

Konstruktion trifft Funktion

Neue Bauweisen, neue Probleme?

56. Frankfurter Bausachverständigentag
am 1. Oktober 2021

Tagungsband



Konstruktion trifft Funktion

Neue Bauweisen, neue Probleme?

56. Frankfurter Bausachverständigentag 2021

Konstruktion trifft Funktion

Neue Bauweisen, neue Probleme?

56. Frankfurter Bausachverständigentag 2021

Tagungsband

Veranstalter:

RG-Bau im RKW Kompetenzzentrum

mit

BDB Bund Deutscher Baumeister Architekten und Ingenieure e. V.

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V.

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

IFB Institut für Bauforschung e. V.

VBD Verband der Bausachverständigen Deutschlands e. V.

VHV Versicherungen

ZDB Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V.

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print) 978-3-7388-0678-6

ISBN (E-Book) 978-3-7388-0679-3

Konstruktion trifft Funktion – Neue Bauweisen, neue Probleme?

56. Frankfurter Bausachverständigentag 2021

Tagungstermin: 1. Oktober 2021

Tagungsort: Onlinetagung

Veranstalter:

RG-Bau im RKW Kompetenzzentrum, Düsseldorf Straße 40 A, 65760 Eschborn
mit

BDB Bund Deutscher Baumeister Architekten und Ingenieure e. V., Berlin

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V., Berlin

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Stuttgart

IFB Institut für Bauforschung e. V., Hannover

VBD Verband der Bausachverständigen Deutschlands e. V., Braunschweig

VHV Versicherungen, Hannover

ZDB Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V., Berlin

Projektleiterin Bausachverständigentag

Dipl.-Ing. Christina Hoffmann, RG-Bau im RKW Kompetenzzentrum

Redaktion: Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Satz: Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Druck: DCC Kästl e. K., Ostfildern-Kemnat

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung der RG-Bau im RKW Kompetenzzentrum und des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen. Alle in diesem Werk genannten DIN-Normen sind wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafestraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2021

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 9 70 -25 00

Telefax +49 7 11 9 70 -25 08

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Coverbilder: Frank Lattke

56. Bausachverständigentag

Vorwort

Bereits zum 56. Mal wird der Frankfurter Bausachverständigentag zur Prävention von Bauschäden und zur Qualitätssicherung von der RG-Bau im RKW Kompetenzzentrum durchgeführt. Im Laufe der Zeit hat er sich zu einer anerkannten Plattform für den Informations- und Erfahrungsaustausch für Planende, Bauausführende und Bausachverständige entwickelt.

Umso wichtiger wird der Kongress mit Blick auf die Zukunftsaufgaben und Rahmenbedingungen, denen sich Gesellschaft und Bauwirtschaft gegenübersehen. Die Flutkatastrophe im Juli 2021 hat deutlich gezeigt, dass das Bauen eine Zukunftsaufgabe ist, denn in den betroffenen Gebieten müssen Gebäude und Infrastruktur komplett neu aufgebaut werden. Gleichzeitig werden klimaangepasstes Wirtschaften und die Einhaltung der Klimaziele unumgänglich sein, was sich auch auf das Bauen auswirkt.

Aus diesem Grund titelt der Kongress in diesem Jahr »Konstruktion trifft Funktion – neue Bauweisen, neue Probleme?« und fokussiert verschiedene Bauweisen, die künftig eine größere Rolle spielen werden. Beim 56. Frankfurter Bausachverständigentag stellen namhafte Expertinnen und Experten Grundlagen der Planung und Qualitätssicherung verschiedener Bauweisen vor. Anhand von Praxisbeispielen wird gezeigt, welche Problemfelder auftreten können, obwohl Anforderungen der Effizienzhausstandards eingehalten werden, und welche Planungsfehler beim Holzbau zu vermeiden sind.

Weitere Fragen, die beantwortet werden, beziehen sich auf die Einhaltung des Schallschutzes bei Holzkonstruktionen, und wie der Brandschutz bei hybriden Bauweisen mit Holz eingehalten werden kann. Ebenfalls werden Schwachpunkte begrünter Bauteile aufgezeigt, und wie diese behoben werden können. Im abschließenden Rechtsvortrag werden einzuhaltende Standards thematisiert, um Stolpersteine für Bausachverständige bei unterschiedlichen Bauweisen zu umgehen.

Die breite Themenstellung sowie die Diskussion mit den Referierenden schärft das Problembewusstsein der Teilnehmenden und fördert damit letztlich die Prävention von Bauschäden.

Ein besonderes Dankeschön geht an die mitveranstaltenden Organisationen des Frankfurter Bausachverständigentags: BDB Bund Deutscher Baumeister Architekten und Ingenieure e. V., Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V., Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, IFB Institut für Bauforschung e. V., VBD Verband der Bausachverständigen Deutschlands e. V., VHV Versicherungen und den ZDB Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V.



Christina Hoffmann

Leiterin der RG-Bau im RKW Kompetenzzentrum

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Effizienzhausstandards in der Praxis – Mängel und Probleme trotz Erfüllen der (theoretischen) Anforderungen <i>Dipl.-Ing. Heike Böhmer</i>	9
Holzbau sicher geplant! – Lernen aus der Praxis <i>Dipl.-Ing. Frank Lattke</i>	17
Gebäude aus Holzkonstruktionen vs. Schallschutzanforderungen nach DIN 4109 – Das muss beachtet werden <i>Dr.-Ing. Philipp-Martin Dworok</i>	25
Gemeinsam gegen Feuer und Rauch – Brandschutz für hybride Bauweisen mit Holz an Dächern, Decken und Fassaden – Stand der Technik und Problempunkte <i>Dipl.-Ing. Reinhard Eberl-Pacan</i>	33
Begrünte Bauteile – Gebäudeoptimierung und Umfeldverbesserung <i>Prof. Dr.-Ing. Nicole Pfoser</i>	39
Unterschiedliche Bauweisen und unterschiedliche Standards – Stolpersteine für den Bausachverständigen bei Mängeln im Schallschutz und Brandschutz. Welche technischen Standards sind einzuhalten? <i>Steffen Holatka</i>	45

Effizienzhausstandards in der Praxis

Mängel und Probleme trotz Erfüllen der (theoretischen) Anforderungen

Heike Böhrer

Keywords: Energieeffizienz, Qualität, Mindestanforderungen, Förderbedingungen, Fördermittel, Kommunikation

1 Energieeffizientes Bauen und Modernisieren

Energieeffizientes Bauen wird in der heutigen Zeit als Definition für modernes, klimagerechtes, wirtschaftliches und werthaltiges Bauen verstanden und insbesondere vor dem Hintergrund der Nutzung von Fördermitteln als sinnvoll angesehen. Dabei gehen Bauherren sowohl im Neubaubereich als auch bei der Modernisierung und Sanierung von Bestandsgebäuden davon aus, dass ein finanziell geförderter (Effizienz-)Gebäude nach dessen Fertigstellung alle entsprechenden Anforderungen im Hinblick auf Qualitäten, Beschaffenheiten und nicht zuletzt die eigenen Erwartungen erfüllt und somit als nachhaltiges Gebäude dauerhaft genutzt werden kann.

1.1 Fördermittelnutzung

Die politischen und wirtschaftlichen **Rahmenbedingungen** sind mit diversen Fördermöglichkeiten gegeben, Kredite und Zuschüsse für verschiedenste Vorhaben zur Schaffung, Verbesserung oder Optimierung der Energieeffizienz eines Gebäudes zu nutzen [1], [2].

Bekannt ist, dass die Inanspruchnahme gewisse Anforderungen, zum Teil auch Hürden, in sich birgt, die entsprechende Kompetenzen und Kompetenznachweise voraussetzen. Aus diesem Grund sind in der Regel die beratenden und begleitenden Leistungen zertifizierter Sachverständiger (Energieeffizienz-Experten) verpflichtend und werden zusätzlich gefördert.

Bei Bauherren noch wenig bekannt, jedoch in Sachverständigenkreisen zunehmend relevant, ist die Tatsache, dass im Rahmen der Fördermittelnutzung durchaus Probleme, z. B. in Form von Mängeln und (Folge-)Schäden, auftreten und entsprechende gutachterliche Tätigkeiten zur Klärung bzw. Streitbeilegung erforderlich werden können. Dabei spielen die Anzahl und der Umfang der aktuell geförderten Bauvorhaben und die Komplexität der neuen Fördervoraussetzungen sicher eine Rolle. Daneben, und das soll in diesem Beitrag insbesondere thematisiert werden, bilden oft fehlende oder fehlerhafte Informationen und unzureichende Kommunikation die Grundlage von Differenzen, Problemen, Mangel- und Schadenentstehung.

1.2 Information und Kommunikation

Zwei Bereiche umfassen die Grundvoraussetzungen von **Information und Kommunikation**. Sie werden (optimalerweise) präventiv genutzt oder im Rahmen von Mangel- und Schadenanalysen zur Ursachenfeststellung und Zuweisung der Verantwortlichkeiten verwendet:

Die Basis bildet der Abschluss eines oder mehrerer entsprechender rechtssicherer **Verträge** vor Beginn des Bauvorhabens, worin die Vertragsziele und Eigenschaften des Bau-, Modernisierungs- oder Sanierungsergebnisses definiert und die dafür erforderlichen Leistungen aller Planungs- und Baubeteiligten ausreichend detailliert beschrieben sind. Dies kann z. B. ein Werkvertrag, Bauvertrag oder Verbraucherbauprodukt sein. In allen Verträgen spielen insbesondere technische, rechtliche und formale Vertragsinhalte eine Rolle, wie z. B. Qualitätsmerkmale, Leistungsbeschreibungen, Verantwortlichkeiten, aber auch Zeit- und Zahlungsplanungen, um die Rechte und Pflichten aller Beteiligten festzuschreiben. Vertraglich fixiert und eingebunden sein müssen auch die notwendigen Leistungen der Fördermittel-Inanspruchnahme (z. B. Antragstellung, Beratung, Begleitung, Bestätigung) zum richtigen Zeitpunkt.

Die zweite Grundlage umfasst die Sicherstellung der **Qualität** im Planungs- und Bauprozess. QUALITÄT als allgemein definierten Begriff oder beschriebenen Standard findet man in Rechtsvorschriften oder Normen nicht, was den »Wert« der beschriebenen Qualitäten im Vertrag hervorhebt. Im Vertrag verpflichten sich die Vertragspartner auf der Auftraggeberseite zur Zahlung einer vereinbarten Vergütung, auf der Auftragnehmerseite zur Erstellung einer mangelfreien Planung bzw. eines mangelfreien Werks. Dies können z. B. die Planung eines Effizienzhauses 55, die Modernisierung eines Bestandsgebäudes zu einem Effizienzhaus 70 oder die Umsetzung einer mehrfach

geförderten Einzelmaßnahme durch Einbau neuer Fenstertürelemente mit entsprechenden Anforderungen zur Energieeffizienz, Sicherheit und Barrierefreiheit sein.

Als Basis für den Soll-Ist-Vergleich zur Einhaltung der entsprechenden Qualität (= Erfolg) dienen (neben den Anforderungen der allgemein anerkannten Regeln der Technik, der üblichen Funktions- und Gebrauchsfähigkeit) die beschriebenen Inhalte des Vertrags und dabei insbesondere die fach- und sachgerechte Umsetzung der vertraglich vereinbarten Leistungen. Sowohl (firmen-)interne Qualitätskontrollen, Bauüberwachungen als auch externe Begleitungen und Kontrollen sind dabei relevant. Sie sind, je nach Auftrag, in geeigneter Weise und ausreichendem Umfang zu dokumentieren (z. B. Bautagebuch, Fotos, Aktennotizen, Protokolle, Nachweise, Zertifikate, Belege), um die Qualität der Leistung bzw. Abweichungen davon nachzuweisen.

Vertrag und dokumentierte Qualität sowie deren Kontrolle bei der Planung und Umsetzung bilden die Basis der notwendigen Kommunikation zur Mangel- und Schadenvermeidung.

1.3 Informations- und Kommunikationsprobleme

Nicht selten und oft zu spät stehen Bauherren, Sachverständige und Juristen vor folgenden Problemen, die es in jedem Fall im Vorfeld zu vermeiden gilt:

- Es gibt nur allgemeine, lückenhafte Verträge (z. B. Auftrag zum »Ausführen eines WDV-Systems an der Nord- und Westfassade gemäß den Anforderungen der KfW zum Festpreis...«).
- Es gibt keine (Ausführungs-)Planung (z. B. Beauftragung einer Genehmigungsplanung für ein Effizienzhaus 70, auf deren

Grundlage sämtliche Handwerksunternehmen einzeln beauftragt werden).

- Änderungen während der Bauausführung werden nicht abgestimmt, kommuniziert und dokumentiert. (Im Zuge der Ausführung eines WDV-Systems wird z. B. das Dämmmaterial von Mineralwolle WLS 035 in Holzfaser WLS 040 geändert und wegen der unveränderten Schichtdicke nicht kommuniziert.)
- Festgestellte Abweichungen werden nicht oder zu spät kommuniziert bzw. nicht dokumentiert. (Die geplante Schichtdicke der Perimeterdämmung wird z. B. vom Energieeffizienz-Experten wegen des unzureichenden U-Werts des Bauteils als nicht ausreichend bewertet. Die notwendige Schichtdickenerhöhung wird dem Unternehmer nicht übermittelt und erst bei einem Kontrolltermin kurz vor Fertigstellung des Bauteils festgestellt.)
- Abweichungen werden nicht festgestellt und fallen erst durch externe (Nach-)Prüfungen, beispielsweise der KfW, oder bei Folgeschäden auf (z. B. durch den Fördermittelgeber festgestellte inhomogene Wärmedämmung an einer nachträglich wärmedämmten Bestandsfassade, die im Mittelwert deutlich unter der geplanten / notwendigen Schichtdicke lag).

