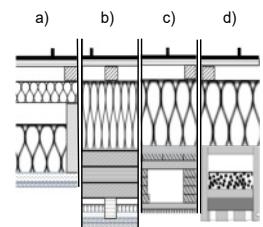


Abb. 6: Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung durch Speicherplatte aus der direkten Vergleichsmessung mit und ohne Speicherplatte

- a) Differenz Luftschalldämmung ΔR mit und ohne Speicherschutzmatte
b) Trittschallminderung ΔL durch die Speicherschutzmatte



Dacheindeckung:

0,5 mm	Metalleindeckung
3 mm	Bitumen Unterdachbahn
24 mm	Schalung
80 mm	Lattung, e = 625 mm
60–200 mm	Holzfaserdämmplatte

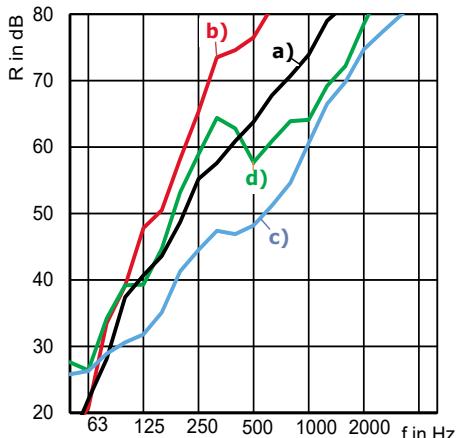


Abb. 7: Schalldämmung flachgeneigter Dächer mit Metalleindeckung

- a) Sparrendach, Unterdecke mit Federschienen, $R_w = 63 \text{ dB}$
b) Brettsperrholzelement mit abgehängter Unterdecke, $R_w = 71 \text{ dB}$
c) Brettsperrholz-Rippelement ohne Zusatzmaßnahmen, $R_w = 53 \text{ dB}$
d) Kastenelement als Akustikelement mit 50 kg/m^2 Splittfüllung, $R_w = 63 \text{ dB}$

Begehbarer Dächer die als Dachterrassen genutzt werden, können mit Betonplatten im Splittbett, Platten auf Stelzlagern oder einem Holzrost (Holzdielen auf Lagerholzern) ausgeführt werden. Während die Betonplatten im Splittbett durch ihre flächenbezogene Masse wirksam sind, kann bei Stelzlagern und Holzrosten eine zusätzliche Reduzierung der Übertragung durch Entkopplungsmaßnahmen (elastische Lagerung auf Baulagern) erreicht werden. Hierzu wird das Entkopplungsmaterial vom Hersteller auf eine geeignete Eigenfrequenz des Aufbaus ausgelegt. Eine gute Entkopplung ist für Eigenfrequenzen $f_0 = 20$ bis 30 Hz zu erwarten. Um eine möglichst geringe Einfedderung zu erreichen, wurde bei dem geprüften Aufbau die Eigenfrequenz vom Elastomerhersteller auf $f_0 < 60$ Hz bzw. $f_0 < 70$ Hz ausgelegt.

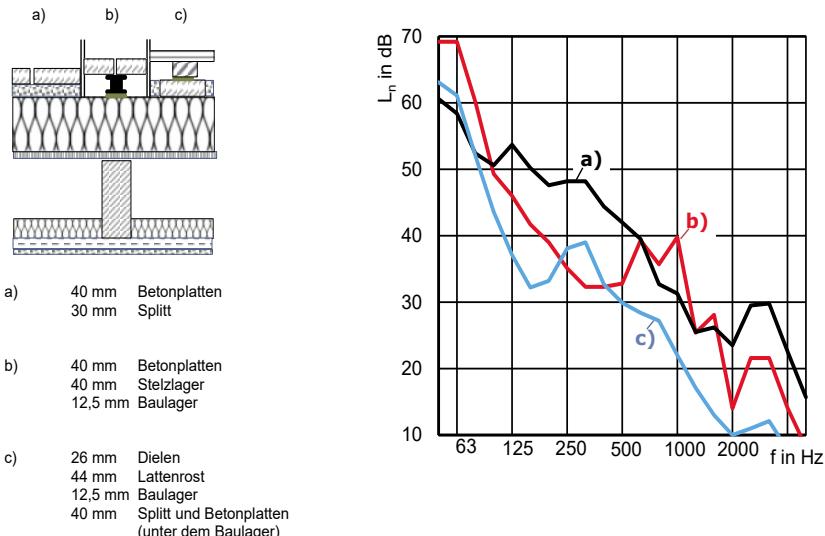


Abb. 8: Norm-Trittschallpegel unterschiedlicher Aufbauten auf einem Sparren-/Balkenelement mit abgehängter Unterdecke und 140 mm EPS-Aufdachdämmplatten

- a) Betonplatten im Splittbett, $L_{n,w} = 44$ dB
- b) Betonplatten auf Stelzlager, Entkopplung durch Baulager, $L_{n,w} = 38$ dB
- c) Dielen auf Lattenrost, Entkopplung durch Baulager, Zusatzmasse durch Splitt, $L_{n,w} = 31$ dB

2.4 Unterdecke und raumseitige Bekleidung

Die Bekleidung der Unterdecke erfolgt in der Regel mit Plattenmaterialien. Vorteilhaft ist eine große flächenbezogene Masse bei geringer Biegesteifigkeit der Plattenmaterialien. Anstelle einer dicken sollten deshalb besser mehrere dünne Lagen aufgebracht werden. Mit geschlossenen Gipsbauplatten lassen sich gegenüber Nut- und Feder-Schalungen auf Grund des geringeren Fugenanteils und der höheren flächenbezogenen Masse deutlich bessere Schalldämm-Maße erreichen.

Unterdecken wirken nach dem „Masse-Feder-Masse-System“, das erst oberhalb seiner Eigenfrequenz f_0 eine deutliche Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung aufweist. Um eine möglichst große Verbesserung zu erzielen ist es deshalb sinnvoll, f_0 zu tiefen Frequenzen hin zu verschieben. Dies kann durch die o. g. hohe flächen-

bezogene Masse der Plattenmaterialien sowie einer entkoppelten Montage der Unterdecke durch geeignete Abhänger erfolgen. Um eine gute Entkopplung zu gewährleisten, sollte nicht mehr als die konstruktiv erforderliche Anzahl an Abhängepunkten ausgeführt werden.

Parallel zum Abhänger wirkt auch das durch die schwingende Unterdecke eingeschlossene und komprimierte Luftvolumen als Feder. Die Steifigkeit dieser Luftsichtschicht hängt vom Volumen bzw. der Luftsichtschichtdicke d ab. Je größer d gewählt wird, umso weicher ist die Feder. Eine abgehängte Unterdecke wirkt deshalb unter einem Sparrendach deutlich besser als unter einem flächigen Massivholzelement (siehe Abbildung 9).

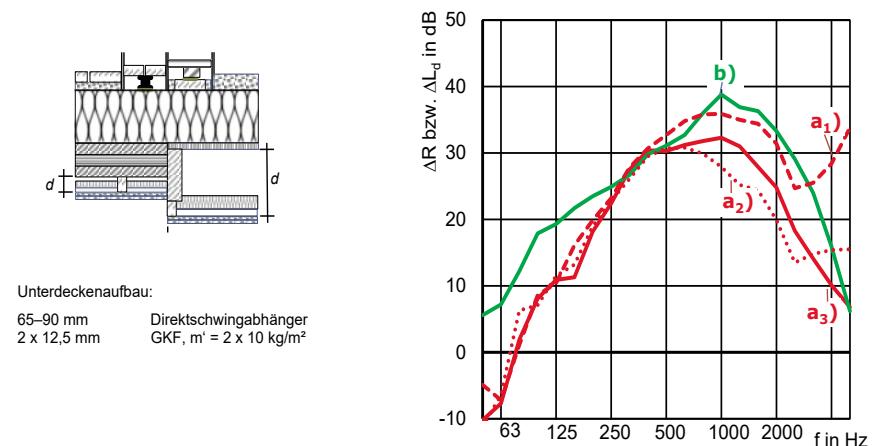


Abbildung 9: Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung durch Unterdecken mit unterschiedlich großen schalltechnisch wirksamen Luftsichtschichtdicken d zwischen 90 mm und 285 mm. Die Eigenfrequenz des Unterdeckenabhangers betrug in beiden Fällen $f_0 < 30 \text{ Hz}$

- a) Unterdecke unter Massivholzelement, $d = 90 \text{ mm}$, Masse-Feder-Masse-Resonanz $f_0 \approx 50 \text{ Hz}$
- a₁: Verbesserung der Luftsichtschichtdämmung ΔR , gemessen am Grundelement
- a₂: Verbesserung der Luftsichtschichtdämmung ΔR , gemessen am vollständigen Dachaufbau
- a₃: Trittschallminderung ΔL_d , gemessen am vollständigen Dachaufbau
- b) Unterdecke unter Balkenelement, $d = 285 \text{ mm}$, Masse-Feder-Masse-Resonanz $f_0 \approx 25 \text{ Hz}$ aus [3]

Während die Unterdecke am Massivholzelement mit einer Masse-Feder-Masse Resonanz $f_0 \approx 50 \text{ Hz}$ zwar eine deutliche Verbesserung im bewerteten Schalldämm-Maß und im bewerteten Norm-Trittschallpegel ergibt, wird die Übertragung im Frequenzbereich von 50–80 Hz durch die Resonanz verstärkt. Eine zum Vergleich eingezzeichnete Unterdecke gleicher Bauart unterhalb einer Holzbalkendecke ergibt durch die günstigere Resonanzfrequenz $f_0 \approx 25 \text{ Hz}$ schon ab 50 Hz deutlich bessere Werte. Die Eigenfrequenz des Unterdeckenabhangers betrug in beiden Fällen $f_0 < 30 \text{ Hz}$.

3 Planungsdaten für den Schallschutznachweis

Flachdächer und flachgeneigte Dächer werden in Bezug auf die Luftschallanforderungen wie Außenbauteile behandelt. An Dachterrassen und Loggien werden zusätzlich Trittschallanforderungen gestellt, sofern Sie ein Trennbauteil zu fremden Wohn- und Arbeitsräumen bilden.

Der Nachweis der erforderlichen Luftschalldämmung am Bau erf. $R'_{w,ges}$ kann nach dem in DIN 4109-2 beschriebenen Verfahren für Außenbauteile erfolgen. Für die Anwendung im Holzbau siehe z. B. [6]. Für den Nachweis des zulässigen Norm-Trittschallpegels am Bau zul. $L'_{n,w}$ wurde bislang kein Verfahren zur Berücksichtigung der Flankenübertragung festgelegt. Da die Ausführung der tragenden Dachelemente und deren Wandaufklager gut mit der Ausführung von Deckenelementen vergleichbar ist, bietet sich die Anwendung des Verfahrens für Holzdecken nach DIN 4109-2 an. Die Ausführung der hier gezeigten Dachterrassenaufbauten sowie erste Vergleiche mit Bauergebnissen lassen vermuten, dass der Übertragungsweg Df hierbei unberücksichtigt bleiben kann. Somit ergibt sich für die Prognose:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1$$

Bis zur Berücksichtigung einer Vorgehensweise in der Norm kann der Nachweis im Sinne der DIN 4109 nur durch eine Baumessung erfolgen.

Planungsdaten für Flachdächer und flachgeneigte Dächer werden im Anhang, Tab. 1 und Tab. 2 als Übersicht angegeben. Eine vollständige Beschreibung der Konstruktionen für die bauakustische Planung und Vorbemessung ist in [4], [5] enthalten. Korrektursummand K_1 für Übertragungsweg Df siehe [1].

4 Zusammenfassung

Die vorgestellten bauakustischen Untersuchungen an Flachdächern und flachgeneigten Dächern ergaben Planungsdaten für die verschiedenen Element- und Aufbaukompositionen, die für die Prognose und Nachweisführung verwendet werden können. Die Ergebnisse ermöglichen auch sehr hochwertige Ausführungen und schließen damit Planungslücken, die vor allem in der bauakustischen Planung von Dachterrassen und Loggien auftraten.

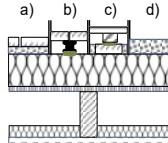
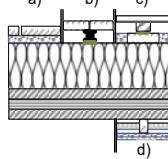
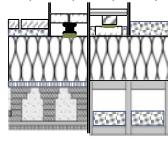
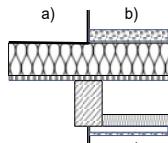
Weiterer Untersuchungsbedarf besteht noch in der bauakustischen Auswirkung unterschiedlicher Drän-, Speicher- und Schutzschichten im Dachaufbau, sowie in der Berücksichtigung der Flankenübertragung beim Trittschallnachweis.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die sehr hilfreichen Diskussionen und die planerische Unterstützung durch die Arbeitsgruppe: Kirchmayr, H. (Prefa), Hanf, H. (Prefa), Kumer, N. (Stora Enso), Löcherbach, J. (Alwitra), Müller, M. (BDF), Rupprecht, M. (Lignotrend), Schläpfer, R. (Lignatur AG), Schmidt-Hieber, F. (Holzbau Deutschland), Sebald, S. (Regnauer), Wiederin, S. (Getzner), sowie für die finanzielle Unterstützung durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung.

Literatur

- [1] DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau
Teil 1: Mindestanforderungen
Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
DIN 4109-33:2016-07 Schallschutz im Hochbau
Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau
- [2] CHÂTEAUVIEUX-HELLWIG C., BACHER, S., RABOLD, A.: Schallschutz von Flachdächern in Holzbauweise – Luft- und Trittschalldämmung von Flachdächern und Dachterrassen, Forschungsprojekt ift Rosenheim, *in Bearbeitung*.
- [3] RABOLD, A., MECKING, S., HUBER, A., KOHRMANN, M.: Mehr als nur Dämmung – Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, Teilbereich Bauakustik, Forschungsprojekt Technische Hochschule Rosenheim, *in Bearbeitung*.
- [4] ECKER, T.: Erarbeitung eines Bauteilkatalogs für den Schallschutz von Flachdächern zur Verwendung in der Fachliteratur und Normung mit wirtschaftlichem Vergleich in Form einer Nutzwert-Kosten-Analyse, Bachelorarbeit TH Rosenheim, 2019.
- [5] BLÖDT, A., RABOLD, A., HALSTENBERG, M.: Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vor-bemessung, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 3, Folge 1, Holzbau Deutschland 2019.
- [6] RABOLD, A., HESSINGER, J.: Schallschutz von Außenbauteilen, Vorgehensweise nach der neuen DIN 4109, Tagungsband Holz[Bau]Physik-Kongress, Leipzig 2018.

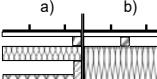
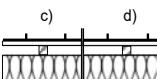
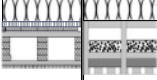
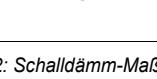
Zelle	Bauteil	Dicke d in mm	Grundbauteil	Dicke d in mm	Aufbau	Schalldämm-Maß Norm-Trittschall-pegel
1	 <p>a) b) c) d)</p> <p>≥ 140 Schutzlage und Dachdichtbahn Aufdachdämmung Typ DAA (EPS) Luft- und Bauzeitzabdichtung</p> <p>≥ 22 Holzwerkstoffplatte</p> <p>≥ 200 Sparren, $e \geq 625 \text{ mm}$ mit $\geq 50 \text{ mm}$ Faserdämmstoff, $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$</p> <p>27 Federschiene, $e \geq 500 \text{ mm}$</p> <p>12,5 GKF, $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$</p>			a) 40 30	Betonplatten Splitt, $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 70 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 44 \text{ dB}$
				b) 40 ≥ 40 12	Betonplatten Stelzlager Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 70 \text{ Hz}$	$R_w = 52 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 38 \text{ dB}$
				c) 26 44 12 40	Dielen Kantholz, $e \geq 520 \text{ mm}$ Kanthalz, $e \geq 520 \text{ mm}$ Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 60 \text{ Hz}$ Betonplatten u. Kies	$R_w = 64 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 31 \text{ dB}$
				d) 50	Kies, $m' \geq 80 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 70 \text{ dB}$
2	 <p>a) b) c) d)</p> <p>≥ 200 Schutzlage und Dachdichtbahn Aufdachdämmung Typ DAA (EPS) Luft- und Bauzeitzabdichtung</p> <p>≥ 140 Massivholzelement (Brettspernholz, Brettschichtholz, Brettsapel), $m' \geq 63 \text{ kg/m}^2$</p> <p>Zusätzliche Unterdecke: 90 Abhänger²⁾⁺ CD-Profil, $e \geq 500 \text{ mm}$ mit $\geq 50 \text{ mm}$ Faserdämmstoff, $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$</p> <p>2 x 12,5 GKF, $m' \geq 2 \times 10 \text{ kg/m}^2$</p>			a) 40 30	Betonplatten Splitt, $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 53 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 58 \text{ dB}$
				b) 40 ≥ 40 12	Betonplatten Stelzlager Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 70 \text{ Hz}$	$R_w = 38 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 52 \text{ dB}$
				c) 26 44 12 40	Dielen Kantholz, $e \geq 520 \text{ mm}$ Kanthalz, $e \geq 520 \text{ mm}$ Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 60 \text{ Hz}$ Betonplatten u. Kies	$R_w = 51 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 45 \text{ dB}$
				d)	wie Aufbau c) +Unterdecke	$R_w = 72 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 31 \text{ dB}$
3	 <p>a) b) c) d)</p> <p>≥ 200 Schutzlage und Dachdichtbahn Aufdachdämmung Typ DAA (EPS) Luft- und Bauzeitzabdichtung</p> <p>≥ 22 Holzwerkstoffplatte</p> <p>≥ 196 Brettsperrholz-Rippenelement gefüllt mit Split $m'_{\text{ges}} \geq 145 \text{ kg/m}^2$ (Lignotrend Rippe Q3)</p> <p>≥ 200 Schutzlage und Dachdichtbahn Aufdachdämmung Typ DAA (EPS) Luft- und Bauzeitzabdichtung</p> <p>≥ 240 Kastenelement gefüllt mit 40 mm Split $m'_{\text{ges}} \geq 42 \text{ kg/m}^2$ (Lignat Flächenelement)</p>			a) 40 30	Betonplatten Splitt, $m' \geq 40 \text{ kg/m}^2$	$R_w = 66 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 44 \text{ dB}$
				b) 40 ≥ 40 12	Betonplatten Stelzlager Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 70 \text{ Hz}$	$R_w = 51 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 38 \text{ dB}$
				c) 26 44 12 40	Dielen Kantholz, $e \geq 520 \text{ mm}$ Baulager ¹⁾ , $f_0 \leq 60 \text{ Hz}$ Betonplatten u. Kies	$R_w = 60 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 37 \text{ dB}$
4	 <p>a) b)</p> <p>≥ 24 Bitumenbahn, $m'_{\text{ges}} \geq 5 \text{ kg/m}^2$</p> <p>$\geq 200$ Holzwerkstoffplatte oder Nut- und Federschalung</p> <p>≥ 200 Sparren, $e \geq 625 \text{ mm}$</p> <p>Zusätzliche Unterdecke: 24 Lattung, $e \geq 400 \text{ mm}$ mit $\geq 50 \text{ mm}$ Faserdämmstoff, $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$</p> <p>12,5 GKF, $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$</p>			a) ≥ 180	Dachabdichtung Aufdachdämmung Typ DAA (MW, WF)	$R_w = 45 \text{ dB}^{(3)}$
				b) 50	Kies, $m' \geq 80 \text{ kg/m}^2$ Schutzlage und Dachdichtbahn ≥ 140 Aufdachdämmung Typ DAA (EPS)	$R_w \geq 40 \text{ dB}^{(3)}$
				c)	wie Aufbau b) +Unterdecke	$R_w \geq 57 \text{ dB}^{(3)}$

Tab. 1: Schalldämm-Maße R_w und Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ von Flachdächern in Holzbauweise [2]

¹⁾ Baulager als elastische Lagerung (Getzner Sylomer), vom Hersteller ausgelegt auf die angegebene Eigenfrequenz f_0

²⁾ Abhänger, schallentkoppelt, Raster 750 mm x 500 mm, Eigenfrequenz $f_0 \leq 30 \text{ Hz}$

³⁾ Nach DIN 4109-33 (Aufbau a) bzw. aus Messdaten berechnet (Aufbau b und c)

Zeile	Bauteil	Dicke Grundbauteil d (mm)	Aufbau	Dicke d (mm)	Schalldämm- Maß
1	a)  b) 	60 Aufdachdämmung Typ DAA (WF) ≥ 200 Sparren, $e \geq 625 \text{ mm}$ mit $\geq 140 \text{ mm}$ Faserdämmstoff, $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ 27 Federschiene, $e \geq 500 \text{ mm}$ $2 \times 12,5 \text{ GKF, } m' \geq 2 \times 10 \text{ kg/m}^2$	a)	Metalleindeckung ¹⁾ , 3 Bitumen Unterdachbahn 24 Schalung 80 Lattung, $e \geq 625 \text{ mm}$	$R_w = 63 \text{ dB}$
2		Luft- und Bauzeitabdichtung Mas- sivholzelement; $m' \geq 63 \text{ kg/m}^2$ 90 Abhänger ²⁾ CD-Profil, $e \geq 500 \text{ mm}$ mit $\geq 50 \text{ mm}$ Faserdämmstoff, $r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$ $2 \times 12,5 \text{ GKF, } m' \geq 2 \times 10 \text{ kg/m}^2$	b)	Metalleindeckung ¹⁾ , 3 Bitumen Unterdachbahn 24 Schalung 80 Lattung, $e \geq 625 \text{ mm}$ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (WF)	$R_w = 71 \text{ dB}$
3	c)  d) 	Luft- und Bauzeitabdichtung Holz- werkstoffplatte ≥ 22 Brettsperrholz-Kastenelement $m'_{\text{ges}} \geq 63 \text{ kg/m}^2$ (Lignotrend Block Q3 Akustik)	c)	Metalleindeckung ¹⁾ , 3 Bitumen Unterdachbahn 24 Schalung 80 Lattung, $e \geq 625 \text{ mm}$ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (WF)	$R_w = 53 \text{ dB}$
4		Luft- und Bauzeitabdichtung Kasten- element gefüllt mit 40 mm Split $m'_{\text{ges}} \geq 92 \text{ kg/m}^2$ (Lignatur Flächenelement LFE Akustik)	d)	Metalleindeckung ¹⁾ , 3 Bitumen Unterdachbahn 24 Schalung 80 Lattung, $e \geq 625 \text{ mm}$ 200 Aufdachdämmung Typ DAA (WF)	$R_w = 63 \text{ dB}$

Tab. 2: Schalldämm-Maße R_w von flach geneigten Dächern in Holzbauweise [2]

1) Metalleindeckung, Doppelstehlfalzblech, $m' \geq 2 \text{ kg/m}^2$

2) Abhänger, schallentkoppelt, Raster 750 mm x 500 mm, Eigenfrequenz $f_0 \leq 30 \text{ Hz}$



Rabold, Andreas
Prof. Dr.-Ing.

bis 2014: Prüfingenieur, Produktingenieur und Prüfstellenleiter am ift Rosenheim
seit 2014: lehrt hauptberuflich an der Technischen Hochschule Rosenheim im Bereich Bauphysik und Bauinformatik.
Forschungsschwerpunkte: Bauakustik für den Holzbau.



Châteauvieux-Hellwig, Camille
M.Sc.

Studium zum Innenausbau und Holztechnik Master an der TH Rosenheim
bis 2018: Prüfingenieurin am ift-Rosenheim
seit 2018: Promotion an der TH Rosenheim im Bereich Schallschutz, Holzbau und BIM



Bacher, Stefan
Dipl.-Ing. (FH)

seit 2001: Prüfingenieur im Bereich Bauakustik am ift Rosenheim, zahlreiche Forschungsprojekte: Bauakustik im Holzbau

Die Dachstühle der Villen Vigoni und Garovaglio am Comer See

Sieben Jahre Nagekäfer Monitoring, eine Wärmeverfahrensplanung und zwei lombardische Winter

Ingo Dreger

Kurzfassung

Eine denkmalgeschützte Villa der Bundesrepublik Deutschland mit einem italienischen Nutzer, einem deutschen Generalplaner und italienischem Statiker stellen nicht nur für Holzschutzsachverständige eine ungewöhnliche Konstellation dar. Die siebenjährige Planungsphase war gekennzeichnet durch das behutsame Zusammenbringen von mediterranem Bauhandwerk, alpiner Planungsgrundsätze und nordeuropäischer Bekämpfungsmethoden.

Ein massiver Nagekäferbefall, Rundholz aus dem Beginn des 19. Jahrhunderts und eine strenge italienische Denkmalpflege motivierten alle Planer Abwägungen zu treffen, die weit über das übliche Maß hinausgingen. Am Ende des Prozesses waren Sprach- und Kulturrebarrieren abgebaut und allgemeingültige Regeln nicht nur für spektakuläre Prozesse formuliert. Ein transalpiner fachlicher Austausch, der auf beiden Seiten zu neuen Erkenntnissen beim Umgang mit historischen Holzkonstruktionen führte.



Abb. 1: Die Villa Mylius-Vigoni in Menaggio am Comer See

1 Der Anlass

Der Deutsch-Italiener Don Ignazio Vigoni besaß mehrere Villen am Comer See. Bei seinem Tod 1983 überließ er die klassizistischen Villen Vigoni und Garovaglio der Bundesrepublik Deutschland mit der Bedingung, die Völkerverständigung zwischen beiden Ländern zu fördern.

Auf Regierungsebene wurde 1986 der Verein „*Villa Vigoni – Deutsch – italienisches Zentrum für europäische Exzellenz*“ gegründet. Es entwickelte sich daraus die heutige ungewöhnliche Situation, dass eine deutsche Immobile durch einen italienischen Nutzer betrieben wird. Deutsche Gründlichkeit und gut ausgestattete Budgets treffen hier auf mediterrane Lebensart und italienisches Denkmalverständnis. Verbindendes und trennendes Symbol zugleich dafür sind die Alpen [Abb. 2].