Folgen derartiger Versäumnisse und Fehlentscheidungen sind Mängel im Sinne der Vertragserfüllung bzw. im Sinne der Erfüllung der Förderkriterien sowie nicht selten auch **Mängel und (Folge-)Schäden** im Rahmen üblicher Nutzung. Letzteres kann insbesondere dann der Fall sein, wenn die geplante, vereinbarte (und erwartete) Nutzung nicht möglich sein sollte oder sogar Schäden an Bauteilen auftreten.

Mängel und Schäden im Bereich von effizienzrelevanten bzw. -steigernden Maßnahmen, z. B. im Bereich Wärmedämmung, Abdichtung und

Anlagentechnik, sind seit vielen Jahren gleichbleibend hoch. Die Regulierungs- und Beseitigungskosten steigen sogar an. Dies zeigen verschiedene **Studien des Instituts für Bauforschung e. V.**, das regelmäßig die entsprechende Datenbasis von Versicherungen und Verbraucherschutzorganisationen analysiert und veröffentlicht, wie z. B. den jährlich erscheinenden VHV-Bauschadenbericht oder Studien für den Bauherren-Schutzbund e. V. [3], [4].

2 Gesetze und Verordnungen

Für die Errichtung, Modernisierung und Sanierung von Gebäuden gelten in Deutschland die entsprechenden Anforderungen und Vorgaben des aktuellen Bau- und Architektenrechts. Mit dem öffentlichen Baurecht, das im Baugesetzbuch und den Bauordnungen steht, und mit dem privaten Baurecht, dessen Gesetze im BGB und in der VOB verankert sind, werden alle rechtlichen Kriterien und Normen, die das Bauen betreffen, geregelt. Im Architektenrecht sind die Rechte und Pflichten der Architekten festgeschrieben. Es umfasst kein separates Gesetzeswerk, sondern setzt sich aus den entsprechenden Gesetzestexten der relevanten Rechtsvorschriften (z. B. BGB, HOAI) zusammen.

2.1 Effizienzgrundlagen

Im Hinblick auf den Bereich der Energieeffizienz sind beim Planen und Bauen insbesondere die Anforderungen des **Gebäudeenergiegesetzes (GEG)** zu erfüllen, das seit dem 01.11.2020 in Kraft ist und die Energieeinsparverordnung (EnEV), das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) ersetzt.

Die Anforderungen des GEG umfassen unverändert neu zu errichtende Gebäude und Bestandsgebäude. Anzuwenden ist es bei öffentlich-rechtlichen Nachweisen und enthält gegenüber der EnEV Neuerungen, z. B. in Bezug auf die Standards von Niedrigstenergiegebäuden bei

der Errichtung von Neubauten, Anforderungen an die Erstellung und an Aussteller von Energieausweisen, Pflichten bei der Nutzung erneuerbarer Energien und verpflichtende Energieberatungen beim Verkauf oder der Modernisierung / Sanierung von Bestandsgebäuden.

Daneben gelten weitere begleitende Verordnungen und Gesetze, wie z. B. das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und das Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG) [5]. Diese Anforderungen gelten unabhängig von der Inanspruchnahme von Fördermitteln.

2.2 Mindestanforderungen

Die (energetischen) Mindestanforderungen für das energieeffiziente Bauen und Modernisieren basieren neben den baurechtlichen Anforderungen auf den **bautechnischen Anforderungen**. Mit der Zielsetzung dauerhaft funktionssicherer, mangel- und schadenfreier Gebäude spielen hierbei insbesondere **bauphysikalische Zusammenhänge** eine Rolle, wie z. B. Wärme-, Luft- und Feuchtetransportvorgänge. Sie sind relevant bei der Berechnung, Simulation, Dimensionierung und Bewertung von z. B. Bauteilflächen, Wärmebrücken und technischen Anlagen. Als beispielhafte Normen, die hierbei als wesentliche Grundlagen dienen, seien die DIN V 18599 »Energetische Bewertung von Gebäuden«, die DIN 4108 »Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden«, die DIN V 4701-10: 2003-08 »Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung« sowie die DIN EN ISO 6946: 2008-04 »Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren« genannt.

Die Mindestanforderungen bilden den »technisch sicheren Hintergrund« für die **Funktions-sicherheit** der Bauteile bzw. des Gebäudes, der

mit den höheren Anforderungen der Förderbedingungen der Fördermittelgeber ergänzt wird.

Die Einhaltung der rechtlichen und technischen Mindestanforderungen ist wesentliche Grundlage der üblichen Funktions- und Gebrauchsfähigkeit eines Gebäudes.

3 Förderbedingungen

Die **Mindestanforderungen der Fördermittelgeber** (KfW, BAFA) richten sich nach der Wahl des jeweiligen Förderprogramms. Entscheidende Faktoren sind die Wahl des Antragstellers (Privatperson, WEG, Unternehmen), des Bauvorhabens (Errichtung oder Kauf eines Neubaus, Modernisierung eines Bestandsgebäudes), der Gebäudeart (Wohn- oder Nichtwohngebäude), die Art der Förderung (Kredit oder Zuschuss) und das Förderziel (Einzelmaßnahme oder Effizienzhaus).

Jedes der möglichen Förderprogramme im Rahmen der »**Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)**« bietet verschiedene Optionen. Allen gemein ist die Zielsetzung, Gebäude mit möglichst geringem Energieverbrauch und Kohlendioxidausstoß zu errichten oder zu modernisieren, um zur Umsetzung der energiepolitischen Ziele der Bundesregierung beizutragen.

Bei der Errichtung von **Neubauten** werden Effizienzhäuser mit einem Niveau von EFFIZIENZHAUS 40 PLUS, EFFIZIENZHAUS 40 und EFFIZIENZHAUS 55 gefördert, mit einer optionalen Erhöhung der Fördersätze bei einer Nachhaltigkeits- oder Erneuerbare-Energie-Klasse.

Bei der energetischen **Modernisierung** von Bestandsgebäuden kann zwischen geförderten Einzelmaßnahmen und Effizienzhäusern gewählt werden. Grundlage der Effizienzhäuser

sind Bilanzverfahren; Einzelmaßnahmen erfordern die Einhaltung einzelner Kriterien, wie z. B. einen Mindest-U-Wert.

Der **Prozess der Umsetzung** folgt einem einzuhaltenden Formalismus des Fördermittelgebers, der zeitlich und inhaltlich einzuhalten ist (vgl. [2]):

- Energetisches Konzept,
- Antragstellung mit Bestätigung zum Antrag (BzA) vor Maßnahmenbeginn,
- Fördermittelzusage,
- Abschluss eines Liefer- und Leistungsvertrages,
- Maßnahmenumsetzung und -begleitung,
- Verwendungsnachweis und Bestätigung nach Durchführung (BnD).

Die technischen Mindestanforderungen bei der geplanten Umsetzung eines Effizienzhauses (z. B. Gebäudeberechnung des Referenzgebäudes, Geometriedaten, Daten der Hüllflächenbauteile, U-Werte der opaken und transparenten Bauteile, Darstellung der Gewinne und Verluste, Anlagenbeschreibungen der Haustechnik) und der Einzelmaßnahmen (z. B. U-Werte der relevanten opaken und transparenten Bauteile, Anlagenbeschreibung der relevanten Haustechnik) sind in technischen Merkblättern im Detail festgelegt und stehen im Downloadportal der KfW bzw. des Bundesministeriums für Wirtschaft (BMWi) zur Verfügung.

Die zugehörigen Randbedingungen und Auslegungen unterliegen ständigen Anpassungen und Aktualisierungen, was eine stets **tagesaktuelle Information** erfordert. Die Fördermittelgeber fordern die Anwendung der jeweils aktuellen Dokumentversionen und Förderbedingungen.

4 Beratung und Begleitung

Die zu beauftragenden Sachverständigen müssen Experten der **Energieeffizienz-Expertenliste** sein. Ihre Verantwortung im Antrags-, Beratungs-, Begleitungs-, Prüfungs- und Bestätigungsprozess ist nicht unerheblich und erfordert vor dem Hintergrund der aktuellen Fördermittellandschaft einen relativ großen zeitlichen Aufwand. Neben einer entsprechenden Versicherung, die das Haftungsrisiko im Detail abdeckt, sollten die erforderlichen Leistungen im Angebot detailliert beschrieben, zeitlich gut geplant und das Honorar angemessen kalkuliert werden.

Positiv anzumerken ist, dass Beratung und Begleitung in der Regel verpflichtend sind und zusätzlich gefördert werden. Die gezielte Einbindung eines Sachverständigen bereits ab der sogenannten »**Leistungsphase Null**« wird mittel- und langfristig zur Erhöhung der Umsetzungsqualität beitragen.

Die sachverständige Begleitung der förderfähigen Maßnahmen trägt zur Mangel- und Schadenprävention bei.

5 Praxisbeispiele aus der Neubaupraxis

Im Vortrag werden Praxisbeispiele zu folgenden förderrelevanten Themen bei der Errichtung von Neubauten vorgestellt:

- Einbau der planmäßigen Wärmedämmung – trotzdem ein Mangel mit Folgen?
- Tücken bei der Förderung von Fensterelementen – wie detailliert wird beauftragt?
- Materialwechsel im Bauprozess – wie funktioniert gute Kommunikation?
- Luftdichtheitskonzept – Probleme mit der Innenraumluft!

6 Praxisbeispiele aus der Modernisierungspraxis

Im Vortrag werden Praxisbeispiele zu folgenden förderrelevanten Themen bei der Modernisierung von Bestandsgebäuden vorgestellt:

- Risiko Kosten – wer beantragt was und wann?
- Risiko Schimmelpilz – Problematik Wärmebrücke in Bestandsgebäuden
- Wunschtraum Wärmepumpe – aber warm muss es werden!
- Kostenfalle – wie hoch dürfen Stromkosten sein?

7 Folgen

7.1 Fördermittel

Aus (zu) spät festgestellten **Abweichungen** von geplanten und für Fördermittel vorgesehenen Bauvorhaben werden sehr schnell dann Problematiken und Streitigkeiten, wenn die Mindestanforderungen bei Einzelmaßnahmen oder der Standard eines Effizienzhauses nicht erreicht wird und der begleitende Sachverständige (Energieeffizienz-Experte) die Bestätigung nach Durchführung (BnD) nicht erteilen kann. Diese Bestätigung kann nur erteilt werden, wenn die geplanten und mit der Bestätigung zum Antrag (BzA) beantragten Maßnahmen den umgesetzten Maßnahmen entsprechen bzw. besser sind. Bei einer Bilanzierung müssen dabei alle Änderungen berücksichtigt werden. Abweichungen können beim Nicht-Erreichen des beantragten Effizienzhausstandards zu einer »Abwertung« in einen schlechteren Effizienzhausstandard und damit zur Verringerung der Fördermittel oder sogar zum **Verlust der Fördermittel** führen. Bei Einzelmaßnahmen führt das Nicht-Erreichen des beantragten Standards zum Ausschluss der Förderfähigkeit dieses Bauteils bzw. dieser Anlage. Je detaillierter in diesen Fällen der Prozessablauf dokumentiert ist, desto schneller

und einfacher lassen sich Ursachen und Verantwortlichkeiten feststellen.

7.2 Mängel und (Folge-)Schäden

Werden Mängel und Schäden festgestellt, nachdem der Prozess der Fördermittelnutzung positiv abgeschlossen wurde, spielen **Dokumentationen** eine noch größere Rolle. Der Fördermittelgeber hat deshalb festgelegt, dass alle erforderlichen Unterlagen, Nachweise und Berechnungen 10 Jahre von den Beteiligten aufzubewahren sind. Auf dieser Grundlage, ergänzt um weitere Dokumentationen (Fotos, Protokolle, Aktennotizen, Skizzen), ermitteln Sachverständige die Ursache(n) und Verantwortlichkeiten und haben dabei eine Abgrenzung zu nicht am Prozess beteiligten Gewerken, später erfolgten Änderungen und auch Eigenleistungen vorzunehmen und bewerten.

Häufige Mängel und (Folge-)Schäden sind:

- unzureichende Beheizung/Raumtemperaturen,
- hohe Nebenkosten (in der Regel für Strom),
- Innenraumluft-Hygiene,
- Schallschutz/Lärmbelastung,
- Feuchteschäden/Durchfeuchtung,
- Wärmebrückenproblematiken.

Wegen der in der Regel umfangreichen und (zeitlich und kostentechnisch) aufwendigen Ursacheenermittlung, der häufig schwierigen Zuordnung/Aufteilung der **Verantwortlichkeiten** in Verbindung mit einer oft komplexeren Mängel- und Schadenbeseitigung werden derartige Folgen nicht selten als streitige Verfahren vor Gericht entschieden.

8 Hinweise und Ausblick

Bauliche Maßnahmen zum Erreichen eines Effizienzhausstandards und Einzelmaßnahmen zur

Verbesserung der energetischen Gebäudequalität erfordern:

- eine umfassende Projektvorbereitung (im Gebäudebestand mit einer detaillierten Anamnese),
- sachverständige Beratung und Begleitung durch kompetente und erfahrene Effizienzexperten,
- einen angemessenen, technisch und juristisch ausreichend detaillierten Vertrag mit Leistungsbeschreibung und allen erforderlichen Rahmenbedingungen (juristische Prüfung!),
- eine ausreichend detaillierte Planung eines »sinnvoll-effizienten« Gebäudes, das nachhaltig, robust und dauerhaft funktions- und gebrauchstauglich in der Praxis ist (nicht nur auf dem digitalen Plan),
- die Beauftragung kompetenter und erfahrener ausführender Unternehmen,
- eine frühzeitige und gute Kommunikation der relevanten Planungs- und Baubeteiligten,
- eine klare Zuweisung der Rechte und Pflichten sowie der Verantwortlichkeiten im Prozess,
- eine frühzeitige Beschreibung der Dokumentationspflichten der relevanten Planungs- und Baubeteiligten,
- eine zeitnahe Informations- und Kommunikationskette bei Problemen und Fragen, um Unklarheiten und Schwierigkeiten vorzubeugen,
- eine angemessene Bauüberwachung und Qualitätskontrolle und
- eine angemessene Einweisung in die Beschaffenheiten und Nutzungsbedingungen vor der Gebäudeübergabe (Probleme, Mängel und Schäden entstehen auch durch fehlerhafte Nutzung und Bedienung wegen fehlender Informationen oder aufgrund unzureichender Kommunikation!).

Die Anforderungen an das Planen, Bauen und Modernisieren werden, insbesondere durch die weiteren Anforderungen an Effizienzqualitäten

und zunehmend bessere technische Möglichkeiten, nochmals erheblich steigen. Gebäude werden weiterhin komplexer und sensibler werden, weshalb die Notwendigkeit der frühzeitigen Zusammenarbeit aller Planungs- und Baubeteiligten sowie ihre Information und Kommunikation untereinander Grundvoraussetzung für das Erreichen hochqualitativer nachhaltiger Projektziele in der Praxis sein wird.

9 Weiterführende Informationen/Literatur

- [1] <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesf%C3%B6rderung/f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/>
- [2] <https://www.febs.de>
- [3] <https://www.vhv-bauexperten.de/vhv-bauforschung>
- [4] <https://www.bsb-ev.de/politik-presse/analysen-studien/>
- [5] https://www.febs.de/fileadmin/Gesetze_und_Normen/BMWi-Gesetzeskarte-32018.pdf
- [6] https://www.febs.de/fileadmin/Service/Downloads/Foerderung/FEBS_Factsheet_Foerderung_Wohngebaeude.pdf

Die Autorin



Dipl.-Ing. Heike Böhmer ist geschäftsführende Direktorin am Institut für Bauforschung e. V. (IFB).

Ausbildung

Studium an der Bauhaus-Universität Weimar und der Universität Hannover zur Dipl.-Ing., Fachrichtung Bauingenieurwesen und Baustoffe, Energieeffizienzexpertin (dena)

Berufliche Tätigkeit

Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Abteilungsleiterin im Institut für Bauforschung e. V. in den Bereichen Bauphysik, Beratung und Bildung seit 1994

seit 2008 Geschäftsführende Direktorin

Tätigkeitsschwerpunkte

- Bauqualität
- Bauschäden, insbesondere im Bereich Wärme-, Feuchteschutz und Schimmelpilzschäden an Gebäuden
- Barrierefreies Bauen
- Energetische Modernisierung
- Nachhaltiges Bauen und Modernisieren

Holzbau sicher geplant!

Lernen aus der Praxis

Frank Lattke

Abstract: Bauen mit Holz wird immer populärer. Nicht nur überzeugt die Bauweise aufgrund seiner positiven ökologischen Eigenschaften, auch technisch und ästhetisch ist der Holzbau eine gute Wahl. Holz ist der einzige Baustoff, mit dem wir konstruieren, der von alleine nachwächst. Der biogene Baustoff hat viele Eigenschaften, wie das geringe Gewicht oder die guten Dämmeigenschaften, die beim Bauen vorteilhaft sind. Allerdings ist Holz auch anfällig, wenn es falsch behandelt wird, und verzeiht selten Fehler. Der Beitrag möchte anhand eigener Erfahrungen für einen aufmerksamen Umgang mit Baufeuchte im Holzbau sensibilisieren und Lösungswege aufzeigen, um Fehler zu vermeiden.

Keywords: Bauen mit Holz, Feuchtemanagement

1 Bauen mit Holz

Der Holzbau ist im großvolumigen Bauen angekommen. Große Bauvorhaben, wie die ökologische Mustersiedlung im Prinz-Eugen-Park in München oder das neue Verwaltungshaus im Berliner Regierungsviertel, sorgen für Schlagzeilen. Der moderne Holzbau erlebt derzeit eine ungebrochene Nachfrage, die ausgelöst wird von einem zunehmenden ökologischen Bewusstsein. Hoch entwickelte Holzbaustoffe, erprobte Fertigungs- und Montagetechnologien und angepasste Bauregeln ermöglichen die Umsetzung auf einer nächsten Stufe und schaffen neues Vertrauen und eine breitere Akzeptanz bei Auftraggebern und Planern.

Bauen mit Holz erfordert ein breites Fachwissen und ist oft eine Teamleistung unterschiedlicher Kompetenzen. Mit dem nachwachsenden Rohstoff, der beim Wachstum CO₂ in Form von Kohlenstoff speichert, ist vieles möglich – weitgespannte Tragwerke und mehrgeschossiges

Bauen an der Hochhausgrenze bieten eine große Bandbreite möglicher Anwendungsformen. Wer mit Holz baut, braucht jedoch auch ein ausgeprägtes Verständnis für die Eigenschaften des Materials.

Aufgrund seiner natürlichen Zellstruktur ist Holz in der Lage, Feuchtigkeit aufzunehmen und wieder abzugeben und verändert dabei die Größe seiner Zellstruktur. Das natürliche Phänomen wird mit Quellen und Schwinden beschrieben. Eine dauerhaft zu hohe Feuchteinwirkung verzeiht das organische Material jedoch nicht. Schimmelbildung und Fäulnis sind häufig Ausdruck einer Nichtachtung scheinbar einfacher physikalischer Gesetzmäßigkeiten oder einer mangelnden planerischen oder handwerklichen Sorgfalt.

1.1 »Holz mag keinen nassen Kopf und nasse Füße.«

In »Holzschutz – Bauliche Maßnahmen«¹ sind die Holzeigenschaften und die Baulichen Holzschutzmaßnahmen umfassend beschrieben, die sich in der vierteiligen Normenreihe der DIN 68800 samt organisatorischer und konstruktiver Schutzlösungen wiederfinden. Zur Vertiefung der Grundlagen wird an dieser Stelle auf das o. g. Standardwerk verwiesen.

Da Bauen immer witterungsabhängig ist und Fehler trotz Umsicht leider nicht vermeidbar sind, spielt der organisatorische Holzschutz während der Bauphase eine wichtige und leider oft unterschätzte Rolle.

Dem Autor ist es ein Anliegen, aus gewonnenen Erkenntnissen zur Vermeidung von Schäden in der Bauphase beizutragen. Die folgenden Beispiele verstehen sich als kaleidoskopartige Anregung, um aus der Praxis zu lernen.

1.2 Fall 1 – Bauen mit Buche

Beim Neubau des dreigeschossigen Bürogebäudes der euregon AG in Augsburg, einem dreigeschossigen Holz-Skelettbau, wurde 2015 Buchen-Funierschichtholz (FSH) konsequent für Tragwerk, Fassade und Innenausbau verwendet. Die Erfahrungen aus der Planungs- und Bauphase mit dem neuartigen Material zeigen, dass der Umgang mit Buchenholz interessante Chancen bietet und einiges an Umdenken erfordert.



Bild 1 Neubau der euregon AG, Augsburg 2016
(Foto: Eckhart Matthäus)

Die Hauptträger des Skelettbaus in Baubuche-FSH GL 70 mit einem Querschnitt von 20/40 cm spannen über die Stützen 20/20 cm im Raster von 5,10 × 5,10 m. Über der sichtbaren Balkendecke mit Baubuche-FSH Trägern 12/32 cm im Raster von 85 cm liegt eine Baubuche-FSH-Platte mit 40 mm Stärke.



Bild 2 BauBuche für Tragwerk, Fassade und Innenausbau
(Foto: Eckhart Matthäus)

Im Gegensatz zu Nadelhölzern ist das Laubholz Buche sehr feuchteempfindlich. Erfahrungen im Umgang mit Holzwerkstoffen aus Buche zeigen, dass sich das Material schon bei geringem Feuchtigkeitsanstieg verändert. Es besteht die Gefahr von Verfärbungen, Quellen und Fugenöffnungen bei Klebverbindungen, was neben ästhetischen Mängeln vor allem auch die Schädigung

¹ INFORMATIONSDIENST HOLZ – Holzbau Handbuch I Reihe 5 I
Teil 2 I Folge 2

gung der Konstruktion bedeuten kann. Der konstruktive Holzschutz, wie in DIN 68800-2 beschrieben, ist hier Prämisse der Planung und Ausführung. Statisch beanspruchte Bauteile sollten grundsätzlich witterungs- und feuchtegeschützt eingebaut werden. Insbesondere Buchenholz, das bei Feuchteaufnahme stark quillt, eignet sich nur für witterungsgeschützte Konstruktionen.

Der organisatorische Holzschutz in der Bauphase war bei der Planung des Neubaus der euregon AG daher von Anfang an Teil des Ausführungskonzeptes. Auf der sichtbaren Holzbalkendecke mit Haupt- und Nebenträgern im Abstand von 85 cm liegt eine Buchen-FSH-Platte mit 40 mm Stärke, die sofort nach Einbau auf der Oberseite mit einer geklebten bituminösen Abdichtung versehen wurde. Die Stützen und Träger wurden vom Holzbauunternehmen in der Fertigung mit einer wasserverdünnbaren Mittelschichtlasur auf feinstteiliger Reinacrylatbasis beschichtet. Trotzdem konnte in der Bauphase das Eindringen von Wasser nicht gänzlich verhindert werden, was an manchen Stellen zu Verfärbungen der Deckenuntersicht führte.

Die dunklen Flecken auf der Oberfläche der Buchenplatte konnten jedoch später mit 5%iger Oxalsäure gebleicht werden und die gewünschte Erscheinung eines filigranen Tragwerks wurde erreicht.



Bild 3 Buchen-FSH-Deckenuntersicht: Verfärbung durch Feuchtigkeit (Foto: Lattke Architekten)



Bild 4 Buchen-FSH-Deckenuntersicht: nach Behandlung mit Oxalsäure (Foto: Lattke Architekten)

1.3 Fall 2 – Deckenaufbauten mit Splittschüttungen

Im Gegensatz zum Bauen von Einfamilienhäusern, bei denen eine relativ große Freiheit in der Auslegung konstruktiver Lösungen gegeben ist, sind bei der Planung von mehrgeschossigen Wohnbauten strengere technische Werte für die Luft- und Trittschalldämmung zu beachten². Ein unzureichender Schallschutz hat direkte Auswirkungen auf die Wohnqualität und die Zufriedenheit der Bewohner.

Diese Tatsache ist der Holzbaubranche seit Langem bekannt und hat zu innovativen technischen Lösungen geführt³.

² DIN 4109-1:2018-01. Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen

³ Blödt, A.; Rabold, A.; Halstenberg, M.: Schallschutz im Holzbau., holzbau handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 1, INFORMATIONSDIENST HOLZ

Letztlich geht es um die Beschwerung der leichten Holzdeckenkonstruktionen und um eine wirkungsvolle Entkopplung der unterschiedlichen Schichten. Eine Möglichkeit bieten trockene Systeme, die direkt in die Konstruktion eingebracht sind und damit nachweislich die Normwerte einhalten, wie beispielsweise Formsteine als Schwingungstilger in Hohlkastendecken oder eine Kalksplittschüttung in offenen Brettsper Holzdecken.

Ein zweiter Weg ist eine Beschwerung mit Platten oder Schüttungen, die auf die Decke aufgebracht wird. Hier gilt es zu beachten, dass Ausgleichsschichten im eingebauten Zustand eine gebundene Form aufweisen müssen⁴, um das Wandern des Materials zu verhindern. Dieses kann zum Beispiel erreicht werden über einen gefüllten Wabenkarton, der in der Verlegung aber recht aufwendig ist, wenn auf der Rohdecke Leerrohre verlegt sind. Eine elastisch gebundene Splittschüttung vereint die Vorteile des erforderlichen Gewichts mit der einfachen Einbringung, die wie ein Zementestrich über ein Pumpverfahren erfolgt. Eine gewisse Grundfeuchte des Splitt-Bindemittel-Gemenges ist Voraussetzung der Förderfähigkeit über eine Estrichpumpe.

Eine Marktrecherche im Rahmen eines Forschungsprojekts⁵ belegt, dass ein Bindemittel auf Basis einer wässrigen Dispersion aus carboxyliertem Butadien-Styrol-Copolymer (synthetischer Kautschuk) marktführend ist.

Der Einbau der gebundenen Splittschüttung funktioniert aus eigener Erfahrung in der Praxis recht gut. Die nicht zufriedenstellend gelöste Möglichkeit der Überwachung der Restfeuchte des Aufbaus birgt jedoch ein Restrisiko mit fatalen Folgen, wie folgendes Beispiel belegt.

Blicken wir in die Hinweise des Herstellers⁶, wie das Bindemittel zu verarbeiten ist, wenn der Splitt mit einer Estrichpumpe eingebracht wird.

Je Kubikmeter Splitt werden etwa 30 kg Bindemittel benötigt. Die Körnung des verwendeten Splitts ist auf den Durchmesser der Schläuche abzustimmen.

Das Splittmaterial darf nicht künstlich getrocknet sein, es darf aber auch kein ungebundenes Wasser in tropfbarer Form vorhanden sein. Die Materialfeuchte sollte möglichst gleichmäßig und natürlich sein. Bei empfindlichen Decken mit einer sichtbaren Unterseite empfiehlt der Hersteller, eine Schutzfolie auf der Rohdecke aufzubringen und auf weitere diffusionsdichte Trennlagen oberhalb der Schüttung zu verzichten.

Wenn im Bodenaufbau feuchteempfindliche Schichten folgen, ist die Trocknungszeit der Schüttung abhängig von der Schichtdicke, der Ausgangsfeuchte der Schüttung, der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung. Verständlicherweise können dazu keine konkreten Aussagen erwartet werden. Der Hersteller geht von 1 bis 14 Tagen und bei ungünstigen Umständen sogar von einem bis unendlichen Zeitraum aus.

⁴ DIN 18560-2 Teil 2: Estriche und Heizestrieche auf Dämmschichten, 2009-09

⁵ Weber, L.; Kaltbeitzel, B.: Verbesserung der Trittschalldämmung von Holzdecken durch optimierte Deckenauflagen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017

⁶ Ingenieurbüro Köhnke GmbH, Hinweise zum Einbau der gebundenen Splittschüttung mit K 102



Bild 5 Einbringung einer Splittschüttung und Überdeckung von Rohrleitungen auf der Rohdecke (Foto: Lattke Architekten)

1.3.1 Schadensbild Feuchteinwirkung

Für ein dem Autor bekanntes Projekt wurde auf ca. 300 m² ein nach oben relativ diffusionsoffener Fußbodenaufbau mit einem Holzdielenboden auf einem Trockenestrich und einer Splittschüttung ausgeführt.