Abb. 2: Villengarten mit Blick zum Comer See und den Alpen

Im Februar 2015 wurde unser Büro durch den Architekten und Generalplaner Dr. Krekeler mit der Untersuchung der fast 1000 m² Dachstuhl – sowie ca. 4000 m² Deckenflächen beauftragt. Von Anfang an ging es darum, unsere Rolle in der ungewöhnlichen italienischen Bausubstanz zu finden. Eine Aufgabenverteilung, die durch Hermann Kaufmann (TU München) 2017 für den mehrgeschossigen Holzbau im Forschungsprojekt *leanWood* [Detail1/2.2018, S. 74] beschrieben wurde. Dabei kommt der Begriff „lean“ aus dem japanischen und bedeutet so viel wie schlank.

In den alpinen Ländern sind die Prinzipien von *leanWood* weit verbreitet. So ist es üblich, dass spezialisierte Holzbaukompetenzen bereits in frühen Planungsphasen einbezogen werden. Auch die Arbeit mit der standardisierten Bauteil-Plattform „dataholz.at“ ist weiter verbreitet als in Mittel- und Norddeutschland. Um den Planungs-

prozess holzbaugerecht gestalten zu können, bot es sich an, die notwendigen Kompetenzen über einen unabhängigen Sachverständigen einzubringen. Unsere Rolle in der italienischen Bausubstanz war gefunden. Die Methoden von JeanWood als Werkzeugkasten für den langen komplexen Planungsprozess schafften im Hintergrund Strukturen. Insbesondere bei den sogenannten *LOD* (*level of detail*) Abstimmungen wurde regelmäßig betont, dass wir den öffentlichen Bauherren nicht eine perfekte Planung schulden, sondern eine gelungene Sanierung für mindestens zwei Generationen von Nutzern.

2 Der Klima- und Kulturschock

Zwischen Februar 2013 und Januar 2020 fanden vier detaillierte Untersuchungen vor Ort statt. Zwei Winteruntersuchungen (2015 und 2020) nahmen uns alle Illusionen eines *dolce vita*. Temperaturen um den Gefrierpunkt erschweren insbesondere bei der letzten Untersuchung die handnahen Begutachtungen. Die im Winterschlaf liegende Villa Vignoni wurden mit großem Aufwand in zwei Räumen (ohne Mindestwärmeschutz) für uns beheizt. Innen- und Außentemperaturen, die nicht zu *bello* *sima vista* passten [Abb. 3].

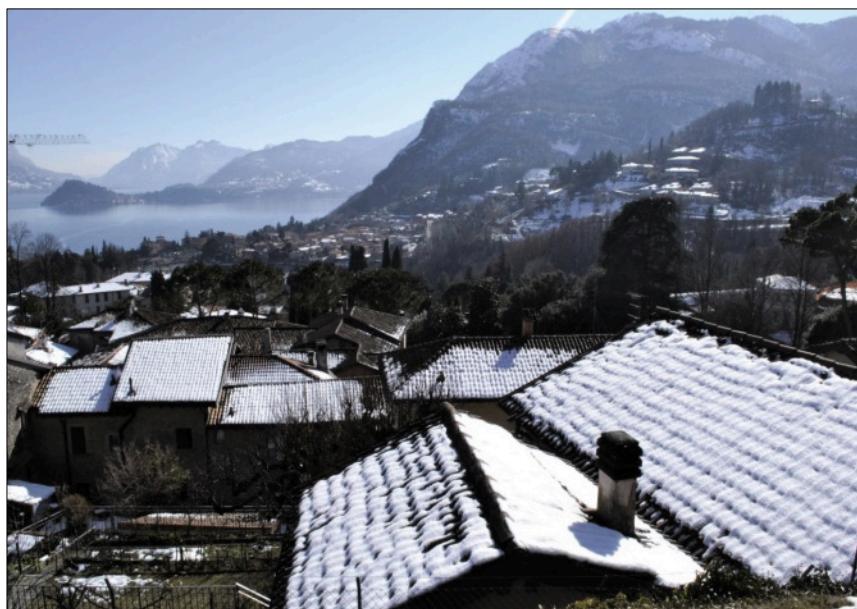


Abb. 3: Schnee und Temperaturen unter dem Gefrierpunkt erschweren die Untersuchungen

Während der Reisen über die Alpen, spürten wir jedes Mal den Wechsel des Kulturaums. Neben der Überschreitung der deutsch/italienischen Sprachgrenze, wechselten auch die Holzbautraditionen. Eine beim ersten Besuch 2015 noch unverständliche Mikado ähnliche Pfettendach Stapelung wurde über die drei weiteren Besuche eine wertvolle lombardische Hängewerkskonstruktion. Bei näherer Begutachtung erkannten wir, dass die sehr spartanischen Dachstühle auf in der Villa vorhandene einfache Balkendecken mit Unterzügen zurückgingen [Abb. 4].



Abb. 4: Einfache schlanke Balkendecke mit Unterzügen

Die Dachstühle entstanden durch Herstellung einer schiefen Ebene, wobei die Unterzüge grundsätzlich auf Natursteinmauerwerk gelegt wurden. Die Parallelität dieser Unterzüge blieb dabei erhalten, lag nun jedoch auf verschiedenen Höhen [Abb. 5].



Abb. 5: Hochklappen der Balkendecke mit Unterzügen

Aus den Unterzügen wurden *terzere*¹ (Pfetten) sowie aus den Balken *travetti* (Sparren). Über den *travetti* (Sparren) bildeten einfache Schalbretter das Unterdach. Konsequent wird eine *colmareccio* (Firstpfette) verwendet. Die *travetti* (Sparren) kragen über die eingemauerte *arcareccio di base* (hier Fußpfette) aus. Es gibt keine Auflagerung der *arvareccio di base* (Fußpfette) auf der Mauergleiche wie nördlich der Alpen. Hier verschmilzt der Maurer mit dem Zimmermann, eine Tradition, die bis heute anhält. Die Dächer sind unter 20 Grad geneigt und tragen mit Mönch, Nonne, Schnee, Wind und Erdbeben hohe Lasten [Abb. 6].



Abb. 6: Blick von der Dachlandschaft des Villenkomplexes zum Comer See

Die geringe Dachneigung verhindert das Abrutschen der *travetti* (Sparren), die ohne Klaue aufgelegt wurden. Eine beliebige Anordnung der *travetti* (Sparren) ist möglich. Diese sehr archaische Dachkonstruktion ist ähnlich alt wie unsere Sparrendächer, jedoch besonders geeignet für geringe Dachneigungen. An keiner Stelle wurden zimmermannsmäßige Verbindungen gefunden. Ausnahmen bilden die Versätze der *punttoni* (Hängewerksstreben) an die Zerbalken und *monaco* (Hängewerkssäule). Gern verweisen die Italiener auf die etruskische Tomba Rossa aus dem 6. Jahrhundert vor Christi [Abb.7].²

-
- 1 Ein besonderer Dank für die muttersprachliche Hilfe geht an Paola Pianese, Architektin bei Krekeler Architekten Generalplaner. Selbst aus Südalien stammend, schaffte sie es, die begrifflichen Unterschiede der lombardischen Hängewerksdächer von den Pfettendächern des benachbarten Piemonts herauszuarbeiten.
 - 2 Auch HOLZER verweist auf die lange Tradition des mediterranen Pfettendaches [HOLZER 2015, S. 80].

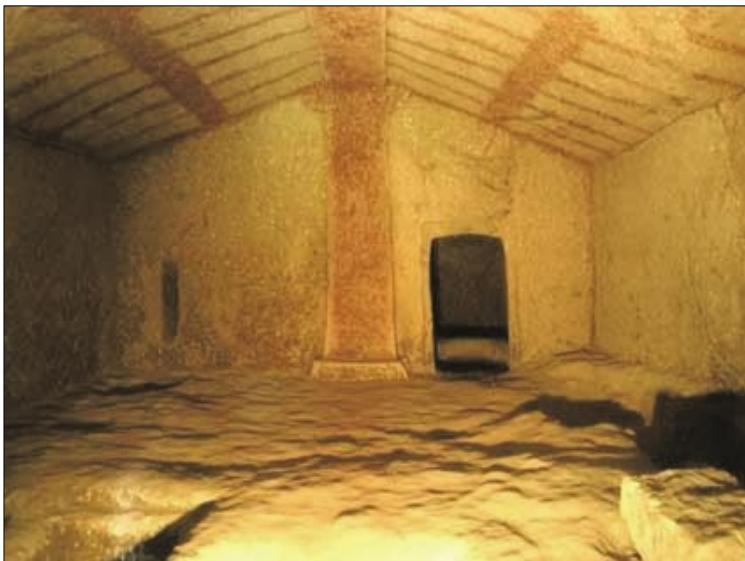


Abb. 7: Urform des Pfettendaches (etruskische Grabkammer)
6. Jh. v. Chr. aus Holzer 2015, S. 80

Grundsätzlich werden die *terzere* (Pfetten) durch Kalksteinmauerwerk massiv unterstützt. Unterstützende Stielkonstruktionen gibt es nicht [Abb. 8].



Abb. 8: Kalksteinpfeiler unterstützen die terzere (Pfetten)

Das Primärtragwerk bilden Hängewerksbinder im Abstand von ca. 5 Metern und einer Spannweite von ca. 6 Metern [Abb. 9].

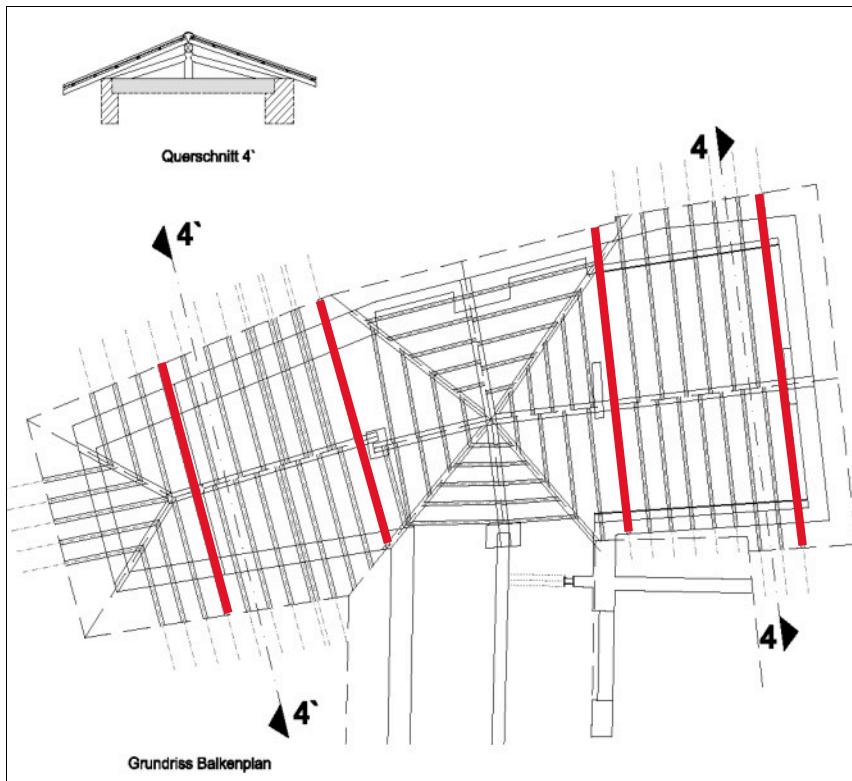


Abb. 9: Lage der Hängewerksbinder aus Planungsunterlage Krekeler Architekten Generalplaner

Zu beachten war, dass bei unserem Dachwerk außer den *terzere* (Pfetten) keinerlei Längsverbände vorhanden sind. Die Längsaussteifung aller Dachstuhlteile beruht ausschließlich auf der geringen Scheibenwirkung des Welleternit Unterdaches. Ohne traditionell gemauerte Dachschalung aus *pianelle* (Ziegelpflatten) oder modern genagelter Dachschalung, ist das mediterrane Pfettendach nicht anwendbar. Im Erdbebenfall, der im Mittelmeerraum als wichtiger Lastfall zu berücksichtigen ist, werden die traditionell steifen aber schweren Dachhäute zum Fluch, denn sie führen bei Fußpunkterregten Horizontalschwingungen des Bauwerks zu hohen horizontalen Trägheitskräften [HOLZER 2015, S. 83, 84].

Als Kenner zimmermannsmäßiger Dachkonstruktionen nördlich der Alpen, war uns klar, dass die historische Konstruktion nur zu einem geringen Teil aus der Tragwerksplanung abzuleiten ist³. Viel entscheidender sind die herstellungstechnischen Randbedingungen. Damit war die mindestens zweieinhalb Jahrtausende lange Erfolgs-

3 Der Verfasser ist Gründungsmitglied der Gesellschaft für Bautechnikgeschichte und dort Mitglied der Arbeitsgruppe Bedrohte Zeugnisse der Bautechnikgeschichte.

geschichte des mediterranen Pfettendaches noch unverständlich. Wie sollte das Hängewerk beim Abbund stehen. Fehlende Längsaussteifungsglieder machten dies auch provisorisch unmöglich. Nur ein Einmauern der Zerrbalken und der *puntoni* (Hängewerksstreben) schaffte eine zumindest kurzfristige Längssteifigkeit [Abb. 10].



Abb. 10: Eingemauerte *puntoni* (Hängwerksstrebe)

Die im Klassizismus nördlich der Alpen adaptierten mediterranen Pfettendächer weisen im Gegensatz zu den italienischen Vorbildern Längsverbände zwischen den Hauptgebinden auf.

Anknüpfend an eine unzulässig pauschalisierende Holzuntersuchung unseres Vorgängers, begannen im Winter 2015 unsere Begutachtungen des aktiven Befalls durch den Gewöhnlichen und Gescheckten Nagekäfer. Über erkennbare frische Bohrmehlhäufchen sowie einfachen Kotuntersuchungen [HUCKFELDT, NOLDT 2020, S. 5] wurden erste Schadenskartierungen angefertigt, die die Grundlage für die Planungsbesprechungen mit den Architekten und dem Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) bildeten [Abb. 11].

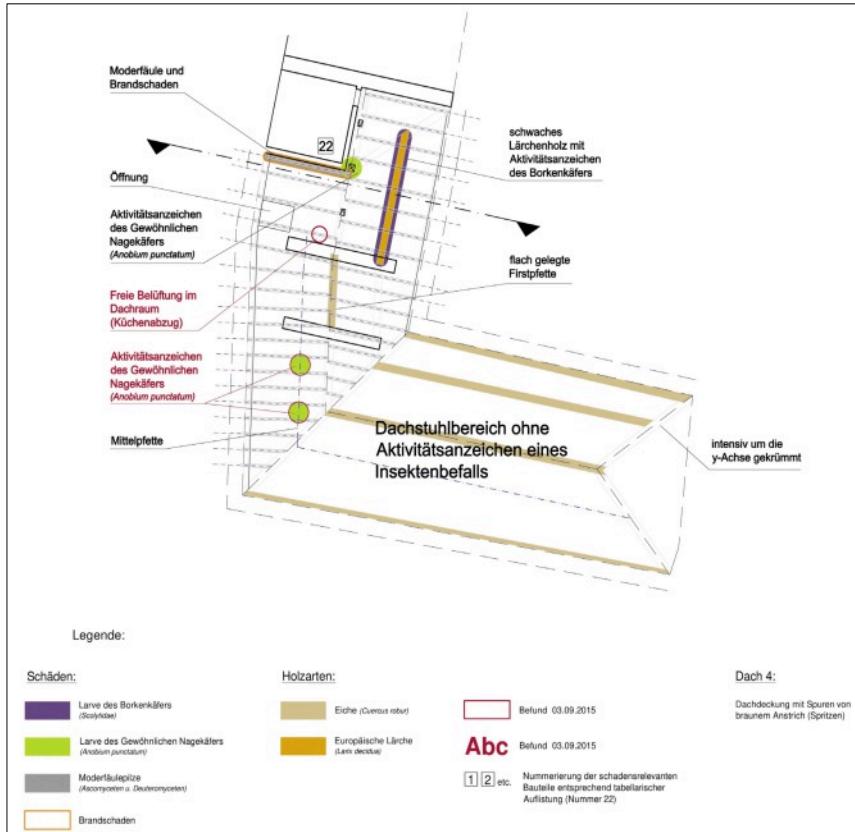


Abb. 11: Schadenskartierung Februar 2015

3 Die Entdeckung der Langsamkeit

Erprobtes Prinzip der im Ausland erfahrenden Generalplaner war und ist, bei jedem Projekt regionale Planer mit einzubeziehen. Dies hieß für unsere Holzkonstruktionen (insbesondere die Dachstühle), die ersten Abstimmungen mit Berlin wurden ergänzt durch Abstimmungen mit Rom (Ingenieurbüro Marco Barone). Ausgangspunkt im Jahre 2013 war die Überprüfung des Bestands Pfettendaches nach Eurocode 5 unter Berücksichtigung von Teilsicherheitsbeiwerten. Die zugrunde liegenden Holzsortierungen wurden dabei nicht thematisiert. Nach dem Einstieg des Büros aus Rom, musste sich die Herangehensweise ändern. Die italienischen Bauvorschriften verzichten zum einen in dieser Gebäudeklasse auf das Vieraugenprinzip (Prüfstatiker). Zum anderen fordern sie im Bestand für nicht abschätzbare Konstruktionen Abschläge bis zu 20%. Diese unterschiedlichen Normenwerke führten zu differierenden Planungsansätzen, mit dem Ergebnis, dass wir beauftragt wurden, eine möglichst vollständige Holzsortierung vorzunehmen. Ziel dabei war, die italienischen Abminderungsfaktoren wegen nicht vollständig bekannter Konstruktionen, zu vermeiden. Nur so schien eine von

beiden Ländern anerkannte, und gleichzeitig substanzschonende Tragwerkseinschätzung (-planung) möglich. Für uns war dies aus vier Gründen eine fast unerfüllbare Begutachtungsaufgabe:

1. Die Einschätzung aller Stäbe des Primärtragwerks wie *terzere* (Pfetten), *colmauccio* (Fistpfette) und *arcareccio di base* (hier Fußpfette) war in dem vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) vorgegebenen Zeitrahmen nicht zu schaffen. Hinzu kam, dass Marco Barone (unser römischer Statiker) alle Untersuchungen begleitete. Eine Tatsache, die zu vielen fachlichen Diskussionen und Espressopausen führte, die weitere Zeit in Anspruch nahm.
2. Nahezu alle Hölzer sind nur wenig bebeilte Rundhölzer. Eine Sortierung nach deutschen Schnittholznormen war damit nur in Anlehnung möglich.
3. Eichenrundholz, welches bauzeitlich gerade im Primärtragwerk an zahlreichen Stellen verwendet wurde, kann in Deutschland nach der DIN 4074-5:2008-12, einer antiquarischen Norm, sortiert werden. Von einer anerkannten Regel der Technik konnte nach zwölf Jahren nicht mehr ausgegangen werden. Des Weiteren war eigentlich nicht von Schnittholz auszugehen [Abb. 12].

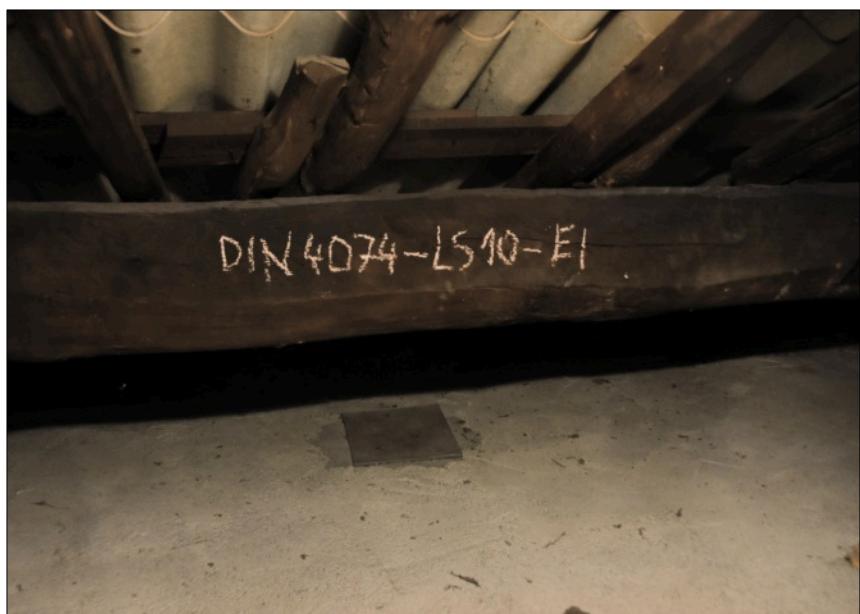


Abb. 12: *Terzere (Pfette)* mit Sortierungsvermerk in Anlehnung an DIN 4074-5:2008-12

4. Grundsätzlich konnte ohne invasive Untersuchungsmethoden (mit Ausnahme der Bohrwiderstandsmessung) nur vier visuelle Sortierkriterien geprüft werden. Dabei stellte sich heraus, dass die Kriterien Astigkeit und Faserabweichung entscheidend sind [Abb.13].



Abb. 13: Markierte puntoni (Streben) nach der Holzsortierung

Es fand im geduckten respektvollen Abstand zum Dachstuhl ein intensiver fachlicher Austausch mit dem interessierten und netten Statiker aus Rom statt. Irgendwann entschlossen wir uns, Zwischenstände unserer Abstimmungen nicht mehr über die Alpen zu funken. Es entstanden umfangreiche Kreidemarkierung sowie die Abschlussmeldung: **Kleinmachnow und Rom sind sich einig.**

Nebenprodukt der zähen und langsamem Abstimmungen zwischen dem italienischen Nutzer und dem Bundesamt war die langfristige Beobachtung der Entwicklung des aktiven Nagekäferbefalls. Ein siebenjähriger Zeithorizont ermöglicht statistische Auswertungen sowie ein Gefühl für zu erwartende Dauerhaftigkeiten [Abb. 14].

Untersuchungen	2013	2015	2020
Villa Vigoni			
Dachstuhl 1	1 x Befall		
Dachstuhl 2			1 x Befall
Dachstuhl 3		1 x Befall	1 x Befall erloschen
Dachstuhl 4	1 x Befall	2 x zusätzlicher Befall	1 x zusätzlicher Befall
Dachstuhl 5	5 x Befall	5 x zusätzlicher Befall 1 x Puppenfund 1 x aktiver Befall 2013 erloschen	1 x zusätzlicher Befall
Dachstuhl 6	1 x Befall	3 x zusätzlicher Befall	
Villa Garovaglio			
Dachstuhl 1	2 x Befall	4 x zusätzlicher Befall	
Dachstuhl 2			1 x Befall
Dachstuhl 3			
Dachstuhl 4	2 x Befall		2 x zusätzlicher Befall
Dachstuhl 5	1 x Befall		
Dachstuhl 6	1 x Befall		
Dachstuhl 7			
Dachstuhl 8	1 x Befall		
Summe gesamt	15 x Befall	15 x zusätzlicher Befall	6 x zusätzlicher Befall

Dies ergibt folgenden Zuwachs an Befallsstellen:

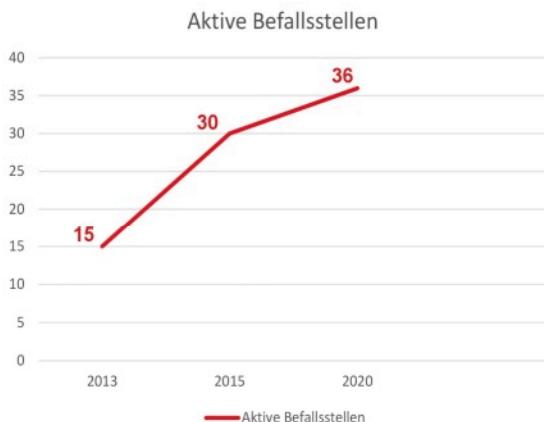


Abb.14: Statistische Auswertungen aus Gutachten 20/02/02

4 Vereinbarte Maßnahmen

Nach der erneuten Querung der Alpen und einer gründlichen Auswertung der aufgenommenen Daten ging es in weiteren Abstimmungen um die Festlegung einer Sanierungstechnologie. Ein viel diskutiertes Thema dabei war die Suche nach der geeigneten Holzart. Ausgehend von den im Dachstuhl festgestellten Holzarten Eiche, alpiner Lärche, Fichte sowie aus der Sanierung 1998 Kastanie, ging es um die Suche nach einer ausreichenden Dauerhaftigkeit mit vertretbarem ökonomischem Aufwand. Ungewöhnlicherweise glich die Diskussion mit den italienischen Architekten der mit den deutschen Architekten. Beide favorisierten die Modeholzart Sibirische Lärche. Die wichtigste Frage war, in welcher Holzart wird das Unterdach mit seiner Schutzfunktion für den lombardischen Dachstuhl ausgebildet [Abb. 15, 16].