Boden 1. OG Holzbelag

22 mm	Bodenbelag Esche
45 mm	Lithotherm Formplatten (Fußbodenheizung)
5 mm	Holzhartfaserplatte
30 mm	Holzweichfaserplatte WLG040
98 mm	Splittschüttung (Ausgleichsebene)
- mm	Bautenschutzbahn selbstklebend
220 mm	BSH weiß lasiert

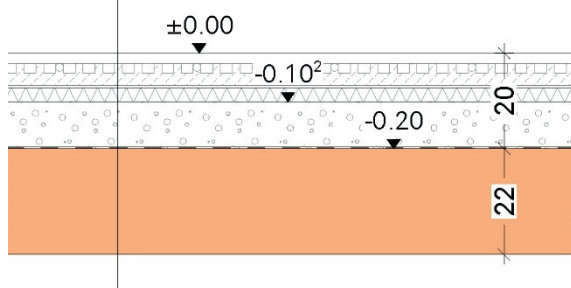


Bild 6 Fallbeispiel: Deckenaufbau (Zeichnung: Lattke Architekten)

Eine auf der Rohdecke verlegte vollflächig verklebte Bautenschutzfolie mit einem s_d -Wert von 0,4 m leistete während des Rohbaus den erhofften Schutz der darunterliegenden Geschosse. Nach Einbringung der Splittschüttung und deren

Begehrbarkeit wurde die Fläche mit einer Holzweichfaserplatte als Trittschalldämmung abgedeckt und die Steinplatten der Fußbodenheizung verlegt.



Bild 7 Bodenaufbau: Parkettdielen (Esche) auf Holzleisten des Trockenestrichs verschraubt; zementgebundene Holzsnitzelschüttung als Ausgleich in den Randbereichen (Foto: Lattke Architekten)

Nach ca. 80 Tagen haben sich die Eschendielen an einigen Stellen stark verformt und sich teilweise bis zu 20 cm hoch aufgestellt. Der Parkettboden stand augenscheinlich massiv unter Spannung.



Bild 8 Aufgestellte Parkettdielen (Foto: Lattke Architekten)

Nach der Entlastung und dem Öffnen des Parketts wurde das ganze Ausmaß sichtbar. Durch die Feuchteinwirkung haben sich die Parkettdielen teilweise von der Verschraubung gelöst und die verlegten Trockenestrichplatten verschoben. Unter den Platten wurde auf der Trittschalldämmung (Holzweichfaser) Schimmel

festgestellt, was letztlich zum Rückbau des gesamten Bodenaufbaus geführt hat. Offensichtlich war die nachdrückende Restfeuchte aus der Splittschüttung die Ursache für die Schäden an der Konstruktion.

Nicht zu unterschätzen ist in diesem Zusammenhang die Feuchte, die über das Material in das Bauwerk eingebracht wird. Je nach Jahreszeit kann ein scheinbar erdfeuchter Splitt aufgrund der großen Oberfläche der Körnung eine erhebliche hohe Grundfeuchte aufweisen. Es empfiehlt sich daher, auf trockenen Splitt zu bestehen. Dieser darf nur nicht zu warm sein, z. B. durch technische Trocknung oder starke Sonneneinstrahlung.

Das Beispiel belegt die Problematik der Feuchtere regulierung der Schüttung, zumal diese augenscheinlich an der Oberfläche bis zu mehrere Zentimeter tief sehr schnell abtrocknet. Die elastisch gebundene Schüttung ist ein poröser Verbund kleiner Splittkörner mit einem relativ hohen Luftanteil. Die Bestimmung der Restfeuchte mittels CM-Messung oder zerstörungsfreier Methoden, wie der elektrischen Widerstandsmessung oder kapazitiven Messung, ist aufgrund der Struktur der Schüttung nicht möglich. Lediglich eine aufwendige und fehleranfällige gravimetrische Messung in Form einer Darrprobe käme in Betracht. Aus Sicht des Autors besteht hier Handlungsbedarf seitens der Hersteller von Bindemitteln wie auch der Forschung, um die Verarbeitungssicherheit der Schüttungen bei trockenen Deckenaufbauten zu gewährleisten.

2 Fazit

Der moderne Holzbau bietet mit einem hohen Vorfertigungsgrad eine schnelle Montage vor Ort, die nicht zu Leichtsinn bei der Verarbeitung führen darf.

Ein sorgfältiges Feuchtemanagement mit definierten und dokumentierten Maximalwerten für Bauteilfeuchten frei bewitterter Bauteile

und Innenbauteile sollte von Anfang an Teil der Planung und Ausführung sein. Die genannten Regeln der Technik geben hierzu eindeutige Maßstäbe und Handlungsempfehlungen vor. Die richtige Umsetzung sollte nicht allein Sache der ausführenden Unternehmen sein. Eine qualitative Bauüberwachung ist im Interesse der Bauherren. Hier gilt es verstärkt, die sensiblen Themen der Holzbauweise zu erkennen und sorgfältig umzusetzen. Die regelmäßige Kontrolle der Holzfeuchte in kritischen Bauteilen gehört dazu und sollte als besondere Leistung baubegleitend Standard werden. Bauen braucht Zeit, vor allem wenn es schnell gehen soll!

3 Literatur

- INFORMATIONSDIENST HOLZ – Holzbau Handbuch I Reihe 5 I Teil 2 I Folge 2
- DIN 4109-1:2018-01. Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
- Blödt, A.; Rabold, A.; Halstenberg, M.: Schallschutz im Holzbau., holzbau handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 1, INFORMATIONSDIENST HOLZ
- DIN 18560-2:2009-09 Teil 2: Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten
- Weber, L.; Kaltbeitzel, B.: Verbesserung der Trittschalldämmung von Holzdecken durch optimierte Deckenauflagen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017
- Ingenieurbüro Köhnke GmbH, Hinweise zum Einbau der gebundenen Splittschüttung mit K 102

Der Autor



Dipl.-Ing. Frank Lattke, Architekt BDA
www.lattkearchitekten.de

- Tischlerlehre, Architekturstudium an der TU München und ETSAM Madrid
- Lehr- und Wanderjahre in Australien
- seit 2004 eigenes Büro in Augsburg
- 2002-2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Holzbau, Prof. Hermann Kaufmann, Fakultät für Architektur der TU München
- Tätigkeit in Lehre und Forschung, u. a. TES EnergyFacade, leanWOOD und BIMwood

Gebäude aus Holzkonstruktionen vs. Schallschutzanforderungen nach DIN 4109

Das muss beachtet werden

Philipp-Martin Dworok

Abstract: Durch den vorliegenden Beitrag werden die aktuell einzuhaltenden Anforderungen und Empfehlungen an den innerbaulichen Schallschutz vorgestellt. Es ist zu empfehlen, dass aus privatrechtlichen Gründen die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz vereinbart werden sollten. Die Nachweisführung zum Schallschutz erfolgt auf Grundlage der DIN 4109-2:2018-01 und der Bauteilkataloge zur DIN 4109. Im Rahmen einer sachgerechten und effizienten Fachplanung kann jedoch auf exaktere Prognoseverfahren und überschlägige Berechnungen für eine Bauteildimensionierung zurückgegriffen werden, die allerdings derzeit nicht normativ im Nachweisverfahren verankert sind. Gleiches gilt für die Anwendung von Spektrumanpassungswerten, um Verkehrslärm und Nutzergeräusche im Sinne einer Komfortsteigerung praxisgerechter berücksichtigen zu können.

Keywords: Schallschutz, DIN 4109, Luftschall, Trittschall, Holzbau

1 Schallschutz im Holzbau

Der Rohstoff Holz gewinnt aufgrund der aktuellen Diskussion um Nachhaltigkeit und Recyclebarkeit wieder vermehrt an Bedeutung. Es ist bereits heute möglich größere Wohnquartiere in Hybridbauweise zu errichten, bei der der Werkstoff Holz den wesentlichen Anteil einnimmt. Als ein Beispiel kann hierbei der Wohngebäudekomplex Sue & Til im Quartier Neuhegi, Winterthur, Schweiz gelten [1 und 2].

Ein weiterer Vorteil des Werkstoffs Holz ist das gegenüber den weit verbreiteten mineralischen Baustoffen, wie z. B. Beton, geringere Eigengewicht.

Bauweisen mit dem Werkstoff Holz erlauben eine segmentweise Vorfertigung. Hierdurch wird eine schnellere bautechnische Umsetzung am Projektstandort ermöglicht. Dem steht allerdings ein höherer Planungs- und Koordinierungsaufwand gegenüber. Durch die segmentweise Vorfertigung in hoch spezialisierten Fertigungsbetrieben kann zudem die Fehleranfälligkeit gegenüber der Baustellenfertigung verringert werden.

Durch den vorliegenden Beitrag werden die aktuell einzuhaltenden Anforderungen an den innerbaulichen Schallschutz adressiert, die Grundlagen und Nachweise zum Luft- und Trittschallschutz erläutert sowie Möglichkeiten für eine sachgerechtere Vordimensionierung des Trittschallschutzes an einem Beispiel vorgestellt.

2 Anforderungen an den Schallschutz und aktueller Normungsstand

Die Anforderungen an den Schallschutz können in zwei unterschiedliche Bereiche, öffentlich-rechtliche und privatrechtliche Anforderungen, aufgeteilt werden.

Durch die DIN 4109-1:2018-01 werden die öffentlich-rechtlichen Anforderungen bzw. die Mindestanforderungen an den innerbaulichen Schallschutz festgelegt. Durch die Mindestanforderungen soll gewährleistet werden, dass der Nutzer vor unzumutbaren Belästigungen infolge von Schallübertragungen geschützt wird. Allerdings kann hierbei nicht davon

ausgegangen werden, dass Geräusche aus der Nachbarwohnung nicht mehr wahrzunehmen sind.

Da die Mindestanforderungen der DIN 4109-1:2018-01 weitestgehend dem Mindestschallschutz der DIN 4109:1989-11 gleichen, diese jedoch nicht mehr dem heute bei Wohnbauten üblichen Wohnkomfort entsprechen, sollten die privatrechtlichen Anforderungen berücksichtigt werden. Zudem haben sich in einigen Bereichen Bauweisen und Konstruktionen etabliert, die einen höheren Schallschutz erzielen als es der Mindestschallschutz nach DIN 4109-1:2018-11 vorsieht. Da der Einsatz dieser Konstruktionen als üblich und allgemein anerkannt gilt, sind die mit diesen Konstruktionen und Bauweisen zu erreichenden schalltechnischen Kennwerte als allgemein anerkannte Regeln der Technik einzustufen [3]. Als Beispiel ist die Ausführung eines schwimmenden Estrichs zu nennen.

Um die privatrechtlichen Belange sicherzustellen, sollten die erhöhten Anforderungen an den Schallschutz erreicht und eingehalten werden. Zudem sollte das gewünschte Schallschutzniveau bzw. die Schallschutzqualität zwischen Fachplaner und Auftraggeber vorab vereinbart werden.

Für Mehrfamilienwohnhäuser können zur Festlegung des erhöhten innerbaulichen Schallschutzes folgende Regelwerke und Empfehlungen eingesetzt werden:

- DIN 4109-5:2020-08,
- VDI 4100:2007-08 Schallschutzstufe II,
- DEGA Empfehlung 103 – Klasse C [4].

Der durch die zuvor genannten Regelwerke und Empfehlungen erzielbare erhöhte Schallschutz ist aufgrund der Ausführungen nach [3] nicht per se als ein geschuldetes Schallschutzniveau im Sinne der allgemein anerkannten Regeln der Technik zu verstehen.

Die zuvor genannten Regelwerke und Empfehlung benennen im Wesentlichen die Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz sowie an Geräusche von Wasserinstallationen, gebäudetechnischen Anlagen und Betrieben.

In der Regel sind die Anforderungen unabhängig vom Regelwerk oder Empfehlung im eingebauten Zustand einzuhalten.

Nachfolgend werden auszugsweise die Anforderungen nach DIN 4109-1:2018-01 und DIN 4109-5:2020-08 für unterschiedliche Bauteile des innerbau-

lichen Schallschutzes im Mehrfamilienhauswohnungsbau dargestellt. Es handelt sich hierbei um die Schalldämmung des Bauteils inklusive der Flankenschallübertragung. Die betreffenden Kenngrößen sind mit einem Strich (') gekennzeichnet und beziehen sich somit auf den eingebauten Zustand im realen Baukörper:

- Luftschalldämmung:
 R'_w – bewertetes Bau-Schalldämm-Maß
- Trittschalldämmung:
 $L'_{n,w}$ – bewerteter Norm-Trittschallpegel
- Wohnungstrennwände:
nach DIN 4109-1: $R'_w \geq 53$ dB
nach DIN 4109-5: $R'_w \geq 56$ dB
- Wohnungstrenndecken:
nach DIN 4109-1: $R'_w \geq 54$ dB $L'_{n,w} \leq 50$ dB
nach DIN 4109-5: $R'_w \geq 57$ dB $L'_{n,w} \leq 45$ dB

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass Schallimmissionen durch Nutzergeräusche, die gleichwohl stark belästigend sein bzw. so empfunden werden können, nicht normativ verankert sind. Entsprechende Hinweise zur Berücksichtigung von Nutzergeräuschen nennt die DEGA Empfehlung 103 [4].

In diesem Zusammenhang ist es in der Regel sinnvoll, den Bauherren und alle Planungsbeteiligten hierfür zu sensibilisieren sowie klar zu formulieren, welche Arten von Schallquellen in Abhängigkeit des zu vereinbarenden Anforderungsniveaus wahrgenommen werden können. Oftmals ist die Erwartungshaltung der Nutzer an die bauakustischen Eigenschaften und die vereinbarten Anforderungen an den Schallschutz und die infolgedessen realisierten bauakustischen Eigenschaften nicht deckungsgleich.