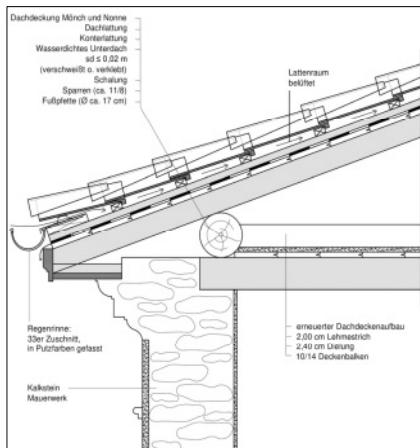


Abb. 15: Geplanter Aufbau der Dachhaut
Villa Vigoni, Verfasser

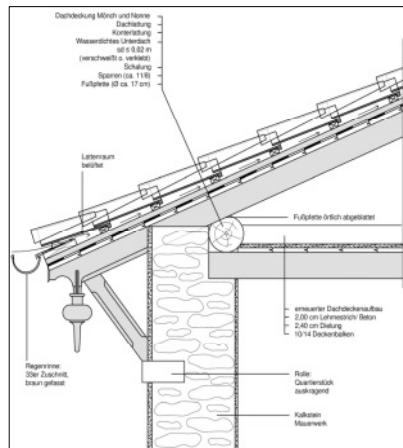


Abb. 16: Geplanter Aufbau der Dachhaut
Villa Garovaglio, Verfasser

Wir positionierten uns gegen die Verwendung dieser Modeholzart. Nachfolgende Begründungen erläuterten wir ausführlich:

1. Eine höhere Dauerhaftigkeit ist aus der DIN EN 350:2016 nicht herauslesbar.
2. Die sibirische Lärche kommt aus Urwaldgebieten ohne nachhaltige Forstwirtschaft, und vor allem ohne Transparenz gegenüber den europäischen Holzhändlern.
3. Es ist anzunehmen, dass das Spätholz der sibirischen und europäischen Lärche keine große Variabilität besitzt. Wenn man dagegen den Frühholzanteil vergleicht, müssten bei schlechten Wachstumsbedingungen (sibirischer Frühling) ein schmälerer Frühholzanteil entstehen und die Rohdichte insgesamt höher liegen. Da die Variabilität der klimatischen Bedingungen zwischen der Lärche aus Tirol (die Forstwirtschaft durfte ich bis 1600 m Höhe in 2020 besichtigen) und den Urwaldgebieten um Irkutsk nicht groß ist und infolge der Klimaveränderungen nicht größer wird, ist von keinem nennenswerten Dauerhaftigkeitsunterschied auszugehen (siehe auch 1.) [Abb. 17, 18].



Abb. 17: Früh- und Spätholzanteil der sibirischen Lärche

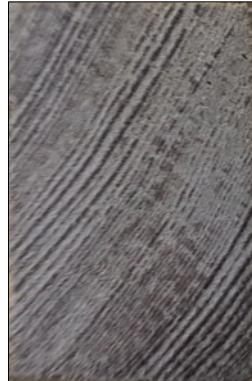


Abb. 18: Probestück einer alpinen Lärche

Eine Erkenntnis, die sich auch mit unseren Dauerhaftigkeitsbeobachtungen auf den Baustellen deckt. Aus ökologischen Gründen ein auf LKW verladenes Holz aus einem 7000 km entfernten Raubbaueinschlag dem österreichischen Lärcheneinschlag aus Bergregionen vorzuziehen, hielten wir für falsch. Gleichzeitig unterstützten wir damit den regionalen Holzhandel, der aufgrund der massiven Importe aus Russland in Schwierigkeiten gekommen ist [Abb. 19]⁴.



Abb. 19: Lärchenschlag im Wettersteingebirge Tirol in 1400 m Höhe

4 Ein Dank für diese Information geht an Herrn Motzny des Holzhandel Röhner Berlin.

Nach sieben Jahren Nagekäfermonitoring, zwei harten lombardischen Untersuchungswintern und ungezählten Espressi bei Planungsbesprechungen wurde für die Sanierung der Dachstühle folgende Sanierungstechnologie vereinbart:

1. Zur Herstellung einer Tageswassersicherung (Schlagregenzone II 800 ml/a) ist der Bau eines geeigneten Wetterschutzdaches notwendig.
2. Die Bergung und Wiederverwendung der Mönch/Nonnenziegel ist möglich.
3. Eine Wiederverwendung der Wellzementplatten ist nicht vorgesehen.
4. Bei den notwendigen partiellen Rückbauten der *terzere* (Bestandssparrenlage) sind im Bereich des Gesimskastens (Villa Vigoni) und des aufgeständerten Sparrenfußes (Villa Garovaglio) die Schäden möglichst gering zu halten [Abb. 20, 21].

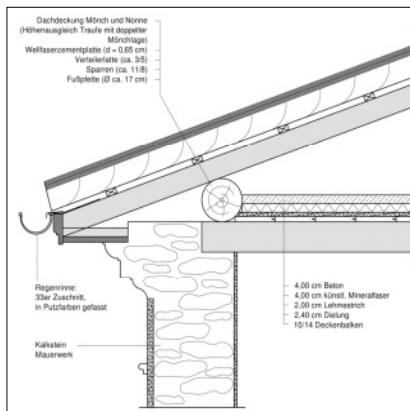


Abb. 20: Traufdetail Villa Vigoni – Bestand

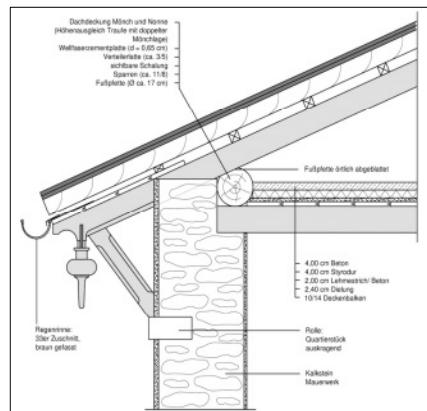


Abb. 21: Traufdetail Villa Garovaglio – Bestand

Alle kartierten sowie nach der Dachhautdemontage zusätzlich befundeten Pilzschäden müssen demontiert werden. Dies bedeutet im Primärtragwerksbereich (überwiegend Holzart Eiche) der vorsichtige Gesundschnitt von Moder- und Braunfäulebereichen im Querschnitt [Abb. 22].



Abb. 22: Innenfäule, verursacht durch Moderfäulepilze in einer terzera (Pfette)

- Der Anschluss sowie die Einpassung von Neuhölzern in diese Ausnehmungen ist möglich. Die fachlich anspruchsvolle Diskussion über die Vitalität der Schaderreger wird ausschließlich bei Insektenbefall geführt. In der Sekundärkonstruktion (*travetti*, Sparren) ist bei Pilzschäden von einer notwendigen Erneuerung der betroffenen *travetti* (Sparren) auszugehen.
- Für alle Sanierungsarbeiten wird bei entsprechendem Befund die Holzart Stiel- oder Traubeneiche als technisch getrocknete Stammware bzw. als Altholz verwendet. Des Weiteren wird die regionale alpine Lärche genutzt. Die zwischenzeitlich diskutierte Variante Brettsperrholz als Ersatzkonstruktion für geschädigte *travetti* (Sparren) – Bereiche, inkl. des Unterdaches (in Dicken von ca. 12 cm) wird verworfen.
- Es gelten die Grundsätze der zuständigen Mailänder Denkmalpflege:
Was noch zu erhalten ist wird erhalten, was verloren ist, ist verloren, was neu ist, ist erkennbar neu [Abb. 23, 24].



Abb. 23: Additives Centrentreppehaus in der anschließenden Villa Badissta



Abb. 24: Brettsperrholz als Sparrenersatz in Lucca Toscana, aus Bausubstanz 4/2019

- In allen Bearbeitungsbereichen sollten möglichst viele splinthaltige *gatelli* (Unterlagshölzer), die den Ausgang des Insektenbefalls bildeten, zurück gebaut und durch zugeschnittene Ausgleichshölzer (Holzart alpine Lärche) ausgetauscht werden [Abb. 25].



Abb. 25: Aktiver Nagekäferbefall in den gatelli (Unterlagshölzern)

9. Die Verwendung von chemischen Holzschutzmitteln hat zu unterbleiben. Es wurde ein grundsätzliches Biozidminimierungsgebot vereinbart.

Nach intensiver Diskussion einigt man sich auf ein partielles Wärmeverfahren. Das alternativ diskutierte Begasungsverfahren mit Sulfurydifluorid wurde wegen der nachgewiesenen Klimaschädlichkeit (4000-mal klimaschädlicher als Kohlendioxid), dem unklaren Verbleib des Gases nach der Behandlung und der schwierigen Sicherungsmaßnahmen in der engen Bausubstanz der Villen sowie dem angrenzenden Menaggio nicht weiter verfolgt [Abb. 26, 27].



Abb. 26: Innenhof der Villa Vigoni



Abb. 27: Angrenzende Straßen Menaggios

Die dazu vorgesehene internationale Ausschreibung bedingte eine genaue Festlegung der Qualitätskriterien. Dabei ergaben sich drei wesentliche Anforderungen, die in das Leistungsverzeichnis aufgenommen werden.

1. Zur Sicherung des Brandschutzes ist die Installation einer Software gesteuerten Abschaltautomatik erforderlich. Diese muss sicherstellen, dass sich bei Raumtemperaturen $>120\text{ C}^{\circ}$ alle Wärmequellen Bediener unabhängig abschalten [Abb. 28].



Abb. 28: Ausbaustandard der klassizistischen Villen

2. Es ist durch geeignete Lüfter eine zweiseitige Warmluftumspülung aller Hölzer des Dachstuhls sicherzustellen.
3. Das Erreichen der Abtötungstemperatur von 55 C° , gehalten über eine halbe Stunde, ist an mindestens 10 Stellen pro Beheizungsabschnitt durch geeignete Sensoren nachzuweisen [Abb. 29, 30].

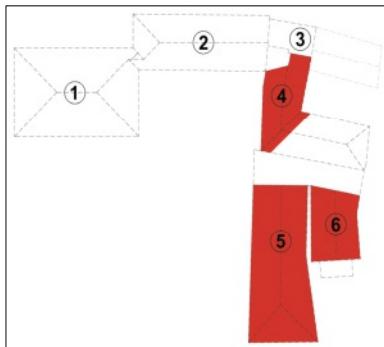


Abb. 29: Beheizungsabschnitte Villa Vigoni

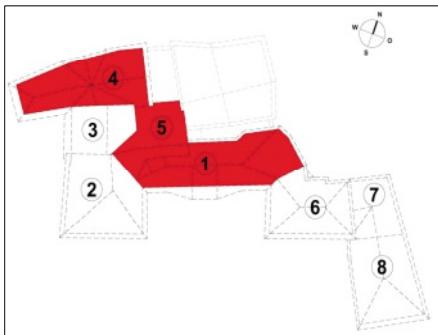


Abb. 30: Beheizungsabschnitte Villa Garovaglio

Ein spannender transalpiner Planungsprozess ist abgeschlossen. Corona wurde zum dominierenden Thema. In den Monaten März und April 2020 bangten wir vor allem um unsere italienischen Mitstreiter. Ein Anruf in Rom brachte die Gewissheit. Alle blieben gesund. Eine strenge italienische Ausgangssperre hatte ihre Wirkung nicht verfehlt. Derzeit werden die Ausschreibungsunterlagen erarbeitet. In 2021 ist die Umsetzung vorgesehen.

Publikationen/Gutachten

- [1] HOLZER, STEFAN M.: Statische Beurteilung historischer Tragwerke, Band 2 Holzkonstruktionen, Berlin, 2015.
- [2] HUCKFELDT, TOBIAS; NOLDT, UWE; WIECK, MATTHIAS: Holzzerstörende Pilze und Insekten in der St. Katharinen- Kirche, Institut für Holzqualität und Holzschäden, Hamburg, 2020.
- [3] Ingenieurbüro Dreger: Gutachten 13/03/02 über die Untersuchungen der Dachstühle und Decken Villa Mylius-Vigoni, Villa Garovaglio-Ricci I-22017 Loveno di Menaggio, Italien vom 27.08.2013.
- [4] Ingenieurbüro Dreger: Erläuterungsbericht 15/11/03 zur Nachbegutachtung der Dachstühle 3,4,5,6 Villa Mylius-Vigoni sowie der Dachstühle 1 und 5 Villa Garovaglio-Ricci I-22017 Loveno di Menaggio, Italien vom 24.11.2015.
- [5] Ingenieurbüro Dreger: Erläuterungsbericht 20/02/02 zur Nachbegutachtung der Dachstühle Villa Mylius-Vigoni sowie der Dachstühle Villa Garovaglio-Ricci I-22017 Loveno di Menaggio, Italien.
- [6] Krekeler Architekten und Generalplaner GmbH: Objektbezogene Planungsunterlagen.
- [7] LENNARTZ, MARC WILHELM: Santissima Trinita di Lucca, Schwarzwälder Massivholz für spätmittelalterliche Renaissance- Kirche in Bausubstanz Jahrgang 10, Heft 4, August 2019, S. 34–40.
- [8] SCHUSTER, SANDRA; STIEGLMEIER, MANFRED: Optimierte Planungsprozesse für den vorgefertigten Holzbau- ein Forschungsbericht in Detail 1,2. 2018 S. 74–81.

Online-Quellen

- [1] www.dataholz.eu: Katalog bauphysikalisch, ökologisch geprüfter und/oder zugelassener Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilanschlüsse für den Holzbau (17.09.20).
- [2] KAUFMANN, HERMANN, leanwood.eu: Die Ergebnisse von leanWood sind in einem Forschungsbericht zusammengefasst. Die Publikation des Lehrstuhls für Entwerfen und Holzbau Hermann Kaufmann wurde im Herbst 2017 herausgegeben und steht auf der Internetseite zum kostenlosen Download zur Verfügung. [15.09.20]
- [3] <https://gesellschaft.bautechnikgeschichte.org> [16.09.20].
- [4] www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/GefStoffV [16.09.20].
- [5] <https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/waldvernichtung/illegaler-holzeinschlag> [17.09.20].

Normen

- [1] DIN 4074-2:1958-12 Gütebedingungen für Baurundholz (Nadelholz).
- [2] DIN 4074-5:2008-12 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 5 Laubschnittholz.
- [3] DIN 4074-1:2012-06 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadel schnittholz.
- [4] DIN EN 1990:2010-12 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung.



Dreger, Ingo

Dipl.-Ing.

Studium des Konstruktiven Ingenieurbaus

- 1997: EIPOS-Ausbildung zum Sachverständigen für Holzschutz
- 2006: Dozent an der BTU Cottbus
- 2006: Brandenburgischer Ingenieurpreis für das Infrarotverfahren am Schloss Rheinsberg
- seit 2007: Dozent bei EIPOS
- seit 2008: Beratender Ingenieur mit Bauvorlageberechtigung
- 2009: Öffentliche Bestellung und Vereidigung zum Sachverständigen für das Fachgebiet Holzschutz durch die Brandenburgische Ingenieurkammer
- seit 2012: Objektplanungen für kirchliche Bauten Berlin/Brandenburg
- 2013: Gründungsmitglied der Gesellschaft für Bautechnikgeschichte
- 2014: Sachverständige Beratung zu Holzfenstern
- seit 2015: Mitglied der Arbeitsgruppe 2 Gefährdete Zeugnisse der Bautechnik-geschichte“ in der Gesellschaft für Bautechnikgeschichte
- 2020: Gutachter/Betreuer Bachelorarbeit Holzdauerhaftigkeitsuntersuchungen am Einsteinhaus Caputh
- 2020: Sachverständige Betreuung der Sanierung von 26 Särgen des Geschlechts von Bredow

Hausschwamm – Vorkommen im Altbau! Aber auch im Neubau?

Tobias Huckfeldt

*Welcher Hausfäulepilz kommt wo im Gebäude vor?
Ursprung und Entwicklung – Überraschendes von den Hausfäulepilzen!*

Kurzfassung

Der Echte Hausschwamm und andere strangbildende Hausfäulepilze treten bevorzugt im Altbau auf, und am häufigsten wächst der Echte Hausschwamm in der obersten Geschossdecke und dort an Streichbalken und Balkenköpfen. Im Neubau ist der Echte Hausschwamm selten und wird von Blättingen, Braunsporrendenpilzen und Pilzen aus der Artengruppe der Weißen Poreenschwämmen verdrängt. Die Moderfäulepilze und die Weißen Poreenschwämmen sind in fast allen untersuchten Konstruktionen und Etagen gleichmäßiger präsent. Ein enger Verwandter der Hausschwämme, aber seltener Pilz, nämlich die Kiefern-Fältlingshaut, kommt vergleichsweise oft in Schüttungen vor und kann als Indiz für Altschäden aus Kriegszeiten dienen, wenn keine aktuelleren Feuchtequellen vorhanden sind. Der Echte Hausschwamm ist vergleichsweise selten in Schüttungen und mag gern feuchtes Mauerwerk. Dies ist eine Gemeinsamkeit aller in Gebäuden vorkommenden Familien-Mitglieder der Coniophoraceae¹. Andere Fäulepilze haben diese Affinität zum Mauerwerk nicht oder nur schwächer ausgeprägt, wie die Sternsetenpilze. Hier zeigt sich die Verwandtschaft des Hausschwamms zu den im Boden wachsenden Mykorrhizapilzen seiner Ordnung (Boletales), aus denen der Hausschwamm und die anderen Familien-Mitglieder einst hervorgingen; auch die Fähigkeit zum Nährstofftransport über eine gewisse Distanz stammt hierher.

Gezeigt werden ausgewählte Daten bestimmter typischer Konstruktionsteile, wie z. B. Balkenköpfe und Schüttungen, daneben Daten zum Neubau und zu zwei Vergleichsgruppen.

1 Zu den Coniophoraceae (Braunsporrendenpilztartige, früher auch Kellerschwammartige) gehören z. B. Hausschwämme, Braunsporrendenpilze (= Kellerschwämme), Fältlingshäute und Gelbsporrendenpilze (*Jaapia spp.*). Inzwischen werden die Coniophoraceae von einigen Autoren aufgeteilt; da dieser Vorschlag noch nicht gesichert und umstritten ist, wird dem hier nicht gefolgt.

1 Der Hausschwamm und verwandte Hausfäulepilze

Der Echte Hausschwamm ist der wichtigste und auch einer der häufigsten holzzerstörende Hausfäulepilze in Mitteleuropa (Abb. 1 bis 8). Der Begriff „Hausfäulepilze“ wird für Pilze/Gattungen verwendet, die häufig in Gebäuden vorkommen und eine Braun- oder Weißfäule im Holz hervorrufen. Geprägt wurde er von LAGENDORF (1961), jedoch inspiriert durch die Begriffe „häusliche Fäule“ von FLÜGGE (1954) und „Hausfäule“ von LIESE (1928). Eine von holzzerstörenden Pilzen verursachte Fäule bedeutet dabei immer Zerstörung des Holzes und damit zwangsläufige verbundene Minderung der mechanischen Eigenschaften. Schäden durch den Echten Hausschwamm und andere Hausfäulepilze sind daher ernst zu nehmen. Gleichzeitig bedeutet diese Bedingung eine klare Abgrenzung gegenüber den Schimmelpilzen², die keine Braun- oder Weißfäule verursachen. Auch die Moderfäulepilze werden hier nicht zu den Schimmelpilzen gezählt, da auch sie eine Fäule verursachen.



Abb. 1: Dicker, weißrandiger, zimtbrauner und schon leicht verschimmelter (↑) Fruchtkörper des Echten Hausschwamms; hier entstehen die Nachkommen des Pilzes – milliardenhaft.

-
- 2 Eine eindeutige, allgemein akzeptierte Definition für Schimmelpilze gibt es leider nicht. Ein Beispiel: Je nach Schadensort, Substrat oder/und Befallszeitraum kann *Chaetomium globosum* (Ascomycet) ein Schimmelpilz, ein Bläuepilz oder ein Moderfäulepilz sein. Für eine Zuordnung zu den Moderfäulepilzen muss befallenes Holz mit spitz zulaufenden Kavernen vorhanden sein, denn ein Moderfäulepilz-Befall definiert sich über das Vorhandensein dieser spezifischen Kavernen in der Holzzellwand. Fehlen jedoch diese Kavernen im befallenen und fleckigen Holz und fehlen auch Fruchtkörper und Mycelien, liegt ein Schönheitsfehler durch Bläuepilze am Holz vor. Werden andere Substrate als Holz befallen, liegt ein Schimmelpilz vor.



Abb. 2: Detail der mekuloiden Fruchtschicht des Echten Hausschwammes; in den Falten liegen Millionen von Sporen – als Staub (↑); die Sporen enthalten jeweils einen Pilzbauplan, codiert in seiner DNS.



Abb. 3: Vom Echten Hausschwamm befallenes Holz: Braunfäule mit kantigem, grobem (roter ↑) und feinem Würfelbruch (blauer ↑) quer zur Faser; deutlich wird, dass die Fäule tiefgreifend ist.

Wird ein Befall vermutet, ist zu klären, ob ein Befall mit dem Echten Hausschwamm vorliegt und ob Gefahr in Verzug ist.

Wichtige Verwandte des Echten Hausschwammes sind die Braunschärfepilze³ (= Kellerschwämme: *Coniophora* spp.; Abb. 13 f.) und die Fältlingshäute (*Leucogryphana* spp.; Abb. 15f.). Alle durchwachsen sie Mauerwerk, Putz, Schüttungen und Decken (FALCK, 1913; HINTERBERGER/GRINDA, 1984; HUCKFELDT/SCHMIDT, 2015), bilden Stränge aus und verursachen eine oft intensive Braunfäule; da ist der Echte Hausschwamm keine Ausnahme (Abb. 3). Die Hausschwämme bilden Fruchtkörper gern am Mauerwerk (HORN/APPEL, 2011), aber auch die Fältlingshäute sind hierzu in der Lage. Wenige andere Fäulepilze wachsen so, wie z. B. der Muschel-Krempling, die Sternsetenpilze und die Tintlinge (BULLER, 1924).

3 In der mykologischen Literatur findet sich zunehmend der Name „Braunschärfepilze“ für die Kellerschwämme (*Coniophora* spp.), deshalb wird auch hier dieser Name verwendet. Der Braune Kellerschwamm wird zum Dickhäutigen Braunschärfepilz (BOLLMANN et al., 2007).

Der Echte Hausschwamm wird auch „Tränenschwamm“, „Tränender Fältling“ und unglücklicherweise auch „Mauerschwamm“ und „Mauerfraß“ genannt; auf alle diese Namen sollte verzichtet und nur „Echter Hausschwamm“ für *Serpula lacrymans*⁴ verwendet werden. Der Echte Hausschwamm kann fast im gesamten Gebäude auftreten, wenn es feucht genug ist. In feuchten Mauern und Hölzern fühlt sich dieser Pilz wohl. Er breitet sich sternförmig aus, bis die umgebende Feuchte zu gering für sein Wachstum wird oder die Temperatur zu hoch ist (SCHMIDT, 1994; siehe auch Abb. 20).

Daten zur Verteilung von Haustäulepilzen innerhalb eines Gebäudes sind selten und zerstreut. Meist werden einzelne Gebäude beschrieben, und dies sind dann meist besondere Gebäude wie Kirchen, Schlösser, Burgen, herrschaftliche Prunkbauten und dergleichen (z. B. CYMOREK, 1973; FLINT/ROßKOPF, 1998; MÜLLER, 2002; REUB/HEIN 2008). Einfache Mietwohnhäuser werden kaum beschrieben. Auch sind die Beschreibungen der pilzlichen Schäden oft recht allgemein, genannt werden sie oft einfach Verrottung (LENZE, 2016, S. 170), Fäuleschäden oder pflanzlicher Befall (REIMERS-/SCHEFFLER, 2005, S. 121). Dabei wird neben dem pflanzlichen Befall überraschenderweise jedoch auch mal eine Moderfäule diagnostiziert (THÜMMLER, 1994; S. 80). Besser untersucht ist die Situation an besonderen Bauteil-Gruppen, wie Fenstern (ALFREDSEN et al., 2005; HENNINGSSON/KÄÄRIK, 1982; HUCKFELDT, 2011), Fachwerk (HUCKFELDT, 2016; KÜLLMER, 1995; RIDOUT, 2000) oder Dächern (HUCKFELDT, 2018).

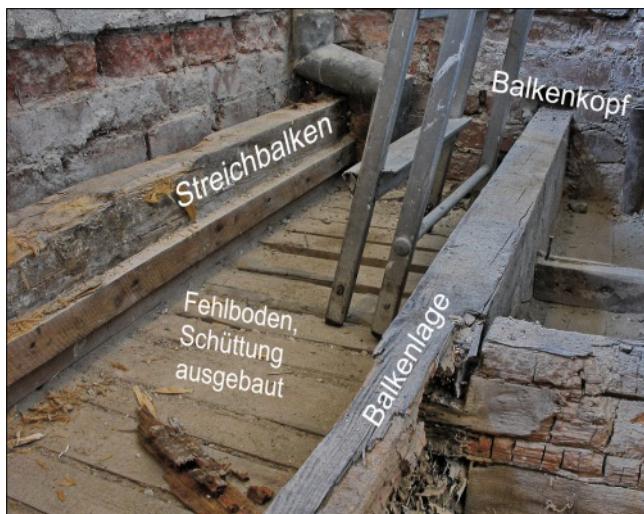


Abb. 4: Untersuchte Bereiche im Altbau: Braunfäule- (rechts an der Balkenlage) und Weißfäule-Schäden (links am Streichbalken) an den Deckenbalken eines Erdgeschosses (Öffnung vom 1. OG aus).

4 In Europa gibt es nur eine weitere *Serpula*-Art, den Wilden Hausschwamm (*Serpula himantiodes*); zuweilen wird aber die Kleine Fältlingshaut (*Leucogyrophana pulverulenta*) wieder bei der Gattung *Serpula* eingereiht.



Abb. 5: Nicht einbezogene Bereiche und Schadorte an Möbeln, auf Decken aus Beton etc.; Bild zeigt ein Regalbrett mit Befall durch Echten Hausschwamm.



Abb. 6: Nicht einbezogene Bereiche und Schadorte in Altbau-Kellern ohne Balkenlage; Bild zeigt einen feuchten Keller mit Befall durch Echten Hausschwamm; Eckbild: Strang-Querschnitte.

Die nachfolgend ausgewerteten Daten stammen aus dem Alt- und Neubau. Allerdings sind die Bauweisen wenig vergleichbar; daraus ergibt sich ein Nebeneinander der Ergebnisse. Im Altbau werden Bauteil-Gruppen verglichen: Balkenkopf, Decken-, Streichbalken und Schüttung. Im Neubau werden Dachkonstruktionen und das allgemeine Vorkommen von Fäulepilzen im Gebäude verglichen; als Vergleichsgruppe werden Küchenschäden herangezogen und außerhalb von Gebäuden Fäuleschäden im GaLa-Bau (Garten- und Landschaftsbau) gewählt. Vorweggestellt ist eine kurze Übersicht der Ursachen von Fäuleschäden und ein Einblick in die Auswertungsmethodik und die Grenzen.

Bemerkung: Trockenes Holz kann durch Hausfäulepilze nicht abgebaut werden. Wenn einem Gebäude während einer Sanierung nachhaltig die Feuchtigkeit entzogen wird, ist Holz sicher. „Trocken“ meint: unter um = 20 % Holzfeuchte. Wird das Holz wieder nass, können sich ggf. neue Fäule-Erreger ansiedeln oder unter Umständen alte wieder auskeimen/auswachsen.

Ursachen für einen Befall mit Fäulepilzen in Wohngebäuden

Eine zu hohe Holzfeuchtigkeit ist immer die Ursache für das Auftreten des Echten Hausschwamms und aller anderen Hausfäulepilze; dies ist seit langem bekannt (ANONYMUS, 1789; FRITZSCHE, 1866). Die in zentral geheizten Gebäuden vorhandene Holzfeuchte von 6-15 u% reicht für einen Befall nicht aus; es bedarf einer ausreichenden Feuchtigkeitsquelle. Dies sind in Gebäuden z. B.

- nasses/feuchtes Bauholz,
- Kondensation (einschließlich Konvektion) an dafür nicht vorgesehenen Orten; ggf. auch indirekt die baulichen Veränderungen, die zu Verschiebungen von Kondensationspunkten / Rücktrocknungskapazitäten führen (Einbau von Isolierglasfenstern ohne Gesamtkonzept; Beschattungen durch wachsende Bäume etc.),
- ungenügende Wartung und Pflege der Ableitungssysteme und Außenwände (Dach, Beschichtungen, Abdichtungen etc.),
- defekte oder ungenügende Abdichtungen gegen Feuchtigkeit am Gebäude (an Gebäudefuß, Dach und Außenwänden),
- Defekte an Rohrleitungen (Frisch-, Ab- und Regenwasser),

- Maschinenschäden, z. B. durch Geschirrspüler und Waschmaschine,
- Schäden durch nicht abgetrocknetes Löschwasser und Überschwemmungen.

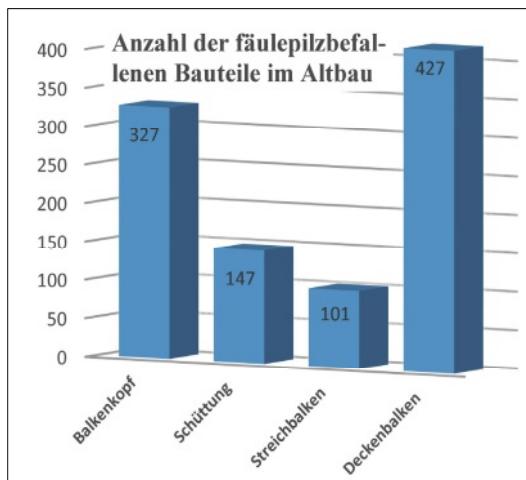


Abb. 7: Zur Orientierung sind die Mengen der untersuchten Bauteile im Altbau angeführt; Hinweis: mit „Deckenbalken“ kann auch ein Streichbalken oder Balkenkopf gemeint sein.

2 Methoden und Grenzen

Die hier ausgewerteten, anonymisierten Daten stammen von Gutachtern, Fachfirmen für Holz- und Bautenschutz und Privat-Kunden. Die Daten wurden mit Excel® (Microsoft®) verarbeitet. Die Basis war eine Gutachten-Stichwortsuche. Gesucht wurde z. B. nach den folgenden Stichwörtern (Altbau):

Gruppe 1: Balkenkopf/Balkenauflager;
 Gruppe 2: Schüttung/Einschub/Fehlboden;
 Gruppe 3: Streichbaken/Mauerbalken/Fußpfette und
 Gruppe 4: Deckenbalken/Bodenbalken etc. (Abb. 4).

Im Neubau wurde z. B. nach dem Alter gesucht: „Gebäude 1, 2, 3, ... Jahre alt“ oder direkt der Begriff „Neubau“. Bestimmte Bauwerke wurden für die jeweilige Fragestellung aussortiert, z. B. Kirchen, Schlösser, Fachwerk und Brücken etc. (Abb. 6 f.). Dann wurden die nachgewiesenen Fäulepilze aus dem Altbau, wenn möglich, Stockwerken zugewiesen. Im Neubau konnten bisher nur die Fäuleschäden im Dach vom übrigen Gebäude getrennt werden. Bei den anderen Themen-Diagrammen wurde ähnlich verfahren. Wurden nur Abkürzungen im Anschreiben verwendet, entfielen die Daten vollständig, da nicht eindeutig, z. B. „3O Z li. st 3B re.“ Das mag „drittes Obergeschoß, Zimmer links, straßenseitig, dritter Balkenkopf von rechts“ bedeuten oder etwas anderes.

Die Fäulepilze wurden in Gruppen oder bei wichtigen Pilzen als Art aufgeführt, wie beim Echten Hausschwamm (Abb. 8), aber nicht immer (vgl. Abb. 22). Eine Gruppe kann dabei einer Gattung entsprechen, wie bei den Braunschporrindenpilzen (*Conio-phora* spp.) oder den Blättingen (*Gloeophyllum* spp.), oder es kann eine ursprüngliche

Gattung sein, die von Wissenschaftlern geteilt wurde, wie bei der Gruppe der Weißen Porenschwämme⁵ (*Antrodia* spp. und *Oligoporus* spp.). Weiter kann es sich um eine Formgruppe handeln, wie bei den Schichtpilzen mit Weißfäule (mit z. B. Gewebehaut (*Athelia* spp.), Rindenpilz (*Hypoderma* spp.), Rindenschwamm (*Cylindrobasidium* spp.) und Zähnchenrindenpilz (*Hypodontia* spp.)). Die Zusammenstellung der Gruppen richtet sich nach der Bedeutung der Pilze im Bau, den Gepflogenheiten im Bautenschutz und den jeweiligen Häufigkeiten. Das Abb. 7 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Proben aus den verschiedenen Bauteilen. Die Tab. 1 zeigt im Detail, welche Pilze nachgewiesen wurden. Da der Begriff „Deckenbalken“ unklar sein kann, wurde er im Abb. 24 fortgelassen.

Grenzen

Sehr leicht erkennbare Arten sind ggf. unterrepräsentiert, da am IF-Holz oft die weniger bekannten Arten untersucht werden⁶; dies sollte beim Lesen nicht vergessen werden (Abb. 10 und 13). Die Daten-Analyse gründet sich i.d.R. auf die wirtschaftlich wichtigen Pilze: Liegt ein Echter Hausschwamm vor, sind Moderfäulepilze und andere Fäulepilze kaum mehr von Interesse. Weiter bezieht sie z. T. nur ausgewählte Bauteile ein (siehe Stichwörter). Basidiomyceten ohne Fäulepotenzial (z. B. Boviste – *Bovista* spp., Rotfußröhrlinge – *Xerocomus* spp. – und Filzgewebe – *Tomentella* spp.) oder mit zu vernachlässigendem Fäulepotenzial (z. B. Traubenbasidie – *Botryobasidium* spp.) wurden hier nicht berücksichtigt; es wird auf MEZ (1908), NÜESCH (1919), BECH-ANDERSEN (1995) und HUCKFELDT/SCHMIDT (2015) verwiesen.

Seltene, aber potente holzabbauende Pilze wurden aufgenommen, wie z. B. die Seitlinge (*Pleurotus* spp. unter der Gruppe „Lamellenpilze mit Weißfäule“ vgl. Abb. 19). Sie bevorzugen Holzwerkstoffe und sind häufiger im Neubau, unter Küchen und im GaLa-Bau zu finden (Abb. 10). Auch die Sternsetenpilze (*Asterostroma* spp.), werden separat dargestellt (Abb. 11), weil sie zu den wenigen Schichtpilzen gehören, die Mauerwerk durchwachsen können (BRAVERY et al., 2003). Die Basis dafür, welche Pilze aufgenommen wurden, sind Praxis-Erfahrungen, nicht die Enzymausstattung, da selbst der auf der Wiese wachsende Kultur-Champignon (*Agaricus bisporus*) Enzyme hat, die Cellulose spalten können (YAGUE, et al., 1997); dieser ist jedoch noch nie als Holzfäulepilz bekannt geworden.

-
- 5 Diese Gruppe wurde nach Möglichkeit getrennt dargestellt, als „Braunfäuletrameeten“ (*Antrodia* spp.) und „Saftprolinge“ (*Oligoporus* spp.). Im Text wird weitgehend der Begriff „Weiße Porenschwämme“ verwendet, da er unter Holz- und Bautenschützern verbreitet ist. Inzwischen gibt es wissenschaftliche Bestrebungen, die Gruppe weiter zu zergliedern, dem wird hier aber nicht gefolgt, da die Erkenntnisse noch nicht gesichert sind.
- 6 Dies wird durch Privat-Kunden ohne Arten-Kenntnisse und einige Versicherungsfälle etwas kompliziert.



Abb. 8: Eine lokale Durchfeuchtung an einem Balkenkopf schafft einen Lebensraum für den Echten Hausschwamm – ein minimaler Hausschwammschaden, der eng auf diesen Balken beschränkt blieb.

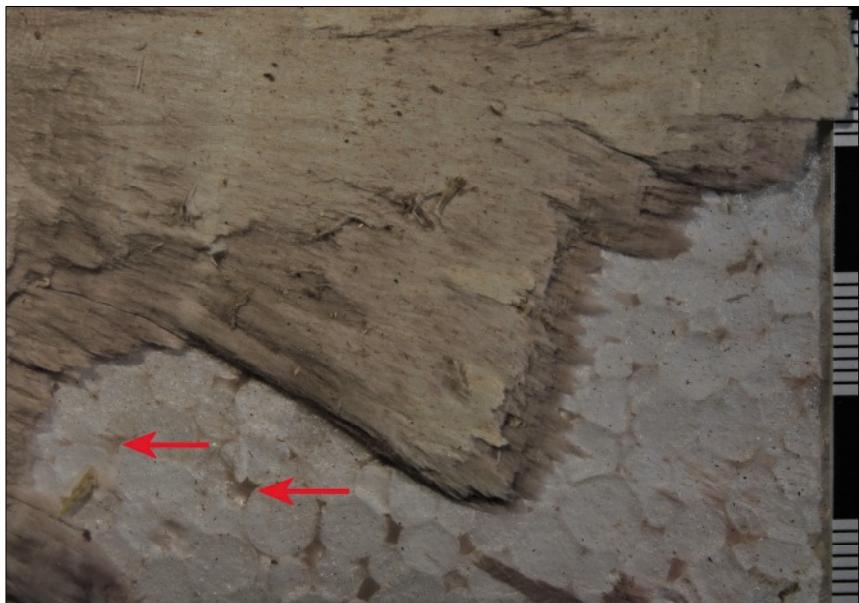


Abb. 9: Hellgraues bis graues, dickes und lappiges Myzel des Echten Hausschwamms mit einem lila Farbton, das zwischen Holz und einer Styropor®-Platte wuchs; die Porenräume werden ausgefüllt (↑).

Die ewige Anmerkung

Ursachen für eine erhöhte Holzfeuchte sind vielfältig. Feuchtequellen in Gebäuden führen zuweilen nur zu einer kleinräumigen Durchnässung, weite Gebäudeteile bleiben dagegen trocken. Damit verbunden ergeben sich im Holz unterschiedliche Holzfeuchten – ein Feuchtigkeits-Gradient entsteht im Holz und damit verbunden verschiedene Lebensräume für Pilze.



Abb. 10: Neubauküche: Mächtige, cremefarbene Seitlings-Fruchtkörper-Gruppe mit vielen rudimentären Stielen, großen Hüten und etwas welligen Lamellen; die Lamellen-Schneiden sind im Gegensatz zum Sägeblätting glatt (Eckbild).



Abb. 11: Ockerfarbiger Sternsetenpilz: ockerfarbene Stränge zwischen Eisenträger, Mörtel und Mauerwerk. Der schwache Weißfäuleschaden ist nicht sichtbar, war aber in der Nähe; stärkere Weißfäule-Schäden sind selten bei dieser Gattung.

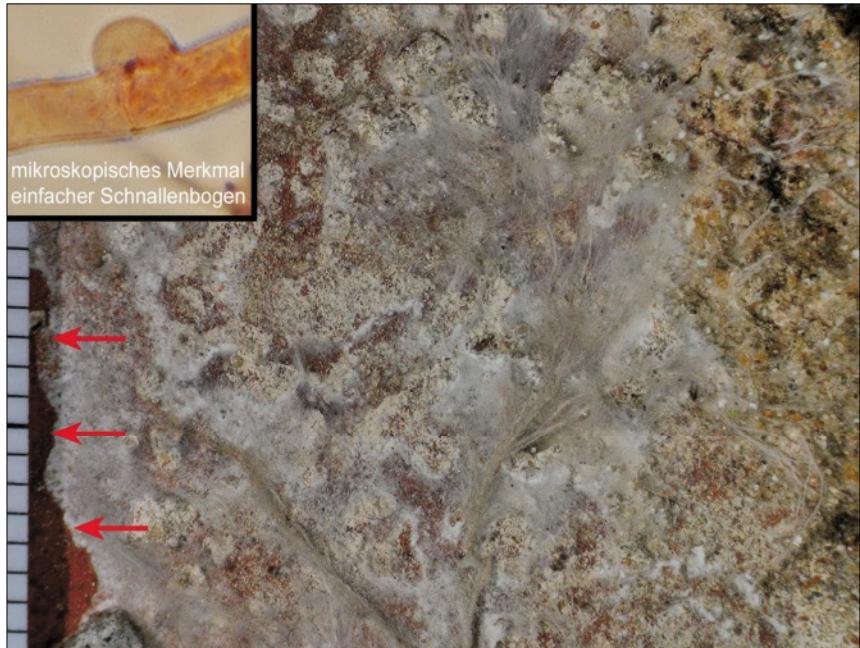


Abb. 12: Feine, hellgraue Stränge und weißliches Mycel des Echten Hausschwamms, in der Mörtelschicht einer alten Backsteinmauer wachsend; am Rand ist die Zuwachszone zu erkennen (↑).

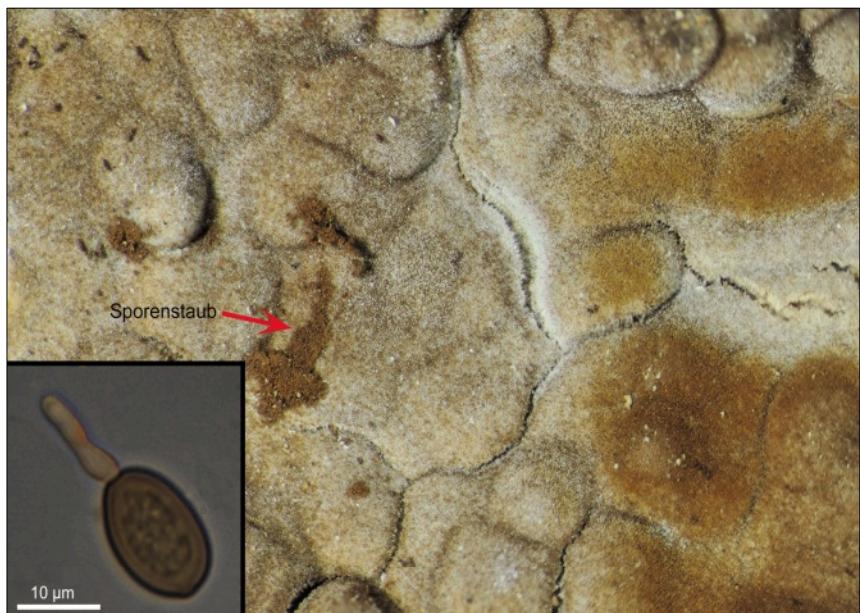


Abb. 13: Dünner, warziger Fruchtkörper des Dickhäutigen Braunsporrindenpilzes; die Sporen liegen z. T. als Staub auf dem Fruchtkörper – selten jedoch trifft eine Spore auf nasses Holz und keimt (Eckbild).

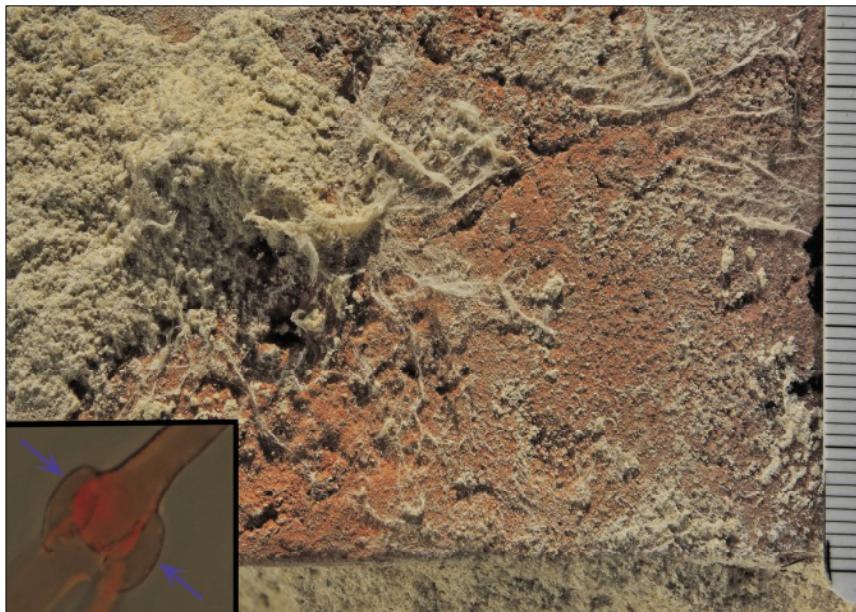


Abb. 14: Feine, junge, cremefarbene Stränge und zartes Myzel des Dickhäutigen Braunschlämmpilzes, in der Mörtelschicht einer alten Backsteinmauer wachsend; die Stränge sind noch nicht braun (sklerotisiert); die Wirbelschnalle (Hyphe mit zwei Schnallen an einer Septe) belegt jedoch die Diagnose.



Abb. 15: Dünner, rötlichbrauner und fältig gewundener bis stacheliger Fruchtkörper der Kiefern-Fältlingshaut. Die Konsistenz ist zart und leicht zerrißbar, vergleichbar mit einem Crêpe.

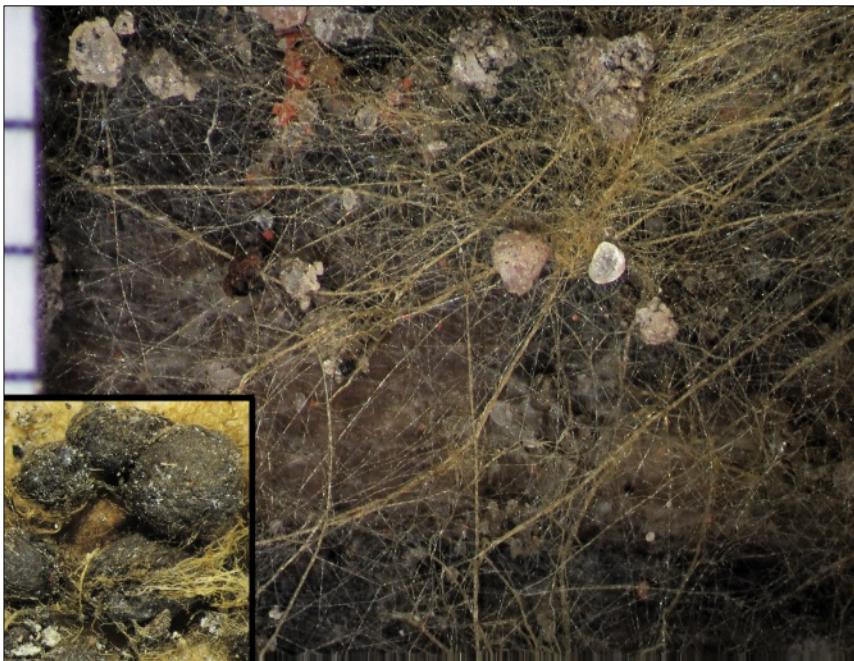


Abb. 16: Feine, junge Stränge und zartes Mycel der Kiefern-Fältingshaut in einer Schüttung; die Stränge sind noch nicht tiefbraun (voll-sklerotisiert); die Sklerotien belegen die Diagnose (Eckbild).

3 Vorkommen des Echten Hausschwammes im Alt- und Neubau im Vergleich mit anderen Hausfäulepilzen

Die folgenden Diagramme und die Tab. 1 geben eine Übersicht darüber, welche Fäulepilze in ausgesuchten Gebäudebauteilen und Bereichen zu erwarten sind. Es treten jedoch immer wieder weitere Fäulepilz-Arten auf, die das Bild ergänzen. In Gebäuden sind bisher über 120 Arten von holzzerstörenden Pilzen nachgewiesen worden (HUCKFELDT/SCHMIDT, 2015). Jedoch treten nicht alle Fäulepilze auch in den jeweils ausgewerteten Bereichen auf, so dass die Arten- und Gruppen-Zusammenstellung in den Diagrammen nicht eins zu eins vergleichbar ist. Allgemein kann festgehalten werden, dass in allen Konstruktionen Braunfäulepilze als Schaderreger dominieren. Viele von ihnen haben besondere Fähigkeiten (HUCKFELDT, 2019). Es folgen die Weiß- und Moderfäulepilze; diese haben z. T. die Fähigkeit, dauerhafte Hölzer anzugreifen – dies jedoch oft nur vergleichsweise langsam.

Die gezeigten Gebäudearten und Bauteilgruppen haben jeweils eigene Artzusammensetzungen (Abb. 18 bis 22).

Die Fäulepilz-Schäden sind unterschiedlich, aber immer auf eine zu hohe Holzfeuchte zurückzuführen. Der Umfang der nötigen Sanierung richtet sich u. a. nach:

1. der Frage: Hausschwamm ja/nein?
2. der Fähigkeit der Fäulepilze, auch Mauerwerk durchwachsen zu können.
3. dem Fäulepotenzial des Erregers: niedrig, mäßig, hoch oder fulminant?
4. der Frage, ob ein aktueller, periodischer oder alter Wasserschaden vorliegt?
5. der Frage, welche Bauteile befallen sind – z. B. die tragende Brettschichtdecke oder die Fensterbank?

Hieraus ergibt sich eine angemessene und wirtschaftliche Sanierung, für die der Sachverständige den Umfang und ggf. auch die Planung vorgibt.

Anmerkung: Das Fäulepotenzial von holzzerstörenden Pilze ist sehr verschieden; es reicht von marginal (z. B. Tintlinge) bis potent (z. B. Braunschporrindenpilze).

Hierbei ist die Holzart mit entscheidend (Ein Echter Hausschwamm baut immer mehr ab als Tintlinge!); auch hat sie Einfluss auf die Art des Fäule-Erregers. Mit der Zeit wird sich die Pilz-Art ansiedeln, die mit dem dargebotenen Substrat am besten zurechtkommt; deshalb hat jede Bauweise spezifische Holzzerstörer.

3.1 Arten-Zusammensetzung

Der Eingangssatz „Der Echte Hausschwamm ist der wichtigste und auch einer der häufigsten holzzerstörenden Hausfäulepilz in Mitteleuropa.“ stimmt in dieser Absolutheit nicht mehr. Im Jahr 1952 war dies noch so, der Krieg schuf ein Eldorado für Fäulepilze, mit vielen offenen oder schlecht geflickten Dächern. Damals lag der Anteil der Schäden durch Echten Hausschwamms z. B. in Berlin bei rund 65% der eingesandten Proben (THEDEN, 1952). In vielen Großstädten, die im zweiten Weltkrieg zerstört wurden, werden erst heute (z. B. bei Umbauten) Jahrzehnte alte Schäden an Schüttungshölzern entdeckt, die von Fältlingshäuten stammen (Abb. 18). Dabei wird immer wieder die Kiefern-Fältlingshaut (*Leucogyrophana pinastri*) nachgewiesen, eine in Gebäuden eigentlich sehr seltene Pilzart. Für die Entwicklung dieses Fäule-Erregers muss einiges geboten werden, da sie besonders gut nur an nassem Holz mit Erdkontakt wächst – also ein „Kriegsgewinner“. Gibt es keine neuere Feuchtigkeitsquelle als den „Krieg“ und sind die Fäule-Schäden oberflächlich, sind diese Schäden durch Bebeilen oft leicht zu beheben. Die Fältlingshäute sind Braunfäule-Erreger mit mäßigem Fäulepotenzial (HUCKFELDT/SCHMIDT, 2015).

Zwischenbemerkung: Bei der Befallsausmaß-Untersuchung ist zu beachten, dass z. B. der Echte Hausschwamm, die Braunschporrindenpilze, die Fältlingshäute und einige andere Hausfäulepilze in der Lage sind, Mauerwerk und Böden zu durchwachsen und sich so auszubreiten, der Ausgebreitete Hausporling, die Stachelsporlinge, die Sägeblättlinge und die Blättlinge jedoch nicht.