Übersichten zur subjektiven Wahrnehmbarkeit von üblichen Geräuschen sind u. a. in der DIN 4109-5:2020-08 und in [4] in Abhängigkeit des Anforderungsniveaus dargestellt.

2.1 Berechnungsverfahren und Nachweise

Die Berechnungs- und Nachweisverfahren, die für den baurechtlich erforderlichen Schallschutznachweis zu nutzen sind, werden durch DIN 4109-2:2018-01 geregelt. Weiterführende Daten, Bauteilkataloge, für die Nachweise werden in den Normen DIN 4109-31:2016-07 bis DIN 4109 36:2016-07 benannt.

Die Berechnungs- und Nachweisverfahren des Schallschutzes gegen Außenlärm sind nicht Gegenstand dieser Veröffentlichung.

2.2 Luftschalldämmung

Bei der Bestimmung der Luftschalldämmung sind in der Regel sämtliche Schallübertragungswege, wie in Bild 1 veranschaulicht, zu berücksichtigen.

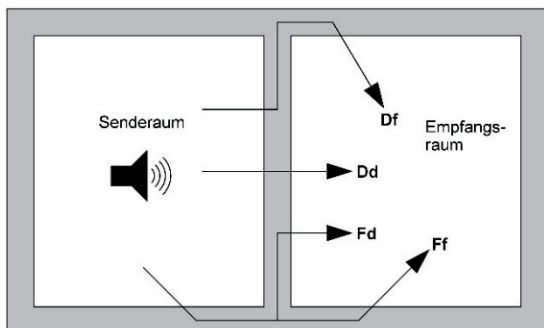


Bild 1 Luftschalldämmung einer Trennwand: Übertragungswege, direkt – Dd, flankierende Bauteile – Df, Fd und Ff

Die entsprechenden Berechnungsregeln sind in der DIN 12354-1:2017-11 festgelegt.

Beim Holzbau in Massivbauweise erfolgt die Berechnung gemäß nachstehenden Gleichungen:

$$R'_w = -10 \cdot \lg \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{ij=Ff,Fd,Df} 10^{-R_{ij,w}/10} \right]$$

mit:

- R'_w bewertetes Bauschalldämm-Maß inkl. Nebenwegen Ff, fd, Df in [dB]
- $R_{Dd,w}$ bewertetes Schalldämm-Maß des Trennbau-teils (Laborwert) ohne Nebenwege in [dB]
- $R_{ij,w}$ bewertetes Flankenschalldämm-Maß für den Übertragungsweg ij in [dB]

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + K_{ij} + 10 \cdot \lg \left(\frac{S_s}{l_{ij} \cdot l_0} \right)$$

mit:

- $R_{i,w}$ bewertetes Schalldämm-Maß Bauteil i in [dB]
- $R_{j,w}$ bewertetes Schalldämm-Maß Bauteil j in [dB]
- K_{ij} Stoßstellendämm-Maß zwischen den Bauteilen i und j in [dB]
- S_s Fläche des Trennbau-teils in [m²]
- l_{ij} Kantenlänge zwischen den Bauteilen i und j in [m]
- l_0 Bezugskantenlänge, 1 m

Derzeit liegen jedoch nur vereinzelt Daten zu den Stoßstellendämm-Maßen bzw. Flankenschalldämm-Maßen vor, sodass ein entsprechender rechnerischer Nachweis nur bedingt möglich ist.

Es konnte in Bezug auf den Holztafelbau festgestellt werden, dass für viele Anwendungsbereiche eine rechnerische Berücksichtigung der Flankenübertragung Ff bereits zu einer hinreichenden Genauigkeit führt und die Übertragungswege Fd und Df vernachlässigt werden können [5]. Hierdurch ergibt sich folgende rechnerische Vereinfachung:

$$R'_w = -10 \cdot \lg \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} \right]$$

mit:

- R'_w bewertetes Bauschalldämm-Maß inkl. Nebenwegen Ff in [dB]
- $R_{Dd,w}$ bewertetes Schalldämm-Maß des Trennbau-teils (Laborwert) ohne Nebenwege in [dB]
- $R_{Ff,w}$ bewertetes Flankenschalldämm-Maß für den Übertragungsweg Ff in [dB]

Dabei berechnet sich das bewertete Schalldämm-Maß des flankierenden Bauteils für den Übertragungsweg Ff wie folgt:

$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \cdot \lg \frac{l_{lab}}{l_f} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{A_0}$$

mit:

- $D_{n,f,w}$ bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz des Bauteils in [dB]
- l_{lab} Kantenlänge der Flanken (Labormaße) in [m]
- l_f Kantenlänge der Flanke in [m]
- S_s Fläche des Trennbau-teils in [m²]
- A_0 Bezugsabsorptionsfläche, 10 m²

Der Nachweis der Luftschalldämmung nach DIN 4109-2 erfolgt gemäß folgender Gleichung:

$$R'_w - u_{prog} \geq erf \cdot R'_w$$

Bei u_{prog} handelt es sich um einen Sicherheitsbeiwert, der mit 2 dB für den normativen Nachweis angesetzt wird.

2.3 Trittschallübertragung

Beim Trittschall beginnt die Schallübertragung eines Bauteils mit einer Körperschallanregung. Dabei wird durch Anregung des Bauteils, dieses in Eigenschwingung versetzt. Anschließend breitet sich der Körperschall im Bauteil aus und wird in Form von Luftschall in den nächsten Raum abgestrahlt. Für die Beurteilung des Trittschallschutzes wird der Trittschallpegel im Empfangsraum herangezogen.

Die Übertragung des Trittschalls erfolgt auf drei Übertragungswegen. Der Weg Dd stellt den direkten

Übertragungsweg durch die Deckenkonstruktion dar. Bei dem Übertragungsweg Df wird der Schall von der Deckenauflage in das flankierende Bauteil auf der Empfangsseite weitergeleitet. Der Weg Dff beschreibt die Schallübertragung vom Estrichaufbau im Senderaum in die flankierenden Wände. Die Übertragungswege ergeben sich im Holzbau gemäß Bild 2.

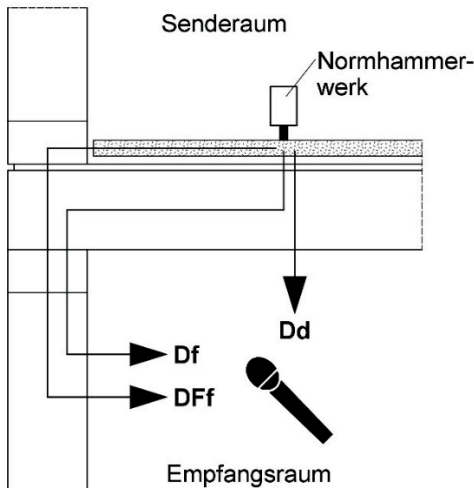


Bild 2 Trittschalldämmung einer Decke: Übertragungswege, direkt – Dd, flankierende Bauteile – Df und Dff

Das Nachweisverfahren für den Trittschallschutz nach DIN 4109-2:2018-01 regelt nur die Schallübertragung von übereinanderliegenden Räumen. Hierbei handelt es sich in der Regel um den kritischsten Übertragungsweg. Andere Raumanordnungen können rechnerisch durch Abschlüsse berücksichtigt werden.

Der bewertete Norm-Trittschallpegel der Holzdecke für die geplante Bausituation wird aus dem bewerteten Norm-Trittschallpegel der Holzdecke ohne Flankenübertragung sowie aus verschiedenen Korrekturwerten berechnet. Der Korrekturwert K_1 entspricht hierbei der Flankenübertragung auf dem Weg Df. K_2 wird als Korrekturwert zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg Dff angenommen. Es ist darauf hinzuweisen, dass K_1 und K_2 für den maßgebenden Anschluss (mit geringster Flankenschalldämmung) zu wählen sind. Die Korrekturwerte werden über ein Tabellenverfahren nach DIN 4109-2:2018-01 ermittelt.

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 \quad (\text{dB})$$

mit:

$L'_{n,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel in der Bausituation in [dB]

- $L_{n,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel ohne Flankenübertragung in [dB]
 K_1 Korrekturwert zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg Df in [dB]
 K_2 Korrekturwert zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg Dff in [dB]

Der Nachweis der Trittschalldämmung nach DIN 4109-2 erfolgt nach folgender Gleichung:

$$L'_{n,w} + u_{\text{prog}} \leq \text{erf} \cdot L'_{n,w}$$

Für u_{prog} wird im Rahmen des Nachweises ein Sicherheitsbeiwert von 3 dB angesetzt.

Je größer die Trittschalldämmung des trennenden Bauteils ist, desto größer ist der Einfluss der flankierenden Bauteile. Demzufolge ist es sinnvoll, sämtliche flankierenden Bauteile, wie bei der Berechnung der Luftschalldämmung, zu berücksichtigen.

3 Stoßstellen und Entkopplung

Wie bereits gemäß Ziffer 2 und der dort vorgestellten Berechnungsverfahren aufgezeigt, sind neben dem eigentlichen Trennbauteil sämtliche flankierenden Bauteile an der Schallübertragung beteiligt, auch wenn die normativen Rechenverfahren das nicht immer suggerieren.

Insbesondere bei Bauteilen mit hochschalldämmenden Eigenschaften erfolgt die Schallübertragung zum Teil maßgeblich über die flankierenden Bauteile. Somit ist grundsätzlich eine möglichst geringe Schallübertragung über die Nebenwege anzustreben.

Eine Schallübertragung über die flankierenden Bauteile kann durch den Einbau von elastischen Zwischenschichten gemindert werden.

Eine zusätzliche Minderung der Flankenschallübertragung kann durch das Anbringen von Vorsatzschalen und abgehängten Deckenkonstruktionen erreicht werden.

Die Stoßstellendämm-Maße K_{ij} von Decken- und Wandstößen von Massivholzelementen betragen [6], [7]:

- vertikale Übertragung, Wand durch Decke unterbrochen, $K_{ff} = 21$ dB
- horizontale Übertragung, Decke durchlaufend, $K_{ff} = 3$ dB
- horizontale Übertragung, Decke getrennt, $K_{ff} = 12 + 10 \lg(\text{m}^2/\text{m}^1)$
- gemischte Übertragung, $K_{fd} = 14$ dB,

- $K_{Df} = 14 \text{ dB}$

Die Verbesserung des Stoßstellendämm-Maßes kann nach [8] in Abhängigkeit der Anordnung der Entkopplungslagen am Deckenaufleger und der genutzten Verbindungsmittel bis zu 22 dB betragen. Eine entsprechende Übersicht ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Verbesserungsmöglichkeiten durch elastische Entkopplungen nach [8].

Anordnung der Entkopplung	Verbesserung des Stoßstellendämm-Maßes ΔK_{ij} [dB]		
	Befestigungsmittel		
	ohne	mit	optimiert
oben oder unten	10-12	2-4	7-10
oben und unten	18-22	5-10	8-19

Beim Aufbau der Segmente auf der Baustelle ist insbesondere darauf zu achten, dass die Stoßstellen entsprechend der planerischen Vorgaben sach- und fachgerecht entkoppelt werden.

4 Spektrumanpassungswerte

Durch die Verwendung des Spektrumanpassungswertes C soll die Schalldämmung eines Bauteils bei anderen Geräuschquellen bewertet werden, die von den in der Norm für die Anregung von Bauteilen bei Messungen verankerten Schallquellen (rosa Rauschen – Luftschalldämmung und Norm-Hammerwerk – Trittschalldämmung) abweichen. Die Anregung der Bauteile durch diese üblicherweise für Messungen genutzten Schallquellen entspricht im Frequenzverlauf beispielsweise nicht der Anregung durch reale Verkehrsgerausche oder gehende Personen.

Die Spektrumanpassungswerte sind normativ verankert, jedoch nur insofern, dass diese bei Messergebnissen auszuweisen sind. Eine Berücksichtigung beim rechnerischen Nachweis erfolgt nicht. Das kann dazu führen, dass die bauakustischen Eigenschaften von Bauteilen subjektiv deutlich schlechter sind, als es der Einzahlwert der Schalldämmung suggeriert.

Insbesondere im Holzbau sollten die Spektrumanpassungswerte bei der Dimensionierung der Bauteile berücksichtigt werden, um eine Steigerung des Komforts zu erzielen. Derzeitig wird die Einbindung des Spektrumanpassungswerts zur adäquaten Berücksichtigung von Verkehrsgerauschen beim normativen Nachweisverfahren diskutiert [9]. Zudem wird

empfohlen, die Spektrumanpassungswerte mit einem erweiterten Frequenzspektrum zur Steigerung des Wohnkomforts zu nutzen [10].

Die Spektrumanpassungswerte werden wie folgt angegeben und definiert.

4.1 Luftschall

$$R'_w = \dots (C; C_{tr}) \quad (\text{dB})$$

- C – übliche Wohnaktivitäten gemäß DIN EN ISO 717-1:2021-05, 100 bis 3.150 Hz
- C_{tr} – städtische Verkehrsgerausche gemäß DIN EN ISO 717-1:2021-05, 100 bis 3.150 Hz
- $C_{50-5000}$ – Anpassung der Schalldämmung an Wohngeräusche, Berücksichtigung tiefer Frequenzen, 50 bis 5.000 Hz
- $C_{tr, 50-5000}$ – Anpassung der Schalldämmung an Verkehrslärmgeräusche, Berücksichtigung tiefer Frequenzen (tr – traffic), 50 bis 5.000 Hz

4.2 Trittschall

$$L'_{n,w} = \dots (C_I) \quad (\text{dB})$$

- C_I – Berücksichtigung Abweichung zwischen Norm-Hammerwerk und gehender Person, 100 bis 3.150 Hz (I – Impact) gemäß DIN EN ISO 717-2:2021-05
- $C_{I, 50-2500}$ – wie C_I mit vergrößertem Frequenzbereich von 50 bis 2.500 Hz; ein Zusammenhang mit der Störwirkung, die durch gehende Personen verursacht wird, ist nachweisbar

5 Weitere Berechnungs- und Prognoseverfahren

Aktuell werden genauere Berechnungsverfahren für den Trittschallschutz bei Holz-, Leicht- und Trockenbaukonstruktionen diskutiert [11, 12 und 13]. Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage der DIN EN ISO 12354-2:2017-11.