Heute sind deutliche Abstriche am „Eingangssatz“ nötig: im Neubau, im GaLa-Bau und auch im Flachdach ist die Häufigkeit des Echten Hausschwamms nicht sehr groß (Abb. 20). Im Freien treten an Holz neben vielen Fäulepilzen, die auch in Gebäuden vorkommen, zahlreiche weitere aus dem Wald bekannte Fäulepilze auf (Abb. 21). Ein Beispiel sind die Schwefelköpfe (*Hypholoma* spp.).

Der Eingangssatz stimmt aber für den Altbau und für Schäden unter Küchen. Für Bäder ist Analoges zu erwarten. Auch im Fachwerk ist die Bedeutung des Echten Hausschwammes groß bis sehr groß (HUCKFELDT, 2019). Der Erfahrung nach gilt dies auch für kulturhistorisch wertvolle Gebäude (Kirchen, Schlösser etc.): Auch wenn hier eine detaillierte Auswertung noch aussteht, so liegen doch einige Einzelberichte zu diesen Gebäuden vor (z. B. BRUHN, 1994; DREGER 2008; MÜLLER, 2002; REUB/HEIN, 2008; SCHÜMANN, 2000; UNGER et al., 1992).

Hinweis: Allgemein im Bau wurden bisher 47 Braun- und 75 Weißfäule-Erreger nachgewiesen. Braunfäulepilze haben einen Anteil von 66,3 %, Weißfäule- von 21,2 % und Moderfäulepilze 12,5 %.

Je nach Konstruktionstyp ist die Fäulepilz-Artenzusammensetzung in den untersuchten Bauwerken/-teilen und Bereichen verschieden. An Konstruktionshölzern im Altbau (Balkenköpfe, Deckenbalken, Schüttungen, Streichbalken) wurden bisher 23 Braun-, 15 Weißfäule-Pilzarten und Moderfäulepilze nachgewiesen (Tab. 1). Dies sind deutlich weniger als im Gesamtgebäude, da viele erdgebundene Pilze (z. B. Mykorrhizapilze) nur im Keller oder an Fenstern, Flachdächern und Fassaden vorkommen (ALFREDSEN et al., 2005; DESPOT/GLAVAŠ, 1999; HENNINGSSON/KÄÄRIK, 1982). Dabei dominieren im Altbau die Braunfäule-Erreger mit 74 % der Befälle, gefolgt von den Weißfäule-Erregern mit rund 16 % und den Moderfäulepilzen mit rund 10 % (Tab. 1).

In keiner anderen Bauform haben die Braunfäule-Pilze einen so hohen Anteil! Die häufigsten Fäulepilze sind Echter Hausschwamm, Dickhäutiger Braunschärfepilz, Braunfäuletrameten und die Moderfäulepilze (Tab. 1). Dann folgt ein Weißfäule-Erreger – der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioporia expansa*) – und anschließend weitere Braunfäule-Erreger – die Fältlingshäute (*Leucogyrophana* spp. – Abb. 15f.) und die Blättinge (*Gloeophyllum* spp.) sowie der Muschel-Krempling (*Paxillus panuoides*).

Die Häufigkeit des Echten Hausschwammes variiert in den einzelnen Bauteil-Gruppen: Der Echte Hausschwamm bevorzugt Streichbalken und meidet etwas die Schüttungs-Hölzer, der Dickhäutige Braunschärfepilz bevorzugt Schüttungs-Hölzer und ist seltener an Streichbalken zu finden, und die meisten Weißen Porenschwämme treten gehäuft an Balkenköpfen auf, mehr noch als der Echte Hausschwamm (Abb. 18). Der Ausgebreitete Hausporling tritt an Deckenbalken am meisten in Erscheinung, wohl dem geschuldet, dass er der „Nassraum-Weißfäulepilz“ ist (Abb. 22). Sein Auftreten im Hochbau ist häufig unter Bädern, Küchen und Waschküchen oder auch nach Feuerwehr-Einsätzen; er kommt in Schüttungen wie an Balkenköpfen fast gleich oft vor (Abb. 18).

Anmerkung: Die Hausschwämme, Braunschärfepilze sowie Fältlingshäute (zusammen Coniophoraceae) sind aktuell die häufigsten Fäulepilze im Altbau mit zusammen 45,8 % der Fäuleschäden.

lateinischer Name	Art	F	%
<i>Serpula lacrymans</i>	Echter Hausschwamm	B	20,0
<i>Coniophora puteana</i>	Dickhäutiger Braunsporrindenpilz	B	17,5
<i>Antrodia spp.</i>	Braunfäuletrameten	B	16,4
<i>Chaetomium globosum u. a.</i>	Moderfäulepilz	M	9,7
<i>Donkioporia expansa</i>	Ausgebreiteter Hausporling	W	8,3
<i>Leucogyrophana pinastri</i>	Kiefern -Fältlingshaut	B	4,3
<i>Paxillus panuoides</i>	Muschel-Krempling	B	3,2
<i>Oligoporus spp.</i>	Saftporlinge	B	2,3
<i>Antrodia xantha</i>	Gelbe Braunfäuletramete	B	2,0
<i>Serpula himantoides</i>	Wilder Hausschwamm	B	1,8
<i>Coniophora marmorata</i>	Marmorierter Braunsporrindenpilz	B	1,6
<i>Ptychogaster rubescens</i>	Bauchpilz	B	1,4
<i>Gloeophyllum abietinum</i>	Tannenblättling	B	1,3
<i>Phanerochaete/Phlebiopsis spp.</i>	Zystidenrindenpilze	W	1,3
<i>Trechispora spp.</i>	Stachelsporlinge	W	1,2
<i>Resinicium bicolor</i>	Zweifarbiger Harz-Rindenpilz	W	0,9
<i>Coniophora arida</i>	Trockener Braunsporrindenpilz	B	0,7
<i>Peziza spp.</i>	Becherlinge	-	0,7
<i>Coprinus spp.</i>	Tintlinge, 4 Arten	W	0,6
<i>Asterostroma spp.</i>	Ockerfarbiger Sternsetenpilz	W	0,6
<i>Hyphoderma/Hypodontia</i>	Rinden-/Zähnchenrindenpilz	W	0,6
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	Balkenblättling	B	0,4
<i>Phellinus contiguus</i>	Großporiger Feuerschwamm	W	0,3
<i>Antrodia vaillantii</i>	Breitsporige Braunfäuletramete	B	0,3
<i>Hypochnicellum molle</i>	Weiche Gewebehaut	B	0,3
<i>Schizopora spp.</i>	Veränderlicher Spaltporling	W	0,3
<i>Lentinus lepideus</i>	Schuppiger Sägeblättling	B	0,3
<i>Antrodia serialis</i>	Reihige Braunfäuletramete	B	0,2
<i>Ptychogaster rennyii</i>	Bauchpilz	B	0,2
<i>Cerocorticium confluens</i>	Reibeisenpilz	W	0,2
<i>Tomentella spp.</i>	Filzgewebe	W	0,2
<i>Lycoperdon spp.</i>	Boviste	-	0,2
<i>Leucogyrophana pulverulenta</i>	Kleine Fältlingshaut	B	0,1
<i>Antrodia albobrunnea</i>	Bräunende Braunfäuletramete	B	0,1
<i>Antrodia sinuosa</i>	Schmalsporige Braunfäuletramete	B	0,1
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	Zaunblättling	B	0,1
<i>Diplomitoporus lindbladii</i>	Grauer Porling	W	0,1
<i>Athelia spp.</i>	Gewebehaut	W	0,1
<i>Dacryomyces stillatus</i>	Gallerträren	B	0,1
<i>Pleurotus spp.</i>	Seitlinge	W	0,1

Tab. 1: Häufigkeit [%] von Fäulepilzen an Altbau-Balken (Balkenkopf, Schüttung, Decken- und Streichbalken)

Auffällig ist die Häufung von Vertretern einer Familie – die der Coniophoraceae⁷ – im Altbau: Zu ihnen gehören der Echte und der Wilde Hausschwamm (*Serpula spp.*), die Fältlingshäute (*Leucogyrophana spp.*) sowie die Braunschporrindenpilze (Kellerschwämme = *Coniophora spp.*). Die Familie gehört zur Ordnung der Boletales, die viele kennen, da zu ihr die Steinpilze gehören. Zu den Boletales gehören viele Mykorrhizapilze, und wahrscheinlich hat sich die Familie der Coniophoraceae aus Mykorrhizapilzen zu Parasiten⁸ und dann zu Saprophenen entwickelt. Noch heute lässt sich gelegentlich ein Wilder Hausschwamm parasitisch an lebenden Fichten nachweisen (JAHN et al., 2005). Alle anderen Coniophoraceae, die bisher in Bauwerken nachgewiesen wurden, leben rein saprophytisch. Die Fähigkeit zur Strangbildung und zum Nährstofftransport über größere Entfernung blieb allerdings erhalten. Noch heute sind die Stränge der Hausschwämme denen von Mykorrhizapilzen der Boletales sehr ähnlich (AGERER, 1998, 1999). Diese Fähigkeiten scheinen im Altbau einen Vorteil gegenüber anderen Pilzen zu bieten, jedoch nicht im Neubau oder Flachdach (Abb. 19 und 20). Es scheint die Fähigkeit zu sein, leicht alkalische Baustoffe als Feuchtespender und Rückzugsort nutzen, aber diese auch durchwachsen zu können (BECH-ANDERSEN, 1985). Andere Fähigkeiten, wie vergleichsweise wenig feuchte Hölzer bewachsen zu können, hohe Abbauraten zu erzielen oder in eine Trockenstarre zu fallen, spielen für den starken Anteil der Coniophoraceae im Altbau offenbar auch eine Rolle, da sie dies oft besser als andere Fäulepilze beherrschen (vgl. HUCKFELDT, 2019).

3.2 Echter Hausschwamm: Vertikale Verteilung im Altbau – ein Vergleich mit anderen Fäulepilzen

Auffällig ist, dass der Echte Hausschwamm in der obersten Geschossdecke unter dem Dach am häufigsten⁹ im Altbau nachgewiesen wurde und hier wiederum oft an Balkenköpfen und Streichbalken (Abb. 23). Dies ist sein Lebensraum; das feuchte Mauerwerk sorgt für gleichmäßige Temperaturen, Feuchte und einen Rückzugsort. Als Feuchtigkeitsursachen kommen die oben genannten Wasserquellen in Frage und im Winter noch die der Kondensationsfeuchte hinzu: A) im Dachraum, B) an kalten Wänden wie Drempeln oder C) an/in der obersten, nicht geheizten Etagendecke. Das Wasser stammt z. B. aus allerlei Defekten und auch aus der aufsteigenden feuchten Warmluft aus den unterliegenden Etagen; zuweilen finden sich dicke Eisbildungen in der Decke. Dieses Phänomen ist 1987 für Dächer in Holzbauweise beschrieben (SCHULZE, 1987). Schulze weist darauf hin, dass die Wasserdampf-Konvektion bei Holzdächern unter Aufenthaltsräumen unbedingt zu vermeiden ist. Er schreibt: „Es kann behauptet werden, dass die Mehrzahl der bisherigen Tauwasserschäden an Dächern nicht auf Diffusions-, sondern auf Konvektionsvorgänge zurückzuführen sind.“

7 Zuweilen wird die Familie auch „Keller- oder Hausschwammartige“ genannt (MICHAEL et al., 1986).

8 Lebewesen, die sich von Biomasse anderer lebender Organismen ernähren und ihnen schaden (z. B. Fußpilz). Saprophenen hingegen zerstören tote Lebewesen (z. B. Echter Hausschwamm), und Mykorrhizapilze leben z. B. mit einem Baum in einer wechselseitig vorteilhaften Verbindung (Symbiose).

9 Der Vergleich mit den Moderfäulepilzen, den Poren- und Braunschporrindenpilzen (Kellerschwämme) zeigt, dass dieser Befund real und nicht auf andere Faktoren zurückzuführen ist (Abb. 23 ff.), siehe Textverlauf.

Hinweis: In dieser Auswertung fehlen die Sparren und explizit der Keller, nur seine Decke ist in die Betrachtungen eingeflossen. Im Keller kann mit ca. 29 % Echter Hausschwamm gerechnet werden und mit 24 % Kellerschwämmen.

In der Literatur finden sich mehr Berichte von Hausschwamm-Schäden in der obersten Geschossebene (z. B. DONATH, 2007, S. 407) als in anderen Etagen, in Kellern oft im Zusammenhang mit Bekämpfungsmethoden (z. B. FLINT / ROßKOPF, 1998).

Die Schüttungen wurden vergleichsweise mehr im Keller befallen (Abb. 23). Die Befallsorte Streichbalken und Balkenkopf sind fast gleich häufig, ihre Lage ist aber auch sehr ähnlich. Eine Ursache für die Häufigkeit des Befallsortes „Deckenbalken Dachgeschoss“ könnte auch sein, dass Begehungen durch Sachverständige und Laien häufig im Dachstuhl anfangen, weil er oft nicht ausgebaut ist und sich somit vergleichsweise leicht kontrollieren lässt und dann nur hier eine Probe genommen wird.

Bei den Weißen Porenschwämmen, aber auch bei den Moderfäulepilzen ist die Verteilung gleichmäßiger, insbesondere wenn man in Betracht zieht, dass viele Altbauten keinen dritten bzw. vierten Stock haben. Nur die Kellerdecke wird von allen weniger befallen (Abb. 26); hier muss berücksichtigt werden, dass viele Altbauten keine Kellerdecke aus Holz haben, entweder weil sie so geplant wurden oder weil die Holzdecke im Laufe der Zeit durch andere Konstruktionen ersetzt wurde.

Beim den Braunschporrindenpilzen wird hier deutlich, wie schlecht der bei den Bautenschützern übliche deutsche Name „Kellerschwämme“ gewählt wurde: Nicht einmal 10 % der Befälle in Altbau-Decken treten in der Kellerdecke auf. So gedeiht der Dickhäutige Braunschporrindenpilz (Brauner Kellerschwamm) im gesamten Haus, mit einem kleinen Schwerpunkt in den mittleren Etagen und in der obersten Geschossdecke (Abb. 27). Auch die vielen Befälle im Flachdach und Gala-Bau sprechen gegen den Namen. Anders ist die Situation beim Hausschwamm und Hausporling: Hier liegt die Hauptverbreitung im deutschen Sprachraum wirklich in Gebäuden (im Haus).

Die Moderfäulepilze verteilen sich ähnlich wie die Braunschporrindenpilze gleichmäßig über die Etagen, auch mit einem kleinen Schwerpunkt in der obersten Geschossdecke (Abb. 25). Warum der Echte Hausschwamm einen so markanten Schwerpunkt in den obersten Geschossdecken hat, ist noch unklar – hier besteht Forschungsbedarf.

Insgesamt sind im Altbau oder z. T. auch im Neubau (inkl. Flachdach) solche Pilze sehr häufig zu finden, die nach ihrer Etablierung Holz unter Fasersättigung abbauen können. Dies sind z. B. Echter Hausschwamm, Dickhäutiger Braunschporrindenpilz, Ausgebreiteter Hausporling, Tannenblätting und viele Vertreter der Artengruppe der Weißen Porenschwämme (HUCKFELDT/SCHMIDT, 2015). Je weiter das Gebäude „verlassen“ wird, desto unwichtiger wird diese Fähigkeit (Abb. 18 bis 20 und 22).

Randnotiz: Viele Versicherungsschäden im Neubau haben nur Nummern, ohne Angaben zur Lage der Bauteile im Objekt. Diese Schäden können zumindest hier nicht ausgewertet werden.

Vermerk: Flachdächer (Abb. 20) können über hundert Jahre alt werden, wenn sie richtig konstruiert sind und einer regelmäßigen Pflege und planvollen Wartung unterliegen. Für die Langlebigkeit ist es entscheidend, dass die Konstruktion trocken in Betrieb geht und es auch bleibt; ist sie es nicht, liegt ein Schaden vor oder wird entstehen.

3.3 Vorkommen des Echten Hausschwammes in unterschiedlichen Bauformen

Die Häufigkeit des Echten Hausschwammes nimmt mit dem Alter der Konstruktion zu; im Altbau dominiert der Echte Hausschwamm, im Neubau ist er selten. Weiter ist der Echte Hausschwamm ein echter Kulturfolger, zusammen mit wenigen anderen Hausfäulepilzen, wie z. B. dem Ausgebreiteten Hausporling, die in der Natur¹⁰ rar sind (KRIEGLSTEINER, 1991), aber in Gebäuden massive und durchaus viele Schäden verursachen (z. B. FLOHR, 2014; SCHEIDING et al., 2015). Beide sind im Flachdach, Neu- und GaLa-Bau deutlich seltener (Abb. 19 ff.).

Was alle wissen und keinen zu interessieren scheint: Besonders viele Schäden im Neubau lassen eine Missachtung von bauphysikalischen Regeln erkennen, und dies ist nicht neu (BLAICH, 1999; CZIESIELSKI/RAHN, 1991; KÜLLMER, 1998; MÖNCK, 1985; RUHNAU/BONK, 1991; SCHULZE, 1998).

Eine Gruppe gibt es, die überall mehr oder weniger gleich vertreten ist: Es sind die Moderfäulepilze, die mit rund $14 \pm 3\%$ im Neubau zu finden sind, wie auch im Flachdach, bei Küchenschäden und im GaLa-Bau; nur im Altbau scheinen sie mit rund 10 % etwas seltener aufzutreten (Abb. 19ff. und 24). Im GaLa-Bau kommen gehäuft Pilze vor, die Holz im nassen Boden zerstören, wie Helmlinge (*Mycena* spp.; Abb. 17), Fältlinge (*Merulius* spp.) und Baumschwämme (*Formitopsis* spp.); derartige Funde sind im Altbau dann zu verzeichnen, wenn Ruinen untersucht werden – die Artenzahl schnellt dann hoch. Wenn Investoren Gebäude abreißen möchten, können dies Indikatoren für die Vernachlässigung einer Immobilie sein. Anders ist die Lage im Fachwerk: Hier treten diese Pilze gelegentlich an Schwellen auf.



Abb. 17: Fruchtkörper des Rosablättrigen Helmlings an einer Eichenholz-Bank in einem Museum.

10 In der mykologischen Literatur finden sich überwiegend Funddaten von Schäden an Holzprodukten (Kübeln, Eisenbahnschwellen) und Gebäudeteilen (z. B. ENDERLE, 1994; GÜNTHER ET AL., 2019; KREISEL, 2011; KRIEGLSTEINER, 2000; WÖLDECKE, 1998).

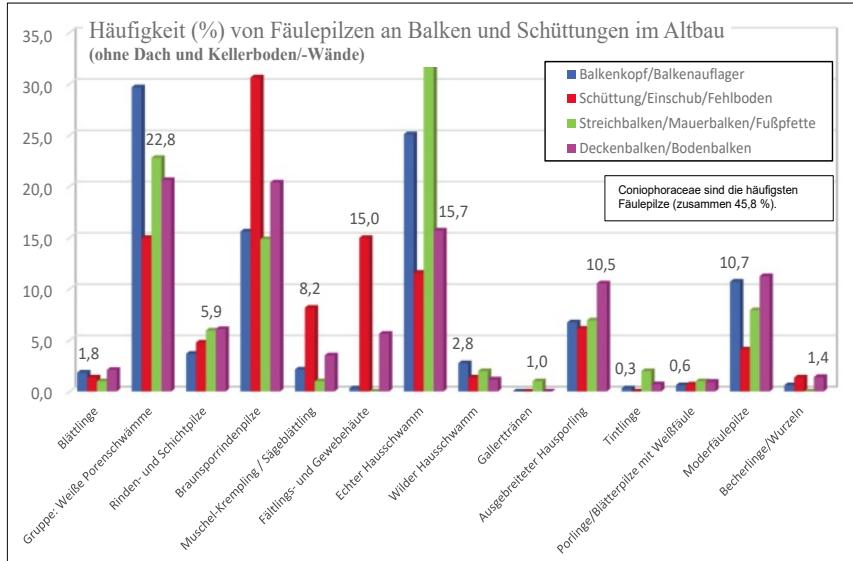


Abb. 18: Dargestellt ist die Verteilung der Häufigkeit von Fäulepilzen bzw. Fäulepilz-Gruppen an typischen Bauteilen im Altbau; hierbei sind Bauteile im Kellerbereich oder Küchen (vgl. Abb. 22) unterrepräsentiert. Es wurden damit Schäden ausgeklammert, die auf einer falschen Nutzungsform beruhen (Holz im nassen Keller). Die Zusammensetzung der Arten-Gruppen ist z. T. anders gefasst als in den folgenden Diagrammen, da die Lebensräume unterschiedlich sind. Basis: über 1000 Proben aus Deutschland.

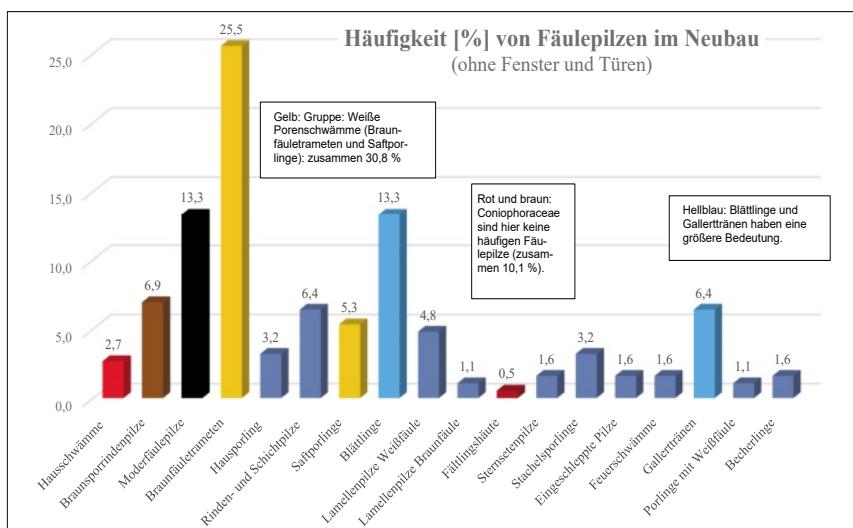


Abb. 19: Dargestellt ist die Verteilung der Häufigkeit von Fäulepilzen im Neubau (bis ca. 40 Jahre alt), unabhängig von der Bauform (i.d.R. Material-/Bau-/Planungsfehler); die Zusammensetzung der Arten-Gruppen ist z. T. anders gefasst als in den anderen Diagrammen, da die Lebensräume unterschiedlich sind. Basis: 188 Proben-Einsendungen aus Deutschland.

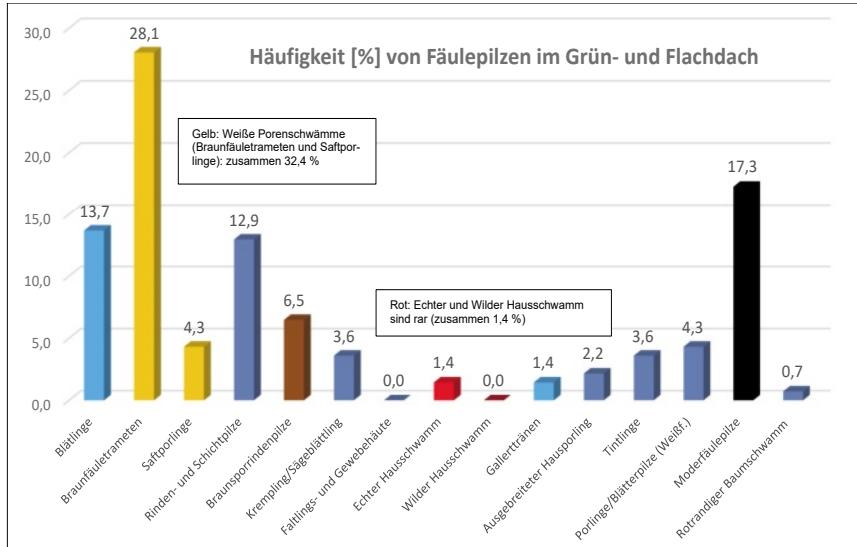


Abb. 20: Dargestellt ist die Verteilung der Häufigkeit von Fäulepilzen im Flachdach (überwiegend nicht älter als 15 Jahre), unabhängig von der Bauform. Basis: 139 Proben-Einsendungen aus Deutschland.

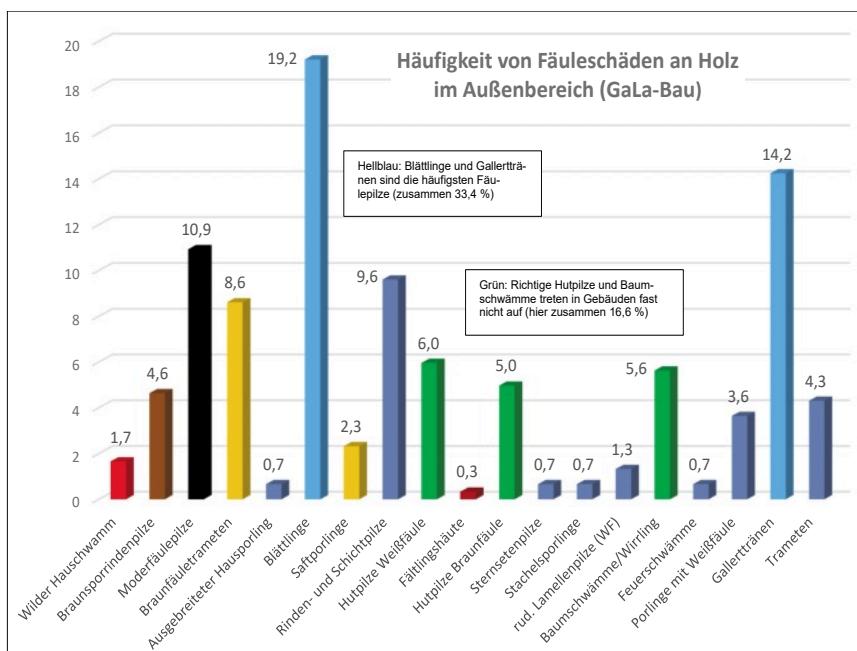


Abb. 21: Dargestellt ist die Verteilung der Häufigkeit von Fäulepilzen im GaLa-Bau, unabhängig von der Bauform. Basis: 302 Proben-Einsendungen aus Deutschland.