Der wesentliche Vorteil gegenüber einer rechnerischen Bestimmung nach 4109-2:2018-01 ist die Berücksichtigung sämtlicher Flankenübertragungswege aller flankierenden Bauteile, wodurch eine exakte und praxisgerechte Abbildung der tatsächlichen Bausituation erreicht werden kann. Das Verfahren soll gemäß [11] bei der Überarbeitung der DIN 4109-2:2018-01 Berücksichtigung finden.

In [10] werden weitere Berechnungsverfahren für eine Bauteilvordimensionierung für den Luft- und

Trittschallschutz vorgestellt und erläutert, die zum einen die Spektrumanpassungswerte berücksichtigen und zum anderen keine Kenntnis über die Eigenschaften der komplexen Anschlusssituation erfordern. Hierdurch kann eine hinreichend genaue Abschätzung im Rahmen der Vorplanung erfolgen.

5.1 Trittschalldämmung nach DIN EN ISO 12354-2

Die DIN EN ISO 12354-2:2017-11 beinhaltet Berechnungsverfahren für die Trittschalldämmung. Es kann ein detailliertes Modell und ein vereinfachtes Modell zur Berechnung des bewerteten Norm-Trittschallpegels herangezogen werden.

Das vereinfachte Modell für Holz-, Leicht- und Trockenbaukonstruktionen (Bauteile der Bauart B) wird nachfolgend vorgestellt.

Bewerteter Norm-Trittschallpegel für den direkten Übertragungsweg für übereinanderliegende Räume:

$$L'_{n,w} = 10 \cdot \lg \left(10^{L_{n,d,w}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij,w}/10} \right)$$

mit:

- $L'_{n,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel in der Bausituation in [dB]
- $L_{n,d,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel, direkter Übertragungsweg in [dB]
- $L_{n,ij,w}$ bewerteter Norm-Flankentrittschallpegel in [dB]

$$L_{n,d,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w - \Delta L_{d,w}$$

mit:

- $L_{n,d,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel, direkter Übertragungsweg in [dB]
- $L_{n,eq,0,w}$ äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel der Rohdecke in [dB]
- ΔL_w bewertete Trittschallminderung durch eine Deckenauflage in [dB]
- $\Delta L_{d,w}$ bewertete Trittschallminderung durch eine Vorsatzkonstruktion auf der Empfangsseite des Trennbauteils in [dB]

Die Flankenschalldämmung $L_{n,ij,w}$ ist für die einzelnen Übertragungswege Df und Dff zu bestimmen und anschließend energetisch zu addieren.

Bei Berücksichtigung der DIN EN ISO 10848-3:2018-02 sowie der Ausführungen nach [11, 12 und 13] ergeben sich für den Holzbau folgende Vereinfachungen:

$$L_{n,Df,w}$$

$$= L_{n,Df,lab,w} - \Delta K_{ij} - \Delta R_{j,w} - \left(10 \lg \frac{S_s}{l_0 l_{ij}} \right)$$

$$L_{n,Dff,w}$$

$$= L_{n,Dff,lab,w} - \Delta K_{ij} - \Delta R_{ij,w} - \left(10 \lg \frac{S_s}{l_0 l_{ij}} \right)$$

$$L_{n,Df,lab,w} = 10 \cdot \lg (10^{(L_{n,w}+K_1)/10} - 10^{L_{n,w}/10})$$

mit:

$L_{n,Df,w}$	bewerteter Norm-Flankentrittschallpegel, Weg Df in [dB]
$L_{n,Dff,w}$	bewerteter Norm-Flankentrittschallpegel, Weg Dff in [dB]
$L_{n,Dff,lab,w}$	Laborwert – bewerteter Norm-Flankentrittschallpegel, Weg Dff in [dB]
$L_{n,Df,lab,w}$	Laborwert – bewerteter Norm-Flankentrittschallpegel, Weg Df in [dB]
$\Delta R_{ij,w}$ u. $\Delta R_{j,w}$	Verbesserung durch Vorsatzschalen und Beplankungen in [dB]
ΔK_{ij}	Verbesserung des Stoßstellendämmmaßes in [dB]
S_s	Fläche des Trennbauteils in [m ²]
l_{ij}	Kantenlänge zwischen den Bauteilen i und j in [m]
l_0	Bezugskantenlänge, 1 m

Es können für die Berechnung Laborwerte $L_{n,Df,lab,w}$ bzw. $L_{n,Dff,lab,w}$ herangezogen werden. Liegen keine Labordaten vor, so können die Laborwerte durch Eingangsdaten der DIN 4109-2:2018-01 über die Korrekturwerte K_1 und K_2 sowie der dazugehörigen Tabellen bestimmt werden.

Dabei kann $L_{n,Df,lab,w}$ entsprechend der zuvor genannten Gleichung über K_1 berechnet werden. $L_{n,Dff,lab,w}$ kann aus der Tabelle 4, DIN 4108-2:2018-01 abgelesen werden.

6 Beispielberechnung – Trittschall

Es erfolgt eine Gegenüberstellung des Berechnungsverfahrens der Trittschalldämmung (vertikale Übertragung von oben nach unten) anhand von Beispielberechnungen nach DIN 4109-2:2018-01 und nach DIN 12354-2:2017-11.

Raumgeometrie:

Es handelt sich um einen Raum mit einer Fläche von etwa 37 m². Die Wände gliedern sich in zwei Trennwände und zwei Außenwände. Diese sind jeweils identisch.

Länge = 8,82 m, Breite = 4,16 m, Höhe = 2,80 m

Bauteile gemäß DIN 4109-33:2016-07:

Trenndecke, DIN 4109-33, Tabelle 25, Zeile 3:

140 mm Brettstapeldecke, 80 mm Schüttung, 40 mm Trittschalldämmung aus Mineralwolle, 50 mm Estrich

$$R_w = 70 (-4; -10) \text{ dB}, L_{n,w} = 41 (-1) \text{ dB}$$

Trennwand, DIN 4109-33, Tabelle 3, Zeile 16:

Holzständerwand, 140 mm Wärmedämmung, 140 mm Schalenabstand, je Seite 2-fach mit Gipsfaserplatten (12,5 mm und 10,0 mm) beplankt

$$R_w = 66 (-3; -7) \text{ dB}$$

Außenwand, DIN 4109-33, Tabelle 6, Zeile 8:

Holzständerwand, 140 mm Wärmedämmung, 160 mm Schalenabstand, außenseitig Holzfaserplatte + Putz, innenseitig 15 mm Holzwerkstoffplatte

$$R_w = 49 (-1; -4) \text{ dB}$$

Berechnung nach DIN 4109-2:2018-01:

$$L_{n,w} = 41,0 \text{ dB}$$

$$K_1 = 4 \text{ dB}$$

$$K_2 = 3 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} = 41 \text{ dB} + 4 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 48,0 \text{ dB}$$

Berechnung nach DIN 12354-2:

$$L_{n,w} = L_{n,d,w} = 41,0 \text{ dB}$$

Trennwand

$$K_1 = 1 \text{ dB}, K_2 = 2 \text{ dB}$$

$$l_{f-Wand 1} = 4,16 \text{ m}, l_{f-Wand 2} = 8,82 \text{ m}$$

$$L_{n,DF,w,Wand 1} = 25,7 \text{ dB}$$

$$L_{n,DFf,w,Wand 1} = 30,6 \text{ dB}$$

$$L_{n,DF,w,Wand 2} = 28,9 \text{ dB}$$

$$L_{n,DFf,w,Wand 2} = 33,8 \text{ dB}$$

Außenwand

$$K_1 = 4 \text{ dB}, K_2 = 3 \text{ dB}$$

$$l_{f-Wand 3} = 4,16 \text{ m}, l_{f-Wand 4} = 8,82 \text{ m}$$

$$L_{n,DF,w,Wand 3} = 33,3 \text{ dB}$$

$$L_{n,DFf,w,Wand 3} = 35,6 \text{ dB}$$

$$L_{n,DF,w,Wand 4} = 36,6 \text{ dB}$$

$$L_{n,DFf,w,Wand 4} = 38,8 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} = 45,5 \text{ dB}$$

Bei diesem Beispiel beträgt die Differenz zwischen den genutzten Rechenverfahren rund 2 dB. Insbesondere beim Berechnungsverfahren nach DIN 12354-2:2017-11 ist eine exaktere Berücksichtigung der realen Anschlusssituationen möglich. Bei

deren Anwendung kann eine effizientere und sachgerechtere Fachplanung umgesetzt werden. Eine Überdimensionierung der Bauteile kann hierdurch reduziert werden.

7 Fazit und Ausblick

Im Rahmen einer sachgerechten und effizienten Fachplanung ist es wünschenswert, dass die Spektrumanpassungswerte und auch das vereinfachte Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Trittschalldämmung auf Grundlage der DIN 12354:2017-11 in die DIN 4109-2 implementiert werden.

Es ist insbesondere Forschungsbedarf in Bezug auf die Stoßstellendämm-Maße bzw. deren Verbesserungs-Maße durch Entkopplungsmaßnahmen sowie die Flankenschalldämm-Maße vorhanden, um eine auskömmliche Datengrundlage für normative Nachweise zu schaffen.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Sue & Til: Der grösste Holzbau der Schweiz, Wir Holzbauer.
URL: <https://www.holzbau-schweiz.ch/de/wir-holzbauer/magazine-online/detail/magazin-artikel/sue-til-der-groesste-holzbau-der-schweiz/magazin-backlink/63/> [Stand: 11.08.2020]
- [2] weberbrunner architekten, Neustadt aus Holz, Wohnungsbau mit Gewerbeflächen sue&til, Winterthur -Neuhegi.
URL: <https://weberbrunner.eu/project/wohnerbauung-mit-gewerbeflaechen-sue-til-winterthur-neuhegi/> [Stand: 11.08.2020]
- [3] DEGA BR 0101, Memorandum – Die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Bauakustik. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., 2011
- [4] DEGA-Empfehlung 103, Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., 2018
- [5] Scholl, Werner und Bietz, Heinrich: Integration des Holz- und Skelettbbaus in die neue DIN 4109. Abschlussbericht der PTB zum Forschungsvorhaben gefördert durch DIBt und PTB, 2004
- [6] Wohlmuth, Barbara et al.: Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten – Modellierung, numerische Simulation, Validierung – Forschungs-Kooperationsprojekt. TU München, Hochschule Rosenheim, ift Rosenheim, 2017

- [7] Timpte, Aline: Stoßstellendämm-Maße im Massivholzbau – Konstruktionen, akustische Kenngrößen, Schallschutzprognose. Masterarbeit TU Berlin und Hochschule Rosenheim, 2016
 - [8] Rabold, Andreas: Schalltechnische Lösungen für Massivholzelemente in der Geschossbauweise. 4. Europäischer Kongress für energieeffizientes Bauen mit Holz, 2011
 - [9] Wieland, Wilfried: Untersuchung der Regelwerke für den passiven Schallschutz unter Berücksichtigung aktueller Verkehrs-lärmspektren. Wien: 47. Jahrestagung für Akustik, DAGA, 2021
 - [10] Rabold, Andreas und Blödt, Adrian: Schallschutz im Hochbau – Grundlagen und Verbesserung. Informationsdienst Holz, Holzbau Deutschland-Institut, 2019
 - [11] Rabold, Andreas et al.: Neue Berechnungen zur Trittschallübertragung. Bauphysik, 42 (2020), Nr. 4, S. 160-172
 - [12] Fouad, Nabil A (Hrsg.): Bauphysik-Kalender – Bau- und Raumakustik. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn, 2020
 - [13] Blödt, Adrian: Schallschutz im Hochbau – Differenzierte Flankenbewertung bei der Trittschallübertragung. Informationsdienst Holz, Holzbau Deutschland-Institut, 2020
 - [14] Rabold, Andreas et al.: Optimierung von Holzdecken in Bezug auf die DIN 4109. Tagungsband Holzbau-Spezial Bauphysik, Bad Wörishofen, 2017
- DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise
 - DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
 - DIN 4109-2:2018-01 Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
 - DIN 4109-5:2020-08 Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen
 - DIN 4109-31:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 31: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Rahmendumment
 - DIN 4109-32:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau
 - DIN 4109-33:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau
 - DIN 4109-34:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen
 - DIN 4109-35:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden
 - DIN 4109-36:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Gebäudetechnische Anlagen
 - VDI 4100:2007-08 Schallschutz von Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung
 - DIN EN ISO 12354-1:2017-11 Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen
 - DIN EN ISO 12354-2:2017-11 Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen
 - DIN EN ISO 12354-3:2017-11 Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 3: Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Außenlärm
 - DIN EN ISO 717-1:2021-05 Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung
 - DIN EN ISO 717-2:2021-05 Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und Bauteilen – Teil 2: Trittschalldämmung
 - DIN EN ISO 10848-3:2018-02 Akustik – Messung der Flankenübertragung von Luftschall, Trittschall und Schall von gebäudetechnischen Anlagen zwischen benachbarten Räumen im Prüfstand und im Bau – Teil 3: Anwendung auf Typ-B-Bauteile, wenn die Verbindung wesentlichen Einfluss hat

Der Autor



Dr.-Ing. Philipp-Martin Dworok

- BPC Dworok & Voigt Ingenieur- und Sachverständigen GmbH
- Fachingenieur für Akustik
- Dozent für Schallschutz an der Hochschule für Wirtschaft und Recht in Berlin

Gemeinsam gegen Feuer und Rauch

Brandschutz für hybride Bauweisen mit Holz an Dächern, Decken und Fassaden – Stand der Technik und Problempunkte

Reinhard Eberl-Pacan

Abstract: Die zunehmende Urbanisierung, die nachhaltige und effiziente Nutzung begrenzt verfügbarer Ressourcen sowie Klimaschutz durch die energetische Optimierung bestehender Gebäude sind Trends und Maßnahmen, die für die Verwendung von Baustoffen neue Herausforderungen darstellen. Erweiterte Möglichkeiten zur Verwendung von Holzbauteilen – auch in mehrgeschossigen Gebäuden – schaffen gleichzeitig mehr Spielraum für innovative Verbundbauteile. Im Zusammenspiel können dabei verschiedene Baustoffe optimal für den jeweiligen Verwendungszweck eingesetzt werden. Das kommt in vielen Fällen auch der Sicherheit und dem Brandschutz zugute.