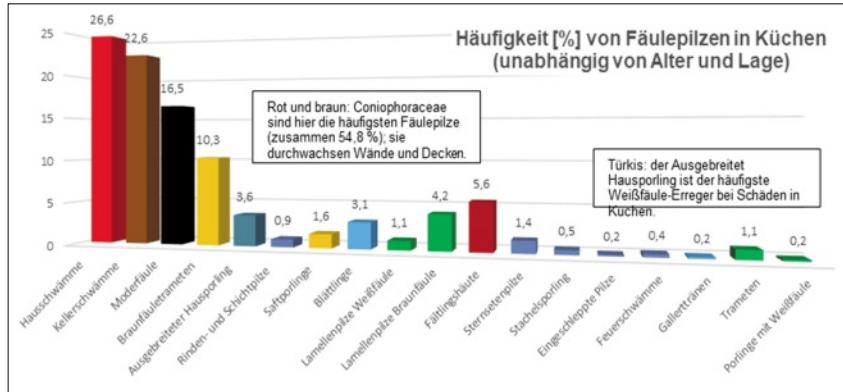


Abb. 22: Dargestellt ist die Verteilung der Häufigkeit von Fäulepilzen bei Schäden in Küchen, unabhängig vom Alter. Basis: 553 Proben-Einsendungen aus Deutschland.

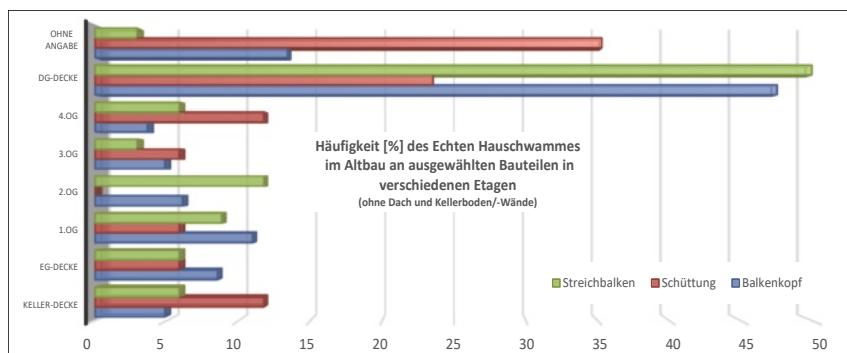


Abb. 23: Die Etagen eines Gebäudes sind unterschiedlich stark befallen; der Echte Hausschwamm wird oft im Fußboden von Dachböden nachgewiesen.

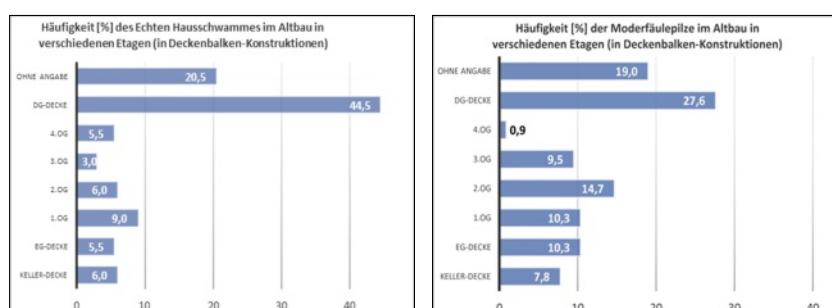


Abb. 24: Gebäude-Etagen sind unterschiedlich befallen; der Echte Hausschwamm wird oft am Fußboden von Dachböden nachgewiesen.

Abb. 25: Die Etagen eines Gebäudes werden gleichmäßiger befallen als beim Echten Hausschwamm; die Moderfäulepilze werden in allen Teilen nachgewiesen, seltener nur im 4. OG.

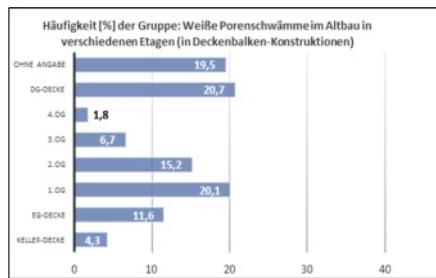


Abb. 26: Die Etagen eines Gebäudes sind nicht gleich befallen; die Weißen Porenschwämme werden oft im 1. und 2. OG und in Dachböden nachgewiesen; beim 3. und 4. OG. ist allerdings zu berücksichtigen, dass sie oft fehlen.

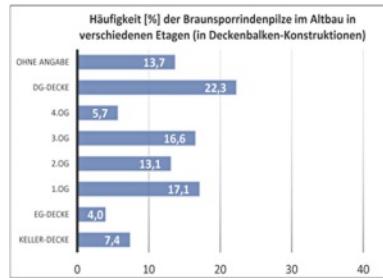


Abb. 27: Die Etagen eines Gebäudes sind gleichmäßiger befallen; die Braunschporrindenpilze werden in allen Etagen oft nachgewiesen; Hinweise: im Bereich Keller sind die untersuchten Bauteile seltener, da sie bei zurückliegenden Sanierungen oft „holzfrei“ ersetzt wurden.

4 Zusammenfassung

Der Echte Hausschwamm ist bei größeren Schäden im Altbau oft sehr präsent und dominiert diese Schäden. Nach Kriegen, unter Vernachlässigung und bei unbemerkten, starken und langanhaltenden Wasserschäden gedeiht der Echte Hausschwamm. Im Neubau ist diese Art der Befeuchtungssituation seltener und der Echte Hausschwamm rar. Fäulepilze, die sowohl bei geringen, wie auch bei mäßigen und hohen Holzfeuchten wachsen können, sind in allen Befallssituationen in Konstruktionen häufig; hierfür ist der Dickhäutige Braunschporrindenpilz ein gutes Beispiel.

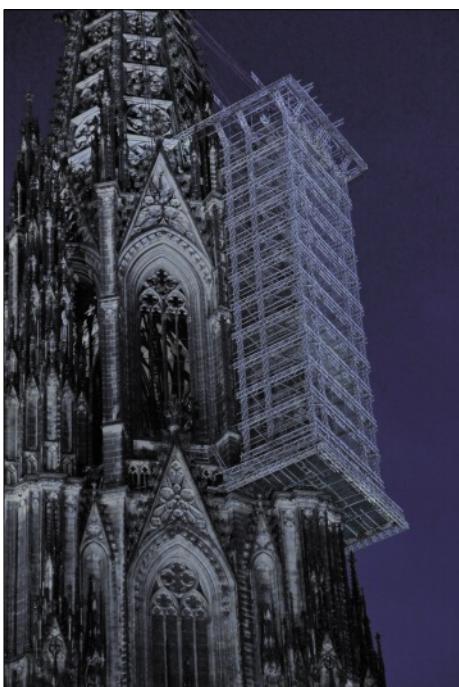
Pilzarten, die hohe Temperaturen ertragen können und lange überdauern (wie die Blättinge und Gallertränder), finden sich oft in der Dachkonstruktion oberhalb der obersten Geschossdecke; diese Pilze müssen Mauerwerk nicht durchwachsen können. Die Bedingungen im GaLa-Bau sind ähnlich, auch hier ergeben sich starke Temperaturschwankungen; entsprechend ist die Zusammensetzung der Pilzarten ähnlich. Im GaLa-Bau kommen nur noch Pilze hinzu, die dauernasses Holz an der Luft-Boden-Zone benötigen, wie die Schwefelköpfe (*Hypholoma* spp.) und die Helmlinge (*Mycena* spp.).

Im Altbau fehlen diese Pilze in der Regel. Im Altbau sind Pilze häufig, die Mauerwerk durchwachsen können: Haus-, Keller- und Gruppe der Porenschwämme. Treten sehr hohe Holzfeuchten in Konstruktionen auf – und dies ist bei Schäden an den Installationen nicht selten auch über längere Zeiträume so – ergibt sich ein Lebensraum für Moderfäulepilze. Wir finden sie daher in allen Konstruktionen, vom GaLa-Bau über den Neubau bis hin zu den Holzbalkendecken.

5 Ausblick

Fäuleschäden in Wohngebäuden sind im Alt- wie Neubau zu registrieren; wo Menschen leben, geht etwas kaputt.

Es scheint so, als nehmen die Hausschwamm-Schäden mit dem Gebäudealter zu; am Anfang haben wir die Planungs- und Baufehler und es schließen sich die Wasserschäden an. Was wir aus dem Altbau für den Neubau lernen müssen, ist, dass sich die Konstruktionen in einem vernünftigen Rahmen reparieren lassen müssen. Bei Fäuleschäden im Altbau können vergleichsweise leicht ein oder auch zehn Balkenköpfe gewechselt werden, und auch dies ist schon teuer. Bei einer tragenden Brettstapel-Geschossdecke, einer Beton-Holz-Verbunddecke oder dem Holzkern eines Holzhochhauses mag dies anders sein; die wenigen bisherigen Fälle waren teuer. Schon bei der Planung sind, neben Maßnahmen zum Brandschutz, auch Maßnahmen zum vorbeugenden Holzschutz zwingend nötig, damit auch Neubauten von Holzhäusern und Holzhochhäusern zum Altbau werden können. Erst die nächste Generation wird bewerten können, was eine gute und bewährte Konstruktion im heutigen Neubau ist.



Schon heute ist jedoch deutlich, was dazu gehört: – augenfälliger geht es nicht – der bewährte Dachüberstand und gut von außen sichtbare Regenrinnen. Sonst bekommen wir die gleichen, massiven Schäden, wie wir sie in den Altbau-Gebäuden mit innenliegenden Regenrinnen immer wieder dokumentieren dürfen. Wohin kaum durchdachte Konstruktionen aus Holz führen können, sehen wir im Segment der Flachdächer: massive Fäulepilz-Schäden innerhalb von nicht einmal zehn Jahren. Die Folge ist, dass wir uns den besten Rohstoff dieser Welt kaputt machen – das Holz. Wer dies nicht wünscht, sollte seinem Kunden sagen, welche Folgeschäden drohen, wenn der bauliche Holzschutz vernachlässigt wird; oder der Bauherr richtet, wie am Kölner Dom, eine ständige Bauhütte ein (Abb. 28).

Abb. 28: Der Kölner Dom – wer hat ihn schon einmal ohne Gerüst gesehen?

Dank

Mein Dank gilt den vielen Sachverständigen und Fachfirmen, die Angaben zu ihren Proben mit eingesandt haben. Stellvertretend seien Herr Kurt Joseph (†) und Herr Manfred Eichhorn (†) in Gedenken genannt.

Literatur

- ANONYMUS (1789): Von Verhütung und Vertilgung des laufenden Schwammes in dem Holzwerke der Gebäude, In: G. Huth (Hrsg.): Allgemeines Magazin für die bürgerliche Baukunst, Weimar 1, Teil 1, S. 29–40.
- AGERER, R. (Hrsg.) (1998): Colour atlas of Ectomycorrhizae. Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd.
- AGERER, R. (1999): Never change a functionally successful principle: the evolution of Boletales s. l. (Hymenomycetes, Basidiomycota) as seen from below-ground features. In: Sendtner 6, S. 5–91.
- ALFREDSEN, G.; SOLHEIM, H.; JENSSEN, K. M. (2005): Evaluation of decay fungi in Norwegian buildings. Stockholm: Intern. Res. Group Wood Pre., Doc. No. IRG/WP/ 05-10562, 12 S.
- BECH-ANDERSEN, J. (1985): Basische Baustoffe und begrenzte Feuchtigkeitsverhältnisse – Antworten auf die Frage, warum der Echte Hausschwamm nur in Häusern vorkommt. Material und Organismen 20 (4), S. 301–309.
- BECH-ANDERSEN, J. (1995): The dry rot fungus and other fungi in houses. Hussvamp Laboratoriet ApS, Holte, Dänemark, 139 S.
- BOLLMANN, A.; GMINDER, A.; REIL, P. (2007): Abbildungsverzeichnis europäischer Großpilze. APS, Jahrbuch der Schwarzwälder Pilzlehrschau 2, 4. Aufl., 301 S.
- BRAVERY, A. F.; BERRY, R. W.; CAREY, J. K.; COOPER, D. E. (2003): Recognising wood rot and insect damage in buildings. BRE Bookshop, Garston Watford, 126 S.
- BULLER, A. H. R. (1924): *Psathyrella disseminata* [*Coprinus disseminatus*]. Researches on fungi. Vol. III. Longmans, Green, and Co. New-York, 611 S.
- CZIESIELSKI, E.; RAHN, A. C. (1991): Außenwand im Kellerdeckenbereich, Tauwasserbildung im Sommer, in: ZIMMERMANN, G. (Hrsg.) Bauschäden Sammlung, Fraunhofer IRB, Stuttgart, Bd. 8, S. 90–93.
- CYMOREK, S. (1973): Die Konservierung von Stabkirchen – eine kunsthistorische Aufgabe. In: Holz-Zentralblatt 99 (153), S. 2404, 2415, 2418.
- DESPOT, R.; GLAVAŠ, M. (1999): *Gloeophyllum trabeum* and *Gloeophyllum abietinum*, the most frequent brown rot fungi in fir wood joinery. Stockholm: Intern. Res. Group Wood Pre., Doc. No. 99, IRG/WP/10319, 15 S.
- DONATH, G. (2007): Sanierung historischer Decken und Dachwerke der Albrechtsburg zu Meißen, in: Europäischer Sanierungskalender 2007, VENZMER, H. (Hrsg.), Beuth Verlag GmbH, Berlin, S. 401–418.
- DREGER, I. (2008): Neues vom Neuen Palais im Park Sanssouci, in: HERTEL, G. H. (Hrsg.) Schutz des Holzes 2008, Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung, Expert, Renningen, S. 1–26.
- ENDERLE, M. (1994): Die Pilzflora des Ulmer Raumes. Süddeutsche Verlagsgesellschaft, Ulm, S. 521.
- FALCK, R. (1913): Örtliche Krankheitsbilder des echten Hausschwammes. In: R. FALCK (Hrsg.): Mykologische Untersuchungen und Berichte. Heft 1, Fischer Jena, S. 1–20.

- FLINT, E.; ROßKOPF, W. (1998): Alte Pracht neuen Glanz (Schwammsanierung: Behutsame Sanierung von Pilzbefall im Kellergewölben und Grabkammern der Frauenkirche Dresden). *Bautenschutz + Bausanierung* 21, S. 20–25.
- FLOHR, E. (2014): Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzzerstörende Pilze und Insekten, in: BINKER, G.; BRÜCKNER, G.; FLOHR, E.; HUCKFELDT, T.; NOLDT, U.; PARISEK, L.; REHBEIN, M.; WEGNER, R. (2014) *Praxis-Handbuch Holzschutz*. Rudolf Müller, Köln, S. 203–240.
- FLÜGGE, R. (1954): Die gesamte Schutzbehandlung des Bauholzes. Carl Marhold Verlag; 4. Auflage, Halle, 198 S.
- FRITZSCHE (1866): Vollständige Abhandlung über den Hausschwamm. Mitteilungen des sächsischen Ingenieurvereins, Dresden, No. 4, 52 S.
- GÜNTHER, A.; BÖHNING, T.; WIESNER, J.; VESPER, A.; STACKE, A.; THEIS, M.; GMINDER, A. (2019): Die Großpilze Jenas. Funga-Jena-Verlag, Jena, 752 S.
- HENNINGSSON, B. O.; KÄÄRIK, A. (1982): Survey of decay fungi in windows joinery. Swedish wood preservation institute, Reports Nr. 141, 52 S.
- HINTERBERGER, H.; GRINDA, M. S. (1984): Prüfverfahren für Schutzmittel gegen Schwamm im Mauerwerk. Entwicklung eines Laborverfahrens. Vortrag, in: CYMOREK, S.; EHRENTREICH, W.; METZNER, W. (Hrsg.) *Holzschutz – Forschung und Praxis*, DRW, Leinfelden-Echterdingen, S. 86–89.
- HORN, K.; APPEL, W. (2011): Ein seltenes Phänomen – Hausschwamm. In: *Bauen im Bestand* (3) 2011, S. 45–49.
- HUCKFELDT, T. (2016): Schäden durch Fäulepilze am Beispiel von Fachwerkschäden, in: REESE, U. (Hrsg.) Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutzes. Fraunhofer IRB, Stuttgart, S. 31–63.
- HUCKFELDT, T. (2018): Fäulepilze im Flachdach – Teil 1. Ursachen, Hintergründe, Sanierung. In: Neue Quadriga – Holzbau; 2018 (1), S. 50–53.
- HUCKFELDT, T. (2019): Schäden durch Pilze an Fachwerkgebäuden. In: PUFKE, A. Gebäude aus Fachwerk – Konstruktion – Schäden – Instandsetzung. 27. Kölner Gespräche zu Architektur und Denkmalpflege; LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, S. 67–78 [kostenlos herunterladbar unter www.IF-Holz.de].
- HUCKFELDT, T. (2019): Gefährlichkeit von Hausfäulepilzen und des Echten Hausschwammes (*Serpula lacrymans*). In: Sachverständige 3, S. 134–140.
- HUCKFELDT, T.; SCHMIDT, O. (2015): Hausfäule- und Bauholzpilze. Diagnose und Sanierung. 2. Auflage. Rudolf Müller Verlag, Köln, 610 S.
- HUCKFELDT, T.; WENK, H.-J. (Hrsg.) (2011): Holzfenster. Korrigierter Nachdruck, Rudolf Müller, Köln, 421 S.
- JAHN, H.; REINARTZ, H.; SCHLAG, M. (2005): Pilze an Bäumen: Saprophyten und Parasiten, die an Holz wachsen. Patzer, Berlin, 3. Aufl., 274 S.
- KREISEL, H. (2011): Pilze von Mecklenburg-Vorpommern. Weissdorn, Jena, 612 S.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (1991): Verbreitungsatlas der Großpilze Deutschlands (West). Ulmer, Stuttgart, 1016 S.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (2000): Die Großpilze Baden-Württembergs. Bd. 1, E. Ulmer, Stuttgart, 629 S.

- KÜLLMER, M. (1998): Abdichtungen von Wohnungsbädern; Schwere Feuchtigkeits-schäden infolge fehlender Abdichtung, in: ZIMMERMANN, G. (Hrsg.) Bauschäden Sammlung, Fraunhofer IRB, Stuttgart, Bd. 9, S. 130–133.
- KÜLLMER, M. (1995): Freigelegte Holzfachwerkfassaden; Holzzerstörung durch Schwamm, in: Zimmermann, G. (Hrsg.) Bauschäden Sammlung, Fraunhofer IRB, Stuttgart, Bd. 10, S. 66–69.
- LANGENDORF, G. (1961): Handbuch für den Holzschutz. VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 330 S.
- LENZE, W. (2016): Fachwerkhäuser. 10. Aufl., Fraunhofer IRB, Stuttgart, 264 S.
- LIESE, J. (1928): Zerstörung des Holzes durch Pilze und Bakterien, in: MAHLKE, F.; TROSCHEL, E.; LIESE, J. (Hrsg.) Handbuch der Holzkonservierung. 2. Auflage, Springer, Berlin, S. 34–105.
- MEZ, C. (1908): Der Hausschwamm und die übrigen holzzerstörenden Pilze der menschlichen Wohnungen. Ihre Erkennung, Bedeutung und Bekämpfung. R. Lincke, Dresden, 260 S.
- MICHAEL, E.; HENNING, B.; KREISEL, H. (1986): Handbuch für Pilzfreunde. Bd. II. Nicht-blätterpilze. G. Fischer, Stuttgart, 3. Aufl., 448 S.
- MÖNCK, W. (1985): Bauzustandsuntersuchung von Holzbalkendecken mit Empfehlungen zur Darstellung und Dokumentation der Bauschäden. In: Holztechnologie 26 (6), S. 293–299.
- MÜLLER, I. (2002): Lebensweise von holzzerstörenden Pilzen, im Besonderen des Echten Hausschwamms (EH) in Dorfkirchen und Schlössern im Land Brandenburg. Vortrag zur 26. Fachtagung Holzschutz, Schwerin.
- NÜESCH, E. (1919): Die gefährlichsten holzzerstörenden Pilze der Häuser. Aus: Die hausbewohnenden Hymenomyceten der Stadt St. Gallen. Fehr'sche Buchhandlung, St. Gallen, 90 S.
- REIMERS, H.; SCHEFFLER, J. (2005): Das Hexenbürgermeisterhaus Lemgo. Verlag für Regionalgeschichte, Bielefeld, 190 S.
- REUß, H.; HEIN, J. T. (2008): Sanierung von zierreich beschnitzten Deckenbalken der Stiftskirche Gernrode; Bekämpfung des Echten Hausschwamms mit feuchtegeregelter Warmluft, in: ANSORGE, D.; GEBURTIG, G. (Hrsg.) Historische Holzbauwerke und Fachwerk. Instandsetzen – Erhalten. Fraunhofer IRB, Stuttgart, S. 47–61.
- RIDOUT, B. V. (2000): Timber decay in buildings. The conservation approach to treatment. E & FN Spon, London, 232 S.
- RUHNAU, R.; BONK, M. (1991): Fußbodenabsichtung in Feuchträumen; Mangelhafte Aufkantung im Türschwellenbereich, in: ZIMMERMANN, G. (Hrsg.) Bauschäden Sammlung, Fraunhofer IRB, Stuttgart, Bd. 8, S. 112–117.
- SCHEIDING W.; HAUSTEIN, T.; HAUSTEIN, V. H.; WEIß, B. ET AL. (2015): Holzschutz. C. Hanser, München.
- SCHMIDT, O. (1994): Holz- und Baumpilze. Springer, Berlin, 246 S.
- SCHÜMANN, U. (2000): Mehr als heiße Luft. Heißluftverfahren zur Erhaltung von Holzkonstruktionen bei Befall durch Echten Hausschwamm. Bausubstanz 4, S. 37–41.

- SCHULZE, H. (1987): Hausdächer in Holzbauart. Konstruktion, Statik, Bauphysik. Werner-Verlag, Düsseldorf, 299 S.
- SCHULZE, H. (1998): Holzbalkendecken unter nicht ausgebautem Dachgeschoß. Tauwasser an der oberen Spanplatten-Schalung, in: ZIMMERMANN, G. (Hrsg.) Bauschäden Sammlung, Fraunhofer IRB, Stuttgart, Bd. 9, S. 130–133.
- THEDEN, G. (1952): Erfahrungen über holzzerstörende Pilze in Berlin. In: Z. f. Schädlingsbekämpfung 44, S. 77–80.
- THÜMMLER, U. (1994): Bautechnische Untersuchung und Zustandskartierung, in: GERNER, M. (Hrsg.) Handbuch zur Denkmalpflegeforschung. Pilotprojekt Fachwerkkirche Eichelsachsen; Ernst und Sohn, Berlin, S. 67–82.
- UNGER, W.; REICHMUTH, CH.; UNGER, A.; DETMERS, H.-B. (1992): Zur Bekämpfung des Echten Hausschwamms in Kulturgütern mit Brommethan. In: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung 6 (2), S. 244–259.
- WÖLDECKE, K. (1998): Die Großpilze Niedersachsens und Bremens. Hrsg: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim, 538 S.
- YAGUE, E.; MEHAK-ZUNIC, M.; MORGAN, L.; WOOD, D. A.; THURSTON, C. F. (1997): Expression of Cel2 and Cel4, two proteins from *Agaricus bisporus* with similarity to fungal cellobiohydrolase I and β-manganese, respectively, is regulated by the carbon source. Microbiology 143, S. 239–244.



Huckfeldt, Tobias

Dr. rer. nat. Dipl.-Biol.

- seit 1999: Sachverständiger und Fachautor mit den Schwerpunkten Bestimmung und Bewertung von Schäden durch Fäulepilze an Bauwerken sowie Forschung zu Fäulepilzen und Holzschäden an Konstruktionen.
- seit 2012: Gesellschafter am Institut für Holzqualität und Holzschäden in Hamburg
- 2006–2011: Arbeit als Herausgeber an den zwei Bänden „Holzfenster“ im Verlag: Rudolf Müller, Köln; zusammen mit den Herren Arnold und Wenk
- 2009–2012: Arbeit als Herausgeber an dem Buch „Holzspielplätze“ im Beuth Verlag zusammen mit Herrn Dr. Rehbein.
- 2010–2015: Arbeit an der 2. Auflage von „Hausfäule- und Bauholzpilze“ (HUCKFELDT/SCHMIDT 2015) im Verlag: Rudolf Müller, Köln.
- bis 2020: Rund sechzig Aufsätze bzw. Beiträge in Fachzeitungen/ Büchern: vom Bunten Nagekäfer und seiner Biologie bis zur Wasser-Aufbereitungsanlage im Hamburger Hafen und ihren Fäulepilzen

(Details siehe Publikationsliste auf www.ifholz.de).