Neben Stahl und Beton betritt der traditionelle Baustoff Holz – als Massivbauteil, als Skelettkonstruktion bzw. als Ausgangsstoff verschiedener Dämmstoffe – mehr und mehr die Bühne des Baugeschehens. Die Verwendung von Holz senkt den Energiebedarf von Gebäuden und die CO₂-Produktion im Bauprozess (Graue Energie). Daneben sind besonders für Gebäude mit vier oder mehr Geschossen in Innenstädten schnelle Bauprozesse und eine optimale Vorfertigung gefragt, um lange Störungen des Wohnumfelds zu vermeiden (siehe Bild 1).

Novellierungen im Bauordnungsrecht, die auf aktuellen Forschungsergebnissen beruhen, zeigen, dass auch durch Holzbau ein ausreichender Brandschutz erreicht werden kann (siehe Bild 2). Dort, wo Holz wirtschaftlich, technisch oder baurechtlich an seine Grenzen stößt, können Verbundkonstruktionen mit anderen Baustoffen die Lösung sein.

1 Anwendungsfelder

Typischerweise werden selbst bei »reinen« Holzbauten »klassische« Baustoffe, wie Beton oder Stahl, benötigt. Erdberührte Bauteile – insbesondere Kellergeschosse oder Tiefgaragen – bleiben eine Domäne des Stahlbetonbaus. In vielen Fällen wird die Holzkonstruktion auch auf einen erdgeschossigen Sockel aus Stahlbeton aufgesetzt. Weitere Einsatzgebiete für Stahlbeton sind Brandwände (siehe Bild 3) oder Wände von Treppenhäusern, eine Bauweise, die in vielen Fällen sowohl der Aussteifung der Tragwerkskonstruktion als auch dem Brandschutz (Rettungswege) dient.

Stahl kommt häufig dann zum Einsatz, wenn es gilt, mit wenig Material und Bauteilhöhe große Spannweiten zu überbrücken. Die Anforderungen an eine flexible Grundrissgestaltung, reduzierte Möglichkeiten der Lastabtragung – z. B. bei Dachgeschossaus- oder -aufbauten – können die Gründe dafür liefern. Daneben ist Stahl auch im Holzbau ein vielseitiges, flexibles und leistungsfähiges Verbindungsmittel. Schrauben,

Nägeln, Laschen, Klammern, Anker, Bänder oder Stäbe ersetzen seit Jahrzehnten zimmermannsmäßige Holzverbindungen.

2 Brandschutz für Beton, Stahl und Holz

Während der vorbeugende Brandschutz bei Stahlbeton – aufgrund des hohen Feuerwiderstands und der Nichtbrennbarkeit – kaum Probleme bereitet, sind Stahlbauteile im Brandfall durchaus kritisch zu betrachten. Der Baustoff ist anorganisch und wird ohne besonderen Nachweis als nichtbrennbar eingestuft. Allerdings verlieren Bauteile aus Stahl bei extremer Erwärmung ab ca. 500 °C ihre Tragfähigkeit. Bei einem Vollbrand wird diese Temperaturgrenze bereits nach wenigen Minuten erreicht.

Bei baulichen Brandschutzmaßnahmen für Stahlbauteile kommt es deshalb darauf an, die Oberflächentemperaturen am Stahlprofil unter dieser Grenze zu halten. Je nach Einbausituation sowie den funktionellen oder gestalterischen Anforderungen gibt es verschiedene Möglichkeiten, einen Feuerwiderstand für Stahlbauteile zu erreichen.

Im Gegensatz zu Beton und Stahl ist Holz ein brennbarer Baustoff. Das Baurecht verhinderte deshalb über lange Zeit den Einsatz von Holzbaustoffen für mittlere und höhere Gebäude. Trotzdem hat Holz auch in Sachen Brandschutz positive Eigenschaften. Holzkonstruktionen sind deshalb im Brandfall durchaus ebenbürtig zu anderen Bauweisen. Sie leisten dem Feuer lange Widerstand und kündigen – im Gegensatz zu Stahlkonstruktionen – einen möglichen Einsturz vorher akustisch an.

3 Konstruktionen für den Brandschutz

Bei Verbundbauweisen mit verschiedenen Baustoffen – vor allem für mehrgeschossige Gebäude der Gebäudeklassen (GK) 4 und 5 (über

7 m Höhe Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses) – sind daher eine kompetente Brandschutzplanung und vor allem ein an den jeweiligen Baustoff angepasster Umgang mit dem erforderlichen Brandschutz erforderlich.

4 Dachaufstockungen

Bei Dachausbau- oder Aufstockungsprojekten bietet sich Holz in Verbindung mit Stahlbauteilen als die für diese Aufgabe am besten geeignete Konstruktion an. Sie vereint mehrere Eigenschaften in sich, die alternative Konstruktionen nicht im selben Maß besitzen.

Da die bestehenden Tragstrukturen von Gebäuden meistens nicht darauf ausgelegt sind, zusätzliche vertikale Lasten aufzunehmen, ist das zusätzlich anfallende Gewicht der Aufstockung oft entscheidend für die Realisierbarkeit. Bei Nadelhölzern beträgt das Eigengewicht nur etwa 5 kN/m³, bei Beton jedoch 25,5 kN/m³, also fünfmal mehr. Während Holz also ein geringes Eigengewicht und bereits gute statische Eigenschaften aufweist, können in Verbindung mit Stahlbauteilen noch größere Spannweiten überwunden werden.

Unterschiedliche Konstruktionssysteme aus beiden Baustoffen sind am Markt gut verfügbar und ermöglichen eine rasche Herstellung bzw. Vorfertigung der Elemente. Holz lässt sich zudem, dank der enormen Vielfalt an Halbfertigprodukten und Verkleidungssystemen, für innen wie außen, für Böden wie für Decken verwenden.

5 Decken

Grundsätzlich weisen Holz-Beton-Verbunddecken (siehe Bild 4) ein günstiges Brandverhalten auf. Die Betonschicht erzeugt einen dichten Abschluss gegen Rauch. Das Holz schützt den Beton gegen Wärme und verhindert dadurch Abplatzungen. Die Verbundfuge wird

durch Einhalten einer ausreichenden Holzüberdeckung gegen Wärme geschützt, sodass eine hohe Feuerwiderstandsdauer erreicht wird.

Der durch den Abbrand reduzierte Balkenquerschnitt und die temperaturbedingte Reduktion der Steifigkeit und Festigkeit der Verbindung beeinflussen das Tragverhalten der Verbundkonstruktion, sind aber einfach berechenbar.

Der Stahlbeton als Teil von Holz-Beton-Verbund-Decken glänzt besonders dann, wenn es darum geht, hohe Feuerwiderstände bei geringen Bauteildicken zu erreichen. So ist eine Platte aus 100 mm Beton (einschließlich Estrich) nach DIN EN 1992¹ (Eurocode 2) bereits als feuerbeständig (REI 90) einzustufen. Das Gleiche gilt nach DIN 4102-4² auch für nichttragende Wände mit Brandschutzanforderungen (Trennwände).

Ausreichend dicke Betonplatten für den Holz-Beton-Verbund bieten auch Vorteile für die zulassungskonforme Verwendung von Bauprodukten (oder Anwendung von Bauarten), insbesondere bei Abschottungsmaßnahmen (Decken) oder Feuerschutzabschlüssen (Brandeschutztüren in Trennwänden). Bauprodukte, die einen Verwendbarkeitsnachweis benötigen, sind in der Regel nur für nichtbrennbare Bauteile zugelassen. Betonplatten oder Trennwände mit 10 bis 15 cm Dicke können, je nach Zulassung der Abschottung oder des Feuerschutzabschlusses, diese Anforderung eigenständig erfüllen.

6 Fassaden

Verbesserte Wärmedämmung moderner Fassaden verlangt mehr Dämmschichten und führt so zu dickeren Außenwänden. Daraus entstehen zusätzliche Kosten und Flächenverluste.

Bei Gebäuden, bei denen vor eine ggf. massive bzw. hybride Tragkonstruktion eine Holzfassade

(siehe Bild 5) gesetzt wird, können die Dämmschichten – im Gegensatz zur Massivfassade aus Beton oder Mauerziegel – in die Konstruktion integriert werden, während sie bei Letzterer vor der tragenden Konstruktion angebracht werden muss – ein erheblicher Vorteil, der zur Reduktion der Konstruktionsfläche und damit zu einem merklichen Gewinn von Nutzfläche führt.

7 Holz als »starker« Partner

Bei hybriden Bauweisen kann sich durchaus Holz als der »stärkere« Partner erweisen. Bei sehr hohen Temperaturen, die bei größeren Brandereignissen auftreten, wird Stahlbeton, selbst bei ausreichender Stahlabdeckung durch den Beton, in der Regel irreparabel geschädigt. Holzdecken dagegen dämmen zum einen die Hitze gut ab und, obwohl sie zum Brandgeschehen selbst beitragen, brennen sie sehr gleichmäßig ab. Der sogenannte Abbrand von Holz (ca. 7 mm pro Minute) wird von steigenden Temperaturen kaum beeinflusst. Die beim Brand verbleibende Kohleschicht hat zusätzlich eine gute Dämmwirkung und schützt das darunterliegende »gesunde« Holz, das wiederum die Hitze nur eingeschränkt in die darüber angeordnete Betonplatte eindringen lässt.

Auch die oben erwähnten Bauteile und Verbindungsmittel aus Stahl können durch Holz gut vor hohen Temperaturen und somit vor einem Versagen geschützt werden. Beim Einbau dieser Stahlbauteile ist deshalb darauf zu achten, dass sie – je nach Feuerwiderstandsanforderungen – durch ausreichend dickes Holz bekleidet oder abgedeckt sind. Aufgrund der hohen Genauigkeit, mit der sowohl Stahl – als auch Holzbauteile hergestellt werden, lassen sich auch Fugen, durch die Feuer oder heißer Rauch an Stahlbauteile gelangen könnte, einfach und praxistauglich vermeiden.

¹ DIN EN 1991-1-2:2010-12: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke

² DIN 4102-4:2016-05: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

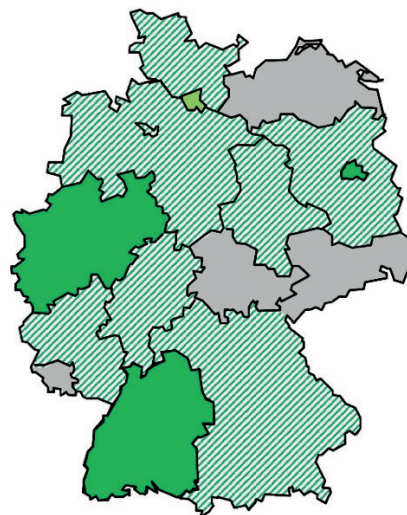
8 Fazit

Sowohl der Trend als auch der Handlungsbedarf in Richtung Klimaschutz und Nachhaltigkeit hat sich im letzten Jahrzehnt zunehmend verschärft. Für beide Themengebiete bietet der Holzbau hervorragende Voraussetzungen. Ähnlich wie Beton und Stahl zu Beginn des 20. Jahrhunderts zur Lösung anstehender Bauaufgaben beitrugen und andere traditionelle Bauarten zunehmend ablösten, ist es nun wiederum der Holzbau, mit dessen Renaissance wir die vor uns liegenden Herausforderungen effektiv und dauerhaft bewältigen können.

Obwohl der Holzbau in Sachen Brandschutz lange Zeit sehr kritisch gesehen wurde, zeigen innovative Konstruktionen, dass Holz im Verbund mit den Baustoffen Beton und Stahl sich durchaus als »starker« Brandschutzpartner erweisen kann.