Feuchteschäden an Holzfenstern – Spurenlesen, Untersuchungsmethoden, Technik

Dirk Lukowsky

Kurzfassung

Feuchte von außen (Regen/Schnee) oder Feuchte von innen (Tauwasser) können zu Schäden an Holzfenstern führen, wobei in vielen Fällen unzureichend verklebte Eckverbindungen ursächlich oder mitursächlich sind. Schäden lassen sich anhand ihrer charakteristischen Spuren und ihrer Lage den verschiedenen möglichen Schadensursachen zuordnen. Vorbeugender chemischer Holzschutz kann nur bei Einzelteilbehandlung wirksam sein. Durch Flügelabdeckungen lassen sich die Renovierungsintervalle wesentlich verlängern. Schäden durch Diffusion von Feuchte durch das Holz von innen nach außen kommen anders als oft vermutet annähernd nie vor.

1 Einleitung

Jährlich werden in Deutschland etwa 1,5 Millionen Holzfenster eingebaut. Gegen Feuchte sind Holzfenster prinzipiell empfindlich: Holz quillt oder schwindet bei Feuchtwechseln und Pilze können Holz zerstören. Bei einer Durchfeuchtung werden zudem die deklarierten Eigenschaften (CE) bezüglich der Wärmedämmung nicht mehr erfüllt. Holzfenster müssen daher durch eine Beschichtung vor Wasseraufnahme geschützt werden. Durch geeignete Planung, gute Holzauswahl, sorgfältige Verarbeitung, sachgerechten Einbau und angemessene Pflegemaßnahmen lassen sich dauerhaft schadensfreie Holzfenster herstellen. Wenn es doch zu Schäden kommt, sollten die tatsächlichen Ursachen so genau wie möglich festgestellt werden. In manchen Fällen kann dies bereits durch Augenschein erfolgen. In vielen Fällen ist jedoch eine Materialuntersuchung notwendig, dies betrifft besonders die Verklebung der Eckverbindungen sowie die Ausführung der Beschichtung.

Gründliche Schadensanalysen zeichnen sich auch dadurch aus, dass nicht der erste greifbare Schwachpunkt sofort als alleinige Ursache benannt wird. Viele Schäden entstehen erst durch das Zusammenwirken verschiedener Faktoren: Nur weil eine sehr hohe Baufeuchte über längere Zeit vorhanden war, heißt dies nicht, dass dies die entscheidende Ursache für Schäden ist. Und nur weil die Dicke der Beschichtung unter oder überschritten wird, muss dies nicht zu dem Schaden beigetragen haben. Blättert die Farbe an einem Fenster ab und wird gleichzeitig festgestellt, dass statt der geforderten 100 µm (0,1 mm) einer deckenden Beschichtung nur 80 µm aufgebracht wurden, wird oft nicht mehr weiter untersucht, da die Abweichung von der Anforderung offensichtlich ist. Tatsächlich ist die Unterschreitung der Schichtdicke aber nur ein Sachverhalt, der zwar evtl. juristische und technische Konsequenzen haben kann, jedoch allenfalls als eine mögliche Ursache unter Vielen für den Befund „abblätternde

Farbe“ in Betracht kommt. Wichtigstes Werkzeug zum Beurteilen von Schadensursachen ist die Verteilung der Schäden: außen/innen, oben/unten, lokal/global, diffus/scharf abgegrenzt, folgt/folgt nicht den Holzstrukturen, Himmelsrichtung, Stockwerk.

2 Eckverbindungen

An den gezapften oder gedübelten Eckverbindungen treffen Längsholz und Querholz zusammen. Die Klebverbindung der Fensterecken muss daher zwei Hölzer mit stark unterschiedlicher Quellung und Schwindung dauerhaft verbinden und abdichten. Eine wichtige Anforderung an Holzfenster ist eine dauerhaft dicht geschlossene und kapillarfugenfreie Ausführung der Rahmenverbindungen und der Anschlüsse. In der Praxis wird annähernd immer ausreichend Klebstoff für eine dauerhafte mechanische Verbindung angegeben. Häufig wird jedoch die Wirkung des Klebstoffs als Dichtstoff zu wenig berücksichtigt. Auch wenn der Klebstoff nur im äußeren Millimeter der Eckverbindung fehlt, kann Wasser eindringen und Folgeschäden sind zu erwarten.

Sowohl bei Schäden an der Außenseite von Fenstern als auch bei Schäden an der Innenseite ist eine nicht vollflächige Abdichtung der Eckverbindungen durch Klebstoff einer der wichtigsten Einflussfaktoren.

Klebstoff an den Eckverbindungen von Fenstern wird nach wie vor überwiegen manuell aufgetragen (Abb. 1). Um sich die Arbeit des Entfernen von aus der Fuge gedrücktem Klebstoff zu ersparen, kommt es immer wieder vor, dass an den tatsächlich entscheidenden Stellen kein Klebstoff aufgetragen wird.



Abb. 1: Nur wenn beim Verpressen Klebstoff aus der Fuge dringt (siehe linkes Bild), kann von einer ordnungsgemäßen Verklebung ausgegangen werden. Besonders bei später lasierend behandelten Fenstern muss der Klebstoff äußerst sorgfältig abgewischt werden.

Ob eine vollflächige Verklebung gegeben ist, kann nur durch zerstörende Prüfungen ermittelt werden (Abb. 2). Idealerweise werden die Eckverbindungen dafür aufgeschnitten und untersucht. Die Verklebung kann auch zerstörungsarm anhand von Bohrkernen geprüft werden (Abb. 3).



Abb. 2: Querschnitt der Brüstungsfuge einer Eckverbindung. Der mit Lugolscher Lösung braun gefärbte Klebstoff (Pfeile) fehlt im äußeren Teil der Fuge.



Abb. 3: Bohrkernentnahme an einer Eckverbindung. Die weiße Beschichtung ist einige Millimeter in die Fuge eingedrungen. Der Nachweis mit Lugolscher Lösung ist negativ. Im Brüstungsbereich ist kein Klebstoff vorhanden.

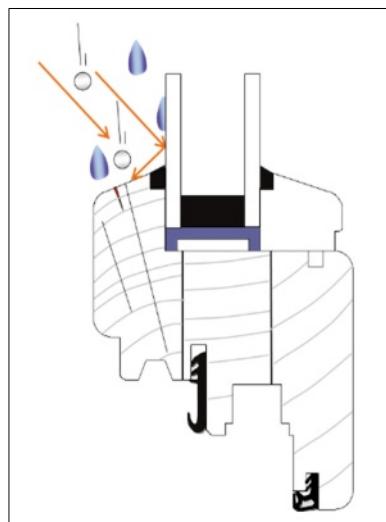
Zum Verkleben von Eckverbindungen werden üblicherweise Klebstoffe auf der Basis von Polyvinylacetat (PVAc) verwendet. PVAc lässt sich durch Lugolsche Lösung (Iod/Kaliumiodid) oder Iod-Tinktur aus der Apotheke anhand einer typischen rot-braunen Färbung nachweisen (Povidon-Iod funktioniert nicht).

3 Schäden durch Feuchte von außen

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, entstehen Feuchteschäden auf der Außenseite von Fenstern durch Bewitterung. Mit großem Abstand am stärksten bewittert werden die unteren waagerechten Rahmenhölzer (Abb. 5). Dies ist üblicherweise auch deutlich am Ausmaß der Schäden erkennbar. Die Belastung an den unteren waagerechten Rahmenhölzern ist oft eine Kombination aus Regen, Hagel, Sonne (UV-Strahlung) und ggf. Schnee. Durch Flügelabdeckungen aus Aluminium können diese kritischen Zonen von Holzfenstern geschützt werden. Die Renovierungsintervalle verlängern sich durch diese einfache Maßnahme erheblich.



Abb. 4: Typische Hagelspuren.



Wasser sowohl durch normale Beregnung als auch durch von der Scheibe herunterlaufendes Wasser.

Der Winkel der Ablaufschänge (meist 15°) ist optimal für hohe UV-Belastung, hinzu kommt die UV-Reflektion der Scheibe.

Hagelschlag ist besonders auf weichen Hölzern problematisch.

Bei der für Fenster prinzipiell optimalen Lage der Jahresringe (stehend) weist die Ablaufschänge eine besonders ungünstige Jahrringlage auf (liegend).

Abb. 5: Schema der besonderen Witterungsbelastung durch Regen, Hagel und UV-Strahlung sowie des Einflusses der Jahrringlage.

3.1 Fäulnis

Das Kernholz – und nur das Kernholz! – von vielen Holzarten ist auch für stark bewitterte Fenster ausreichend dauerhaft gegen holzzerstörende Pilze (siehe DIN 68800-1:2011 Anhang E). Viele Fenster in Deutschland werden jedoch auch aus dem nicht gegen Pilze dauerhaften Splintholz (besonders bei Kiefer) gefertigt. Solche Fenster müssen entweder einen vorbeugenden chemischen Holzschutz erhalten oder sie sollten nur in geschützten Einbausituationen verwendet werden (DIN 68800-1:2011 Anhang E). Gleichzeitig ist jedoch zu beachten, dass Pilze nur angreifen können, wenn das Holz lokal über mehrere Wochen bis Monate sehr nass ist (mindestens 30% Holzfeuchte). Derartige Feuchten führen gleichzeitig zu einer deutlich verringerten Wärmedämmung (nasses Holz dämmt wenig). Es ist demnach grundsätzlich nicht tolerierbar, dass Bedingungen auftreten, bei denen eine erhöhte Dauerhaftigkeit notwendig ist.



Abb. 6: Obwohl äußerlich fast intakt erscheinend, ist dieser Pfosten stark verfault.

Da Fäulnis fast immer in Eckverbindungen beginnt und die Verklebung nicht immer angemessen ausgeführt wird, sollte ein vorbeugender chemischer Holzschutz die Eckverbindung schützen – erstaunlicherweise ist das jedoch nur bei vielleicht der Hälfte der Holzfenster der Fall. Die Eckverbindung wird nur durch das Holzschutzmittel erfasst, wenn die einzelnen Rahmenteile imprägniert werden. Wenn dagegen bereits verklebte Rahmen imprägniert werden, bleibt die Eckverbindung ohne vorbeugenden chemischen Schutz. Obwohl die DIN 68800-3:2012 im nicht-normativen Anhang C.5 die Einzelteifertigung als einzige sinnvolle Methode beschreibt, werden nach wie vor viele Fenster so imprägniert, dass ein Schutz vor Fäulnis nicht gegeben ist.

4 Schäden durch Feuchte von Innen

Schäden während der Bauphase sind relativ häufig. Wenn Putz- und Estricharbeiten durchgeführt werden, die Heizung läuft, aber zur Vermeidung von Durchzug und Auskühlung die Fenster geschlossen bleiben, beträgt die relative Luftfeuchte im Innenraum oft 85 % und mehr. Die Fenster sind in diesem Moment der kälteste Punkt eines Gebäudes und sie sind durch kondensierende Feuchtigkeit auf mehrfache Weise stark belastet. Vergleichbare Schäden können auch im normalen Gebrauch auftreten, z. B. durch Undichtigkeiten, durch die feuchte warme Luft aus dem Inneren in den Falzraum oder an die Außenflächen gelangt.

4.1 Tauwasser innen

Tauwasser an den Glasflächen innen ist eigentlich relativ unkritisch. Zwar können sich kleine Pfützen auf dem unteren Rahmenholz oder der Fensterbank bilden, diese trocknen aber in der Regel schnell wieder ab. Erst bei einem länger andauernden intensiven Tauwassermanfall, z. B. auf Winterbaustellen, können sich Quellungen, Verfärbungen und ggf. Schimmel zeigen. Ganz anders stellt sich die Situation dar, wenn das Tauwasser nicht nach unten abtropft, sondern in die Eckverbindung eindringt. Ebenso wie auf der Außenseite der Fenster kommt es hier auf die vollflächige Verklebung der Eckverbindungen an – ebenso wie bei den Außenseiten ist dabei nicht die Klebewirkung entscheidend, sondern die Abdichtung der Kapillarfuge. Starke Quellungen der Eckverbindungen, Lackrisse über dem Stoß der Eckverbindungen und Verfärbungen sind die Folge von nicht vollständig durch Klebstoff abgedichtete Eckverbindungen bei Winterbaubedingungen. Je nach Ausmaß der Schäden kann nach der Rücktrocknung eine malermäßige Überarbeitung zur Beseitigung der Schäden ausreichend sein. Typisch für diese Schadensursache ist, dass die Schäden nur innen und nur an den unteren Stößen der Flügel auftreten. Wenn die Breite der Rahmenhölzer über die Höhe dokumentiert wird, zeigt sich dies deutlich anhand der nach oben hin abnehmenden Breite.



Abb. 7: Gequollene Eckverbindung.

4.2 Tauwasseranfall außen

Über die üblicherweise nicht luftdichten Glasleisten und die nach außen führende Glasfalzbelüftung oder ungünstige Belüftungssysteme kann feuchte Luft in das Innere des Fensterflügels eindringen. Typischerweise treten in diesem Fall die Schäden (Ablösungen, Risse, Verfärbungen) auch – oder ausschließlich – an den oberen Ecken des Fensterflügels auf. Der Druckunterschied zwischen Boden und Decke (anschaulich in Abb. 8 dargestellt) führt dazu, dass im Schwellenbereich trockene, kalte Luft von außen nach innen einströmt – dies führt nicht zur Auffeuchtung. An der Oberkante der Fenster herrscht dagegen ein leichter Überdruck und feucht warme Luft kann nach außen strömen und im Fenster oder außen am Fenster kondensieren. Da der Druck nicht nur im Raum, sondern über die gesamte Höhe eines Hauses ansteigt, sind erfahrungsgemäß Fenster in den oberen Stockwerken von mehrgeschossigen Häusern besonders betroffen – und die Schäden können dann sowohl unten als auch oben am Fenster auftreten.

Glasleisten werden meist im Silikonfalte unsichtbar geklammert. Wenn die Glasleisten nicht dicht am Glasfalte anliegen, können größere Mengen warmer Raumluft an den kalten Glasrand gelangen (Abb. 9). Diese Luft muss nach derzeitigem Stand der Regelwerke kontrolliert nach außen abgeführt werden. Üblicherweise werden beim Fräsen der Eckverbindungen Schlitze erzeugt, damit die Luft vor der äußeren Dichtung austreten kann. Ob die Glasfalzbelüftung heutzutage noch ihre Berechtigung hat, ist umstritten. Unter ungünstigen Umständen kann diese Öffnung zu einer relativ ungehinderten Luftströmung durch das Innere des Fensters führen. In ansonsten luftdichten Gebäuden ist dies dann die einzige Baukörperöffnung, durch die planmäßig Luft strömt und Druckunterschiede ausgleicht. Bei überfälzten Glasleisten bleibt diese Öffnung unsichtbar, kann aber zu einer erheblichen Durchfeuchtung der Fenster führen – insbesondere in den oberen Etagen von mehrgeschossigen Wohneinheiten.

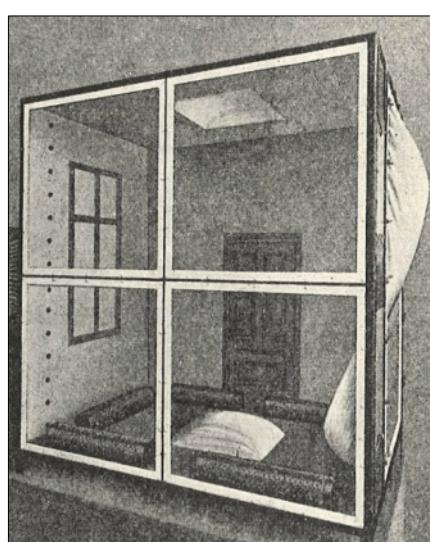


Abb. 8: Experimentelles Modell zur Darstellung der Druckverhältnisse in einem beheizten Raum. Aus Weyl, Th. (1912): Handbuch der Hygiene. Band 4-Bau- und Wohnungshygiene. Zweite Auflage, IV. Band – 1. Abteilung. Leipzig: Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Aufgrund der beschriebenen Problematik kann inzwischen eine Abdichtung der Glasleisten oder eine Abdichtung zwischen Glasrand und Flügel unterhalb der Glasleisten annähernd als allgemein anerkannte Regel der Technik angesehen werden.

Zweiflügelige Fenster zeigen eine besondere Problematik hinsichtlich der Luftdichtigkeit: Am Stoß der beiden Flügel wechselt die Fälzung eines Flügels die Richtung. Dabei entstehen Löcher, deren Abdichtung besonderer Aufmerksamkeit bedarf.

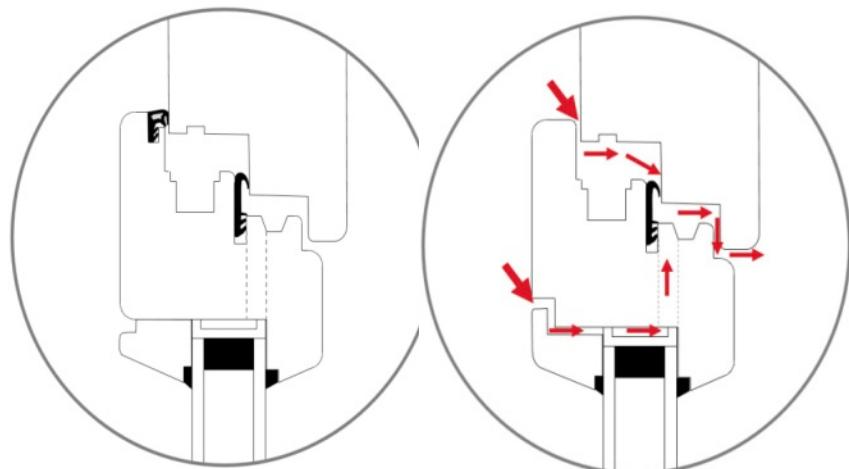


Abb. 9: Schema Flügel/Blendrahmen. Links: Mit Überschlagsdichtung und dichter Glasleiste. Rechts: ohne Überschlagsdichtung und überfälzter, undichter Glasleiste – warme Luft kann nach außen strömen und dort kondensieren.

4.3 Diffusion

Diffusion aus dem Inneren des Gebäudes durch das Holz wird oft überschätzt. Gegenüber der Befeuchtung durch von der Scheibe herablaufendes Tauwasser und dem Transport feuchter Luft direkt in das Innere der Konstruktion scheint Diffusion fast nie die zentrale Ursache für Feuchteschäden an Fenstern zu sein. Auch die Forderung, dass die Beschichtung auf der Fensterinnenseite zur Vermeidung von Diffusionsschäden mindestens so dick sein muss wie an der Fensteraußenseite, wird in der Praxis nicht bestätigt. Dass Diffusion dennoch häufig als Schadensursache vermutet wird, liegt auch an dem oft fehlerhaften Verständnis des Begriffs „Dampfdruck“. Dampfdruck im bauphysikalischen Sinne ist kein Absolutdruckunterschied, der einen Volumenstrom zur Folge haben könnte. Dampfdruck ist lediglich ein Partialdruck. Eine Dampfdruckdifferenz ist daher nur ein Feuchteunterschied, der sich zwar aufgrund statistischer Verteilungsvorgänge ausgleichen kann – der aber nicht zu einem Volumenstrom oder einem Absolutdruckunterschied führt. Warme Luft ist leichter als kalte Luft und feuchte Luft ist leichter als trockene Luft. Wäre die Diffusion von Feuchte aus feuchten Innenräumen durch das Holz hindurch an die Außenseite eine nennenswerte Schadensursache, wären daher Schäden oben am Fenster zu erwarten. Dies ist jedoch – außer bei Undichtigkeiten – annähernd nie der Fall.

Quellen/Literatur

Bundesausschuss für Farbe und Sachwertschutz (BFS): Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich. BFS Merkblatt 18, Frankfurt/Main 2006 (Neufassung ist derzeit in Arbeit).

Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren 2014: ISBN: 978-3-00-045381-6.

LUKOWSKY, D. 2013: Schadensanalyse Holz- Holzwerkstoffe. IRB-Verlag. ISBN: 978-3816786306.

Merkblätter des Verband Fenster und Fassaden VFF.



Lukowsky, Dirk
Dr.

Tischlermeister und Diplom-Holzwirt

1991: Studium der Holzwirtschaft an der Universität Hamburg mit Abschluss als Diplom-Holzwirt

1999: Dissertation über den Holzschutz mit Melaminharzen

seit 1999: Fraunhofer Institut für Holzforschung (WKI), Leiter Bereich Schadensanalysen

Autor des Buches „Schadensanalyse Holz und Holzwerkstoffe (ISBN: 978-3816786306)“ sowie zahlreicher Fachveröffentlichungen

DIN 68800-2 – Alles beim Alten oder doch Neuigkeiten?

Daniel Kehl

Kurzfassung

Die Normenreihe der DIN 68800 steckt gerade in der Erneuerungsphase. Teil 1 ist gerade neu und Teil 2 im Entwurf erschienen. Es ist folglich mit Verbesserungen, Anpassungen und Präzisierung zu rechnen. Der Autor hat sich für Sie mit dem Entwurf von Teil 2 auseinandersetzt und einige Anpassungen herausgearbeitet. Er beleuchtet den Entwurf kritisch-konstruktiv und zollt gleichzeitig dem Ausschuss Respekt, der sicher in zahlreichen Sitzungen diesen Entwurf erarbeitet hat. Es sei betont, dass dies eine Diskussion in der Fachöffentlichkeit anregen und ein Austausch von Argumenten hervorbringen soll.

1 Einleitung

Die DIN 68800-2 ist im September im Entwurf erschienen und die Einspruchfrist endete am 11.11.2020 [E DIN 68800-2: 2020]. Daher sei dem Autor folgender Hinweis gestattet: Bei der Zusage zu diesem Beitrag hat er damit gerechnet, dass der Entwurf bereits diskutiert und die Endfassung fertig ist. Wie so oft hat der Prozess länger gedauert als gedacht. Nun kommt dieser Beitrag genau zwischen dem Ende der Einspruchfrist und Einspruchssitzung, so dass sich noch einiges ändern kann.

Ergänzung Mai 2021: Mittlerweile sind die Einsprüche zum Entwurf in fünf (!) Online-Sitzungen behandelt worden. Allein daran kann man erkennen, wie intensiv diskutiert und um Formulierungen gerungen wurde. Die Norm ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht erschienen. Der Vortrag wird folglich diesen Beitrag ergänzen und Ihnen zeigen, was aus den folgenden Aspekten geworden ist.

Prinzipiell ist zu sagen, dass sich die Holzschutznorm aus Teil 1 und 2 und deren Struktur bewährt hat. Trotzdem gibt es immer wieder Dinge, die an die Praxis angepasst und präzisiert werden müssen. Da die Holzschutznorm bereits 2011 / 2012 grundlegend überarbeitet wurde, ist folglich zu erwarten, dass sich die Anpassungen und Präzisierungen in Grenzen halten.

2 Bewährtes Prinzip DIN 68800-1 und -2

Das grundlegende Prinzip der Norm hat sich bewährt. Teil 1 [DIN 68800-1: 2019] der vierteiligen Normenreihe dient dazu, das Holz in eine entsprechende Gebrauchsklasse (GK) (früher: Gefährdungsklasse) einzusortieren. Dort werden zudem klare Ziele an den Holzschutz formuliert. Es sollte mit den sogenannten „grundlegenden baulichen Maßnahmen“, die immer angewendet werden müssen und den „besonderen baulichen Maßnahmen“ eine möglichst niedrige Gebrauchsklasse erreicht werden. Denn wie schreibt die Norm: „*Durch bauliche Maßnahmen nach DIN 68800-2 kann die Einstufung eines Bauteils in eine niedrigere Gebrauchsklasse erfolgen.*“ [DIN 68800-1: 2019] Das Wort „kann“ (unverbindlich) wird aber zu einem „sollte“ (Richtlinie – anratend/empfehlend), weil ebenfalls in der Norm steht: „*Ausführungen mit besonderen baulichen Maßnahmen nach DIN 68800-2 sollten gegenüber Ausführungen bevorzugt werden, bei denen vorbeugende Schutzmaßnahmen mit Holzschutzmitteln nach DIN 68800-3 erforderlich sind.*“ [DIN 68800-1: 2019] Verstärkt wird das Ganze noch durch: „*Wird bei tragenden Holzbauteilen der Schutzerfolg alleine (Unterstreichung durch den Autor) durch bauliche Maßnahmen nach DIN 68800-2 und den natürlichen Dauerhaftigkeit nach 6.8 der hierfür vorgesehenen Holzarten nicht sichergestellt, so sind zusätzlich vorbeugende Holzschutzmaßnahmen mit Holzschutzmitteln nach DIN 68800-3 vorzunehmen.*“ [DIN 68800-1: 2019] Das Ziel ist folglich eindeutig formuliert: Der baulich-konstruktive Holzschutz ist stets dem chemischen Holzschutz vorzuziehen.

Es findet also keine einmalige Eingruppierung in eine Klasse, sondern ein mehrstufiger Prozess statt. Dies klingt für alle, die diesen Prozess verinnerlicht haben, normal, da im Kopf die konstruktiven Schutzmaßnahmen bereits verankert sind. Für Planende, die nicht ständig mit Holz sowie Holz- und Feuchteschutz zu tun haben, ist dies zumindest gewöhnungsbedürftig. Im ersten Schritt kann man also ein Holzbauteil einer GK einsortieren. Ist diese zunächst in eine hohe GK eingestuft, leitet sich aus der Norm die Verpflichtung an den Planenden ab, dass bauliche Maßnahmen anzuwenden sind, um das betrachtete Bauteil in eine niedrigere Gebrauchsklasse (möglichst GK 0) zu bringen.

3 Präzisierung in DIN 68800-1 wünschenswert

In der DIN 68800-1 (sowohl in der alten als auch neuen Fassung) gibt es aus Sicht des Autors eine Ungereimtheit in der Gebrauchsklasse 3. Die Klasse 3 wird auf Grund der europäischen Normung in 3.1 und 3.2 unterteilt.

GK	Holzfeuchte / Exposition	Allgemeine Gebrauchsbedingungen	Insekten	Pilze	Moderfälle	Moorwasser	Auswaschbeanspruchung
1	2	3	4	5	6	7	8
...							
3	3.1	Gelegentlich feucht (> 20 %) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten	Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, mit Bewitterung, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, ist aufgrund von rascher Rücktrocknung nicht zu erwarten	Ja	Ja	Nein	Nein
	3.2	Häufig feucht (> 20 %) Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten	Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, mit Bewitterung, aber ohne ständigen Erd- oder Wasserkontakt, Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten	Ja	Ja	Nein	Nein

Tab. 1: Auszug aus der DIN 68800-2: Zwischen Klasse 3.1 und 3.2 gibt es einen gravierenden Unterschied in der Formulierung der Gebrauchsbedingungen aber nicht in der Eingruppierung der Gefährdung durch Pilze. In 3.1 sieht der Autor keine Gefährdung durch Pilze, da das Holz rasch Rücktrocknen kann.

In Klasse 3.1 ist eindeutig formuliert, dass die Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, aufgrund der raschen Rücktrocknung nicht zu erwarten ist. Warum ein solches Bauteil dann genauso durch Pilze gefährdet ist, wie ein Bauteil in Klasse 3.2, ist unverständlich und führt immer wieder zu Missverständnissen. Gerne wird für die Klasse 3.1 als Beispiel eine frei bewitterte Stütze herangezogen. Bei korrekter Konstruktion ist sie aus Sicht des Autors nicht durch Pilze gefährdet. Man muss von einer richtigen Konstruktion ausgehen, da ansonsten die Bedingung für die Klasse 3.1 eben nicht erfüllt ist. Hier wäre eine Präzisierung (zumindest in einer Fußnote) der Gebrauchsklasse 3.1 von Nöten gewesen, in der vermerkt ist, dass eine Gefährdung bei fachgerechter Bauweise zumindest minimiert ist. Da dies nicht mehr in die Norm einfließen kann, wünscht sich der Autor einen Abschnitt im Kommentar.

4 Entwurf DIN 68800-2 – Licht und Schatten

Viele Planende haben nun acht Jahre mit der DIN 68800-2 gearbeitet und auch hier ihre Erfahrungen gesammelt. In diesen Jahren haben sie festgestellt, an welchen Stellen Anpassungsbedarf entsteht und wo sich etwas bewährt hat. Die folgenden Abschnitte greifen einzelne Punkte aus der Norm auf.

4.1 Die Trocknungsreserve hat sich bewährt, aber ...

Der Holzschutz ist immer mit dem Feuchteschutz und damit mit der Bauphysik verbunden. Die holzbauaffinen Bauphysiker und bauphysikaffinen Holzbauer haben es bereits früh formuliert [Künzel 1999] [RBL 2009] [Schulze 2005]: Holzbauteile müssen planmäßig ausreichend Trocknungspotential aufweisen. Hohe Feuchte im Bauteil, die dort lange Zeit verbringt, führt fast unweigerlich zum Schaden. Daher hat die Holzschutznorm 2012 eine Vorreiterrolle bei der vereinfachten Diffusionsbilanz nach DIN 4108-3 (früher Glaser; heute Periodenbilanzverfahren) eingenommen und gefordert, dass im Sommer 100 g/m² bzw. 250 g/m² mehr austrocknen muss als im Winter Tauwasser entsteht. Diese so bezeichnete Trocknungsreserve dient dazu, Feuchteintritt durch Restleckagen in der luftdichten Gebäudehülle zu kompensieren. Denn das Wort „luftdicht“ bedeutet nicht, was man landläufig meinen könnte, dass das Bauteil perfekt dicht ist. Die DIN 4108-7 definiert Luftdichtheit: „Eigenschaft eines Baustoffes, eines Bauteils oder der Hülle eines Gebäudes, nicht oder nur in geringem Maße mit Luft durchströmt wird.“ [DIN 4108-7: 2011-01] Es ist also mit einer gewissen Imperfektion zu rechnen. Diese Erkenntnis und damit die Trocknungsreserve ist sechs Jahre später auch in der [DIN 4108-3: 2018] „eindiffundiert“. Schlussendlich wird damit vermieden, dass zu diffusionshemmende Bauteilaufbauten entstehen.

Ein Fehler besteht aber immer noch im Passus zur Trocknungsreserve. Es müsste wie folgt richtig heißen: (Die Änderungsvorschläge sind hervorgehoben): „Für beidseitig geschlossene Bauteile der Gebäudehülle ist bei der Berechnung mit dem Periodenbilanzverfahren zur Berücksichtigung eines konvektiven Feuchteintrags und von Anfangsfeuchten eine zusätzliche rechnerische Trocknungsreserve $\geq 250 \text{ g}/(\text{m}^2\text{a})$ bei Dächern und Decken zu unbeheizten Dachgeschossen und $\geq 100 \text{ g}/(\text{m}^2\text{a})$ bei Wänden und Decken nachzuweisen.“ Die Trocknungsreserve ist in Ihrem Ursprung für konvektive Lufteinträge bestimmt gewesen [IBP 1999]. Zum einen kann die Anfangsfeuchte viel höhere Feuchten mit sich bringen und das Bauteil überfordern. Zum anderen sind die oberen Geschossdecken genauso gefährdet wie die Dächer. Die Trocknungsreserve muss folglich genauso hoch sein.

4.2 Diffusionsoffene Bauteile sollten bevorzugt werden

Neben der oben erwähnten Trocknungsreserve hat sich ebenfalls etabliert, in den sogenannten „Bauteilen ohne rechnerischen Nachweis“ den äußeren $s_{d,e}$ -Wert zu begrenzen, damit genau wie bei der Trocknungsreserve eine ausreichendes Trocknungspotential vorhanden bleibt. 2012 war die Zeile 3 (siehe Tabelle 2) noch dem Holztafelbau vorerthalten, obwohl sie teils auch für den handwerklichen Holzbau galt. Im Entwurf 2020 wurde dies nun positiv angepasst. Der sehr gute Nebeneffekt: Es

findet eine Angleichung zur [DIN 4108-3: 2018] statt – Zeile 1–3 sind nun in beiden Normen identisch.

Zeile	DIN 68800-2: 2012		Entwurf DIN 68800-2: 2020	
	s _d -Wert außen (s _{d,e})	s _d -Wert innen (s _{d,i})	s _d -Wert außen (s _{d,e})	s _d -Wert innen (s _{d,i})
1	≤ 0,1 m	≥ 1,0 m	≤ 0,1 m	≥ 1,0 m
2	≤ 0,3 m	≥ 2,0 m	≤ 0,3 m	≥ 2,0 m
3	2,0 m ≤ s _d ≤ 4,0 m ^a	6 x s _d außen ^a	0,3 m ≤ s _d ≤ 2,0 m	6 x s _d außen
4			2,0 m ≤ s _d ≤ 4,0 m ^a	6 x s _d außen ^a

^a Nur bei werkseitiger Vorfertigung nach Holztafelbaurichtlinie

Tab. 2: Es gibt eine leichte Änderung bei den „Bauteilen ohne rechnerischen Nachweis“. Die frühere Zeile 3 wurde in die Zeile 3 und 4 gesplittet. Nun entspricht Zeile 1–3 der DIN 4108-3: 2018. Die neue Zeile 4 ist nun dem Holztafelbau vorenthalten. Dies könnte man noch verbessern, indem man die Fußnote a) ergänzt: „... bzw. bei einer geprüften Luftdichtheit (inkl. Leckageortung) von $q_{50} \leq 1,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.“

Bei diesem Thema wäre es einzig wünschenswert, wenn zu Beginn der Norm ein Satz in die Norm aufgenommen wird, der bereits ähnlich im Entwurf der DIN 68800 vor 8 Jahren enthalten war: „Es sollten diffusionsoffene Bauteile bevorzugt werden.“ Bei erhöhter Holzfeuchte oder unplanmäßiger Feuchte hat es sich bewährt, wenn der Bau teilquerschnitt diffusionsoffen aufgebaut ist. Die Formulierung schließt diffusionsdichtere Bauweisen nicht aus, sondern gibt indirekt den Hinweis, dass verstärkt auf die Austrocknung geachtet werden muss. Eine legitime Forderung.

4.3 Detail A22 (ehemals A23) spielt immer noch eine Sonderrolle

Die obigen Abschnitte zeigen das Ziel: robuste und tolerante Bauteile. Da passt es sogar nicht ins Bild der Norm, dass es das einschalige und beidseitig diffusionshemmende Flachdach (Anhang A22 – ehemals A23) wieder in die Norm geschafft hat. Dieser Dicht-Dicht Aufbau spielt eine außergewöhnliche Sonderrolle. Um ihn ist schon vor 8 Jahren ein Streit entbrannt. Daher ist er bis heute der einzige Aufbau in Anhang A, der einen separaten feuchtetechnischen Nachweis benötigt.

Es ist verwunderlich, dass sich dieser Aufbau so lange in der Norm hält, da bereits 1991 (!) vor ihm gewarnt wurde: „Der Querschnitt ist zwar im Sinne der DIN 4108 Teil 3 rechnerisch einwandfrei, jedoch für die Praxis nicht zu empfehlen. Mit der beidseitigen, weitgehend dampfdichten Absperrung des Querschnitts durch Dachabdichtung und Dampfsperre können die eingeschlossenen Holzbauteile bei auftretenden Undichtigkeiten in der Dachhaut in hohem Maße feuchtegefährdet sein.“ [IFO Holzschutz 1991]

Auch sechs Jahre später ist die Aussage unmissverständlich: „Solche Konstruktionen haben sich in der Vergangenheit als schadensträchtig erwiesen, da der chemische Holzschutz bei solchen Bauteilquerschnitten bei ungewollt auftretender Feuchte nicht in der Lage ist, allgemeine Bauschäden zu verhindern. Deshalb sollten sie nur in Ausnahmefällen angewandt werden.“ [IFO Holzschutz 1997] Und wie schrieb Prof. Oswald 2009 zu einem solchen Flachdachaufbau im Rahmen eines Schadensfalls:

„Die hier realisierte Schichtenfolge eines unbelüfteten Daches mit dampfdichter oberer Abdichtung und ebenfalls dampfdichter unterseitiger Dampfsperre entsprach zum Zeitpunkt der Planung und Errichtung in wasser dampf diffusionstechnischer Hinsicht zwar den Regelwerken. Der allgemeine Kenntnisstand war allerdings für den Anwendungsfall des Holzdachs mit Zwischensparrendämmung schon wesentlich weiter fortgeschritten, so dass diese Bauweise für Holzkonstruktionen schon seit Jahren nicht mehr als anerkannte Regel der Bautechnik gelten kann.“ [Oswald 2009]

Und 2019 wird er immer noch als kritisch erachtet: „Diese Konstruktion entspricht nicht den Empfehlungen dieser Schrift zur sicheren Ausführung von Flachdächern und ist gesondert zu bewerten.“ [IFO Flachdach 2019]

Auch wenn dieser Aufbau normativ sehr stark begrenzt ist, (Herstellung nach Holztafelbaurichtlinie und max. 10 m²) entspricht er in keiner Weise der Philosophie der Norm, möglichst fehlertolerante Bauteile zu bauen.

4.4 Einem Sockeldetail fehlt die Fehlertoleranz

Genau wie beim Flachdach ist es beim Sockeldetail A13, das zwischen Unterkante Schwelle und dem außenliegenden Boden nur 5 cm Luft lässt. Der Sockel soll zusätzlich durch eine hochgezogene Abdichtung (15 cm über Geländeoberkante) geschützt werden.

Aus Sicht einiger Sachverständiger wäre es gut, wenn dieses Detail aus der Norm verschwinden würde. Dafür sprechen mehrere Gründe:

- a) Die Planung des Außengeländes liegt im Großteil aller Projekte nicht in der Hand des Holzbauplaners oder Holzbauunternehmens. Dem Landschaftsgärtner das Feld zu überlassen, ist für den Anschluss hochgradig gefährlich. Es muss allen Beteiligten klar sein: wenn der Anschluss dort Schaden nimmt, ist das gesamte Haus gefährdet.
- b) Die Abdichtung muss Jahrzehnte halten und sehr gut verarbeitet sein. Der Handwerker, der das ausführt, muss hochkonzentriert sein und perfekte Arbeit abliefern. Denn Starkregenereignisse nehmen zu und das Wasser kann auch mal anstehen. Dann läuft das Wasser und sei das Loch auch noch so klein unter den Fußboden aufbau und erreicht auch die Innenwände.
- c) Da man den Türanschluss immer mit denken/planen muss: Will die Baufamilie einen stufenlosen Eintritt (und das will sie oft), liegt die Schwelle ggf. unter dem Erdreichniveau, wenn außen angeschüttet wird. Dies kann man sicher auch konstruktiv lösen, aber das Restrisiko steigt.

Manche Architektinnen und Architekten scheint dies alles nicht zu stören. Es häufen sich im Kollegenkreis der Sachverständigen die E-Mails, in denen im Anhang der Holzbau bis ins Erdreich versenkt wird. Auch wenn man der Norm Fehlplanungen nicht zur Last legen kann, ist diese Entwicklung erschreckend.

4.5 Die Lüftung von flach geneigten Dächern wird sich ändern

Bei der Belüftung der flach geneigten Dächer (3–5° Dachneigung) hat es eine positive Entwicklung gegeben. Die Lüftungslänge wird nun in 10 m und 15 m gesplittet. Gleichzeitig hat eine Angleichung der Regelwerke stattgefunden. So werden nun bei 10 m Lüftungslänge 5 cm freie Lüftungshöhen und bei 15 m Lüftungslänge 15 cm freie Lüftungshöhe gefordert. Dies ist noch nicht ganz perfekt, kann aber sicherlich im Entwurfsprozess noch angepasst werden.

5 Zusammenfassung

Die Normenreihe der DIN 68800 steckt gerade in der Erneuerungsphase. Teil 1 ist gerade neu und Teil 2 im Entwurf erschienen. Es ist folglich mit Verbesserungen, Anpassungen und Präzisierung zu rechnen. Der Autor hat sich den Entwurf für Sie angesehen und einige Anpassungen herausgearbeitet. Wie immer gibt es Licht und Schatten. Der Autor hofft, dass im Einspruchsprozess noch das ein oder andere entsprechend angepasst wird. In der Summe bleibt trotz der Kritik zu sagen: Die Norm hat sich bewährt und befindet sich auf einem guten Weg.

Quellen/Literatur

DIN 4108 – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, Beuth Verlag, Berlin 2018.

DIN 4108 – Teil 7: Klimabedingter Feuchteschutz - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen; Beuth Verlag, Berlin 2011.

DIN 68800-1: Holzschutz: Allgemeines, Beuth-Verlag, Berlin 2019.

Entwurf DIN 68800-2: Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Beuth-Verlag, Berlin 2020.

IFO Holzschutz, Hrsg.: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung in Zusammenarbeit mit Bund Deutscher Zimmermeister im ZDB und der Arbeitsgemeinschaft Holz; holzbau handbuch Reihe 3 Bauphysik – Baulicher Holzschutz, Eigenverlag, München 1991.

IFO Holzschutz, Hrsg. Holzabsatzfonds: Informationsdienst Holz, holzbau handbuch Reihe 3 Teil 5 Folge 2 – Baulicher Holzschutz, Eigenverlag, Bonn 1997 (mehrfach unverändert aufgelegt).

KÜNZEL, H. M.: Dampfdiffusionsberechnung nach Glaser – quo vadis? IBP-Mitteilung, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Eigenverlag, Holzkirchen 1999.

OSWALD, R.: Fehlgeleitet – Unbelüftete Holzdächer mit Dachabdichtungen, Beitrag in der Zeitschrift „db – deutsche bauzeitung“, Ausgabe 07-2009, Konradin Medien GmbH, Leinfelden-Echterdingen 2009.

BORSCH-LAAKS, R.: Die Diffusionsbilanz – Auf die Reserve kommt es an, Beitrag in der Zeitschrift Holzbau die neue quadriga; Ausgabe 1-2009, Kastner Verlag, Wolnzach 2009.

SCHULZE, H.: Holzbau, Teubner Verlag, Wiesbaden 2005.



Kehl, Daniel
Dipl.-Ing. (FH)

- seit 2014: Selbständiger, 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 60 Publikationen aus den Bereichen Wärme-, Feuchte- sowie Holzschutz
- seit 2010: Leiter der WTA-Arbeitsgruppe „Hygrothermische Bemessung von Holzkonstruktionen“
-

Autorenverzeichnis

Bacher, Stefan *Dipl.-Ing. (FH)*
Prüfingenieur am ift Rosenheim

Beyerle, Thomas *Prof. Dr. rer. nat.*
Managing Director der Catella Property Valuation GmbH, Frankfurt/Main

Châteauvieux-Hellwig, Camille *M.Sc.*
Projektmitarbeiterin (FuE) an der TH Rosenheim

Dialer, Christian *Dr.-Ing.*
Ingenieurbüro für das Bauwesen, Tragwerksplanung, Instandsetzung, Gutachten und
Mediation, München

Dreger, Ingo *Dipl.-Ing. (FH)*
Geprüfter Sachverständiger für Holzschutz (EIPOS) und öbuV Sachverständiger für das
Fachgebiet Holzschutz, Kleinmachnow

Forsthuber, Boris *Dr.*
Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria, Wien

Glunz, Wolfgang *Verm. Ass. Dipl.-Ing., CIS HypZert (F), REV*
Sachverständiger für die Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken sowie CIS
HypZert (F), öffentlich bestellter Vermessungsingenieur, Ratingen

Grüll, Gerhard *Dr.*
Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria, Wien

Günther, Michael *Prof. Dr.-Ing.*
Technischer Berater, Dresden

Huckfeldt, Tobias *Dr. rer. nat. Dipl.-Biol.*
Gesellschafter am Institut für Holzqualität und Holzschäden sowie Sachverständiger und
Fachautor im Themenkreis Bestimmung und Bewertung von Schäden durch Fäulepilz an
Bauwerken, Hamburg

Kehl, Daniel *Dipl.-Ing. (FH)*
Holzbauingenieur und Sachverständiger für hygrothermische Bauphysik, Leipzig

Lukowsky, Dirk *Dr.*
Fraunhofer Institut für Holzforschung (WKI), Leiter der Bereiche Holzschutz und
Schadensanalysen, Braunschweig

Pechstein, Kathleen *Dipl.-Kffr. (FH), LL.M.*
Geschäftsführerin EIPOSCERT GmbH, Dresden

Rabold, Andreas *Prof. Dr.-Ing.*
TH Rosenheim, Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften, Fachgebiete
Bau- und Raumakustik, Bauinformatik

Rapp, Andreas O. Prof. Dr. rer. nat.

öbuv Sachverständiger für das Parkettleger-Handwerk, Gutachtenbüro und Labor für Bau-Forensik, Hannover

Rode, Peter Dipl.-Ing.

öbuv Sachverständiger für Gussasphalt, Asphalt, -straßenbau und Bauwerksabdichtung mit Asphalt und Bitumenbahnen, Siegburg

Roscher, Michael Dipl.-Finanzwirt (FH)

Sachverständiger für Immobilienbewertung sowie Sachbearbeiter in der Bundesfinanzverwaltung, Königs Wusterhausen

Schmidt, Karsten Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)

Geschäftsführer der AS Portfolio Consult GbmH, Dortmund sowie öbuv Sachverständiger für die Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken

Sprengard, Christoph Dipl.-Ing.

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München; FIW München, Abteilung Forschung und Entwicklung/Department R&D

Stelzner, Martin Dr. iur.

Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht, Kapellmann und Partner Rechtsanwälte mbB, Mönchengladbach

Truskaller, Michael Dipl.-HTL-Ing.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Holzforschung Austria, Wien

Zehnter, Stephan Dipl.-Betriebswirt (FH), MRICS

öbuv Sachverständiger für die Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken sowie Mieten und Pachten, Zorneding

INNOVATION IM HOLZVERBUND

Erhöhung der Tragfähigkeit mit Polymerverguss

Alte und geschädigte Holzbalkendecken unter fast vollständigem Erhalt der Originalsubstanz sanieren mit modifiziertem Polymerverguss in Kombination mit der Gipsfaserplatte „GIFAfloor PRESTO“

ZIELE

- Statische Ertüchtigung mit dem Polymervergussystem „Compono®“
- Schallschutz und Brandschutz mit den Gipsfaserdeckenplatten „GIFAfloor PRESTO“

VORTEILE

- Geringer Eingriff in den Bestand
- Erhalt der historischen Deckenbalkenuntersicht
- Geringe Aufbauhöhe
- Einfache Verarbeitung
- Querstöße ohne Hinterfüllung
- Höhenausgleich
- Kleine Baustelleneinrichtung

www.compono.de
www.balkendecke.de

1 Holzbalken

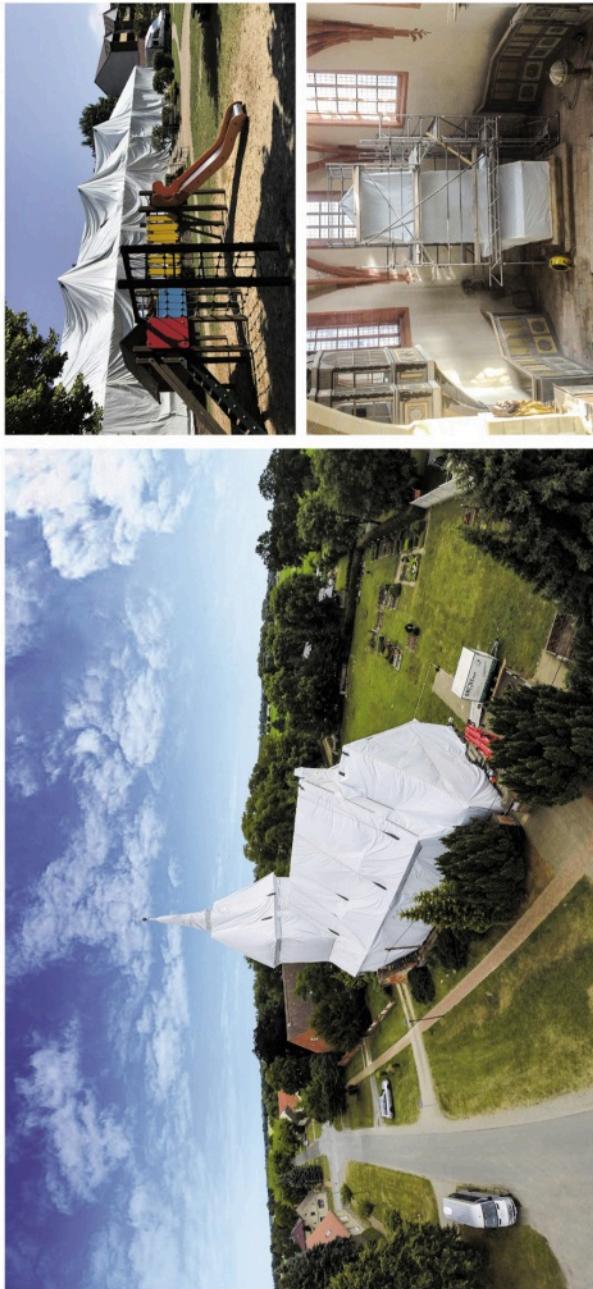
2 COMPONO®

3 schwimmendes Auflager

4 GIFAfloor PRESTO



Schonende Behandlung von historischen Objekten Präzisionsbegasung gegen holzzerstörende Insekten



GROLI
Schädlingsbekämpfung
GmbH Dresden

✉ www.groli.de
✉ info@groli.de
☎ 0351 - 454 15 48 0

Hausverbot für Pilze und Insekten

Referenzobjekt Kloster Altzella bei Dresden

Bekämpfung des gescheckten Nagekäfers mit Koratect® Ib



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

WIR MACHEN HOLZ STARK.

KORA
FILZDURST



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:

Wochenendkurs (Fr/Sa), Sonderkonditionen für Studenten:
10. September bis 6. November 2021 (Prüfung 06.11.2021)

Vollzeitkurs (Mo-Sa/Fr):
17. bis 28. Januar 2022 (Prüfung: 05.02.2022)

Weitere Informationen: www.sachkunde-holzschutz.de

Sächsischer Holzschutzverband e.V.
Zellescher Weg 24 · D-01217 Dresden
Telefon: +49 351 4662-492, Fax -479
E-Mail: info@holzschutz-sachsen.de
Internet: www.holzschutz-sachsen.de

KOMPETENZ PERSONEN ZERTIFIZIERUNG

EIPOS
CERT

EIPOSCERT ist eine unabhängige und unparteiische **Personenzertifizierungsstelle** für Sachverständige aus den Fachbereichen Schäden an Gebäuden, Immobilienbewertung und Brandschutz.

Die Zertifizierung steht als **Qualitätssiegel** für aktuelle fachliche Kompetenz und hohe persönliche Integrität eines Sachverständigen sowie eine überwachte erfolgreiche Berufsausübung.

EIPOSCERT Personenzertifizierungen erfolgen fachkompetent und transparent und sie sichern internationale Vergleichbarkeit auf der Grundlage der DIN EN ISO/IEC 17024 – bestätigt durch eine **Akkreditierung** der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS).

EIPOSCERT AKKREDITIERTE ZERTIFIZIERUNGSGEBIETE



SCHÄDEN AN GEBÄUDEN

Schäden an Gebäuden

Abdichtung – **neu!**

Trockenbaukonstruktionen – **neu!**



IMMOBILIENBEWERTUNG

Alle Immobilien
Standardimmobilien
Wohnimmobilien



BRANDSCHUTZ

Vorbeugender Brandschutz
Gebäudetechnischer Brandschutz