Bild 1 Bei Gebäuden mit vier oder mehr Geschossen in Innenstädten sind schnelle Bauprozesse und eine optimale Vorfertigung gefragt, um lange Störungen des Wohnumfelds zu vermeiden. (Foto: Andreas Meichsner)



	Holzbau nach jeweiliger LBO möglich bis GK 4 (bei GK 4 brandschutztechnisch wirksame Bekleidung notwendig)
	Holzbau nach jeweiliger LBO möglich bis GK 5 (bei GK 4 und 5 brandschutztechnisch wirksame Bekleidung notwendig)
	Holzbau nach jeweiliger LBO möglich bis GK 5 (bei GK 4 und 5 Massivbau notwendig)
	Holzbau nach jeweiliger LBO möglich bis GK 5 (brandschutztechnisch wirksame Bekleidung nicht unbedingt erforderlich)

LBO = Landesbauordnung/ GK = Gebäudeklasse

Bild 2 Novellierung im Bauordnungsrecht: In sechs Landesbauordnungen (grün) wird zugelassen, dass feuerwiderstandsfähige Bauteile in allen Gebäudeklassen aus Holz ohne nichtbrennbare Brandschutzbekleidung hergestellt werden dürfen. (Zeichnung: Reinhard Eberl-Pacan)

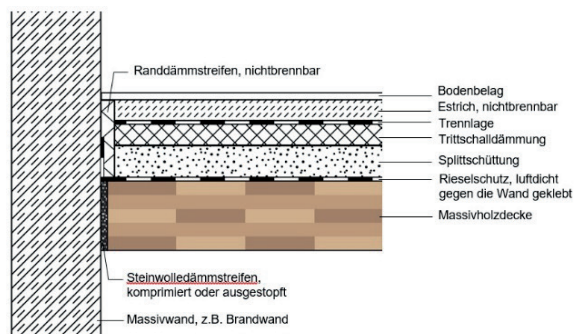


Bild 3 Stahlbeton, z. B. für Brandwände, kann im Holzbau sowohl der Aussteifung der Tragwerkskonstruktion als auch dem Brandschutz dienen. (Quelle: M-HolzBauRL)

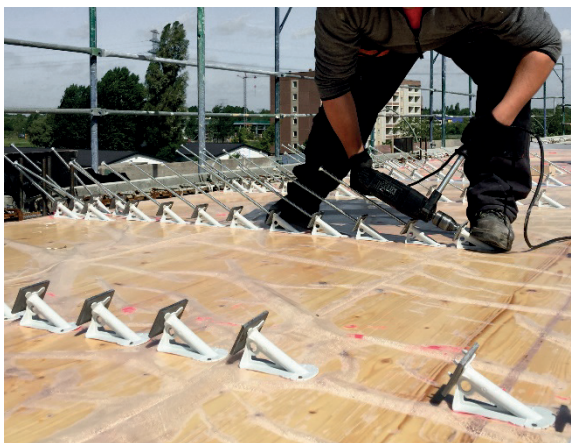


Bild 4 Herstellung einer Holz-Beton-Verbunddecke:
Lange Schrauben verspannen die Konstruktion
und verzahnen sich später mit dem bewehrten
Aufbeton. (Bildquelle: ZRS Architekten Ingenieure)



Bild 5 Bei Holzfassaden können die Dämmschichten – im
Gegensatz zur Massivfassade aus Beton oder
Mauerziegel – in die Konstruktion integriert wer-
den. (Foto: Andreas Meichsner)

Der Autor



Foto: Andreas Winter

Dipl.-Ing. Reinhard Eberl-Pacan

Architekt, Planer und Sachverständiger sowie
freier Redakteur und Referent für den vorbeu-
genden Brandschutz, Vorsitzender des Bundes-
verbandes Fachplaner und Sachverständige im
vorbeugenden Brandschutz (BFSB); Vize-Präsi-
dent des Deutschen Instituts für vorbeugenden
Brandschutz (DlvB)

brandschutz plus GmbH
Brunnenstraße 156
10115 Berlin-Mitte
Tel. 030 700 800 930
kontakt@brandschutzplus.de
www.brandschutzplus.de

Begrünte Bauteile

Gebäudeoptimierung und Umfeldverbesserung

Nicole Pfoser

Abstract: Der gerade in Siedlungsräumen nicht nachlassende bauliche Flächenbedarf und unsere Wertschätzung noch verbleibender innerstädtischer Grünflächen stehen in stetiger Konkurrenz. Durch Gebäudebegrünung entsteht ein vielfältiger Nutzen für die Stadt mit städtebaulichen und freiraumplanerischen Qualitäten, wasserwirtschaftlichen Argumenten, Beiträgen zum Klimaschutz sowie natur-schutzfachlichen Aspekten. Gleichzeitig entstehen Vorteile durch Möglichkeiten zur Gebäude-opti-mierung wie Materialschutz/Materialökonomie, die Reduktion des Energiebedarfs sowie eine Wertsteige-rung der Immobilien.

Keywords: Begrünung, Gebäudebegrünung, Dachbegrünung, Fassadenbegrünung, Gebäudeopti-mierung, Umfeldverbesserung, Klimaanpassung, Klimaschutz, Energieeinsparung, Hitzeinseln, Starkre-gen, Feinstaub, Materialökonomie, Wertsteigerung

1 Status quo »Stadt«

Der Bauflächenentwicklungsdruck führt in vie-len Fällen zu einer fortschreitenden Ausweitung und Verdichtung des Stadtraums mit negativen Folgen, wie der Zunahme der Bebauungsdichte (sommerliche Hitzespeicherung, Emissionen der Wärme- und Kälteversorgung) und des Indi-vidualverkehrs (Flächenversiegelung, Schall, Emissionen). Darüber hinaus nimmt infolgedes-sen auch der natürliche Wasserrückhalt ab. Im Zusammenwirken dieser Faktoren kommt es in der Regel zu erheblichen klimatischen, lufthygi-enischen und akustischen Belastungen. Versie-gelte Bodenflächen leiten, wie auch Fassaden und Dächer, das Regenwasser unvermindert und nahezu unverzüglich der Kanalisation zu. Der Klimabeitrag der Verdunstung ist deshalb minimal, die Kanalbelastung erheblich, was bei Starkregenereignissen durch Rückstau zu urba-

nen Überflutungen führen kann. Die Schall-absorption ist geringfügig. Schallharte Flächen reflektieren und überlagern Verkehrsgeräusche zu Dauerlärm. Die ungefilterte direkte und re-flektierte Sonnenstrahlung heizt die städtischen Oberflächen auf. Die Materialbeanspruchung ist infolge mechanischer Kräfte, durch wechselnde Temperaturextreme und vorzeitige Alterung durch Witterungseinflüsse und UV-Strahlung hoch. Heiße Thermik baut sich auf, die natürli-che Fensterlüftung bewirkt keine ausreichende Abkühlung der Innenräume. Der Überhitzung der Flächen kann die verminderte nächtliche Abkühlung nicht mehr ausreichend entgegen-wirken. Es bilden sich städtische Hitzeinseln. Eine Vollklimatisierung mit maschineller Küh-lung zeigt sich als vordergründige Lösung, ver-stärkt jedoch infolge der vermehrten Abwärme durch die Umwandlung elektrischer Energie den

Effekt der städtischen Aufheizung. ([Pfoser/Jenner 2014: S. 14], [Pfoser 2016: S. 12], [Pfoser 2018: S. 11])

2 Grüne Chance

Der Umfang direkt begrünbarer Bestandsflächen, etwa ungenutzten Flachdächern, Brandwänden, fensterlosen Wandscheiben, Gewerbe- und Industriebauten, Verkehrsbauten, Stützmauern etc. übersteigt die für Stadtgrün verfügbare Bodenfläche um ein Vielfaches. Die wesentlichen Wirkungen der Gebäudebegrünung umfassen klimatische, ökologische, medizinische, wirtschaftliche und gestalterische Eigenschaften. Gebäudebegrünungen sind ohne zusätzlichen städtischen Bodenverbrauch realisierbar. Begrünungen sorgen für Verdunstungskühlung und ausgleichende Luftbefeuchtung. Sie regulieren das Stadtklima und verbessern die städtische Luftqualität durch Filterung, Feinstaubbindung und Sauerstoffanreicherung. Schallabsorption und reduzierte Schallreflexion verringern die städtische Geräuschkulisse. Gebäudeoberflächen werden vor Niederschlägen und UV-Einwirkung geschützt. Begrünungen ermöglichen den Anbau von Nahrungsmitteln und schaffen Lebensräume (Trittsstein-Funktion) und Nahrungsangebote für Tiere. Sie verbessern das Stadtbild durch übergeordnete, identitätsstiftende Gestaltungsthemen und erhöhen damit die Wohn- und Umgebungsqualität. ([Pfoser/Jenner 2014: S. 15], [Pfoser 2016: S. 13], [Pfoser 2018: S. 12])

2.1 Umfeldverbesserung

Gebäudebegrünungen bereichern das visuelle Stadterlebnis aus unterschiedlichen Perspektiven. Gerade in der städtischen Mischung aus heterogenem Gebäudebestand wird das Wohn- bzw. Arbeitsumfeld visuell, klimatisch, akustisch und damit zugleich sozial aufgewertet. Wesentlicher naturschutzfachlicher Aspekt ist der neu geschaffene Lebensraum für Flora und Fauna. Ökologie/Umweltaspekte haben in den vergan-

genen Jahren unter dem Druck des Klimawandels, der damit verbundenen Verstärkung stadtklimatischer Probleme (Überhitzung, Zunahme von Starkregenereignissen etc.) und der daraus resultierenden Anpassung urbaner Gebiete an den Klimawandel, erheblich an Bedeutung gewonnen.

Der Aspekt der Aufenthaltsqualität ist in jüngerer Zeit besonders durch vorbildliche Beispiele intensiver Gebäudebegrünungen in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Dach- und Fassadenbegrünungen werden heute zum Image- und Identifikationsfaktor. Dauerhafte Begrünungen sowie in Innenstädten an wechselnden Orten zu findende temporäre Begrünungen werden gerne angenommen. Die Projekte vereinen die Suche nach einer zukunftsfähigen, ökologisch bewussten Lebensweise mit einem hohen Gestaltungsanspruch. ([Pfoser 2016: S. 88 ff.], [Pfoser 2018: S. 141 ff.])

2.2 Gebäudeoptimierung

Die Vielfalt wirtschaftlicher, ökologischer und gestalterischer Motive zur Begrünungsanwendung und die große Variationsbreite ihrer unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten birgt Chancen zur Schaffung von Synergien aus verbesserten Lebens- und Umweltbedingungen und zugleich konkreten baulichen Optimierungen. Neben Funktion, Gestaltung und Angemessenheit der Kosten werden die Werte des Ressourcenverbrauchs für Herstellung, Betrieb und Rückbau zu maßgeblichen Faktoren. Der Beitrag zum Klimaschutz wird zu einer wichtigen Zielgröße und zu einem Maßstab für die Effizienz der eingesetzten Mittel. Gebäudebegrünungen haben dabei mit ihren positiven klimatischen Einflüssen und mit hoher Nutzungsqualität einen festen Platz in der planerischen Entscheidungsabfolge erreicht.

Gebäudebegrünungen tragen inzwischen zur Reduktion der Betriebskosten bei und sind dabei gegenüber rein technischen Lösungen bezüglich der Investitions- und Unterhaltungskosten im Vorteil.

Der Beitrag der Gebäudebegrünung zu einem verantwortungsbewussten Umgang mit Energie erschließt ein breites Anwendungsspektrum, wie z. B. durch die passive Abkühlungs- und Erwärmungsregulierung der Gebäudehülle, die saisonale Steuerung einer aktiven Solarwärmegewinnung oder die Leistungsoptimierung der Photovoltaik durch natürliche Umgebungskühlung. Chemische Einwirkungen, schnelle Temperaturwechsel, mechanische Belastungen und ultraviolette Strahlung sind Ursachen für Alterung, Sprödewerden und zuletzt Versagen von Dachhautmaterialien. Schutz gegen diese Beeinträchtigungen sowie gegen immer häufiger auftretende schwere Hagelschauer bietet ein fachgerechter Begrünungsaufbau. Er puffert die Temperaturdifferenz auf der Dachabdichtung zu jeder Jahreszeit, und Heiz- und Kühllasten reduzieren sich entsprechend. Begrünungen gleichen visuelle Defizite aus, schaffen Akzeptanz und leisten gleichzeitig einen Beitrag zu Lärm-minderung, Luftverbesserung und Hitzevermeidung.

Für innerstädtische Nutz- und Wohnflächen ist ein direkter Zugang zum eigenen Dachgarten ein gesuchtes Qualitäts- und Alleinstellungsmerkmal mit hohem Gegenwert. Bei entsprechender Begrünungsintensität sind vom Ruhegarten über Spielflächen bis zum Anbau von Zier- und Nutzpflanzen vielfältige Möglichkeiten gegeben. ([Pfoser 2016: S. 71 ff.], [Pfoser 2018: S. 120 ff.])

2.3 Übersicht der Leistungsfaktoren

Die folgenden Grafiken fassen die Leistungsfaktoren der Gebäudebegrünung zusammen. Sie zeigen Potenziale hinsichtlich der Optimierung von Einzelgebäuden sowie der möglichen Umfeldverbesserung im Zusammenhang. Sie gliedern die Ergebnisse in den Bedarf über den Jahresverlauf, unterschieden nach Maßnahmen, Wirkung und Einsparpotenzialen durch Dach- und Fassadenbegrünungen. (Pfoser 2018: S. 143)

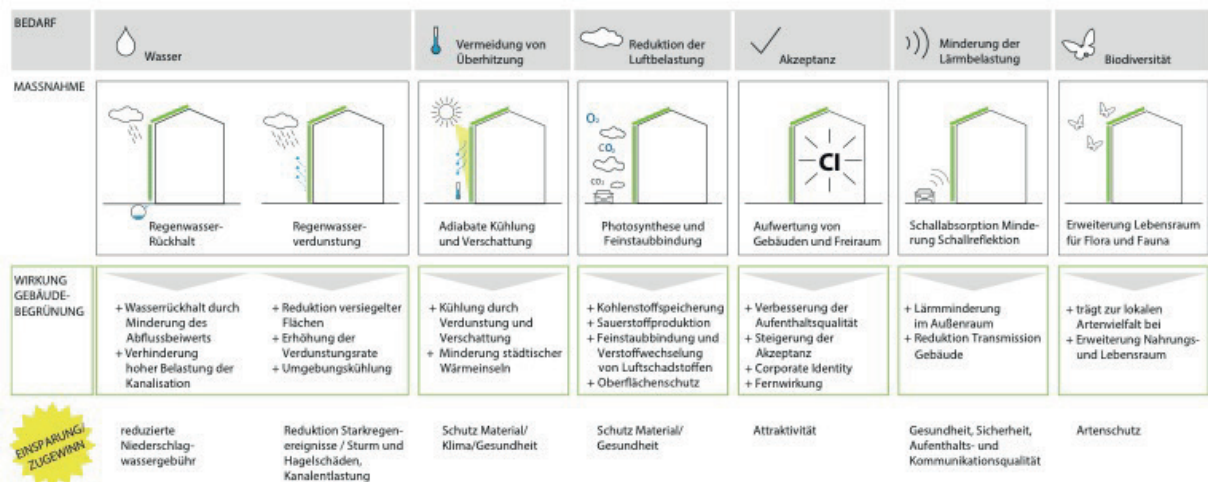


Bild 1 Maßnahmen zur Umfeldverbesserung im städtischen Kontext: Darstellung der Wirkungen sowie Einsparungen/Zugewinne durch Gebäudebegrünungen [Quelle: Pfoser/Jenner S. 161, Pfoser, S. 142]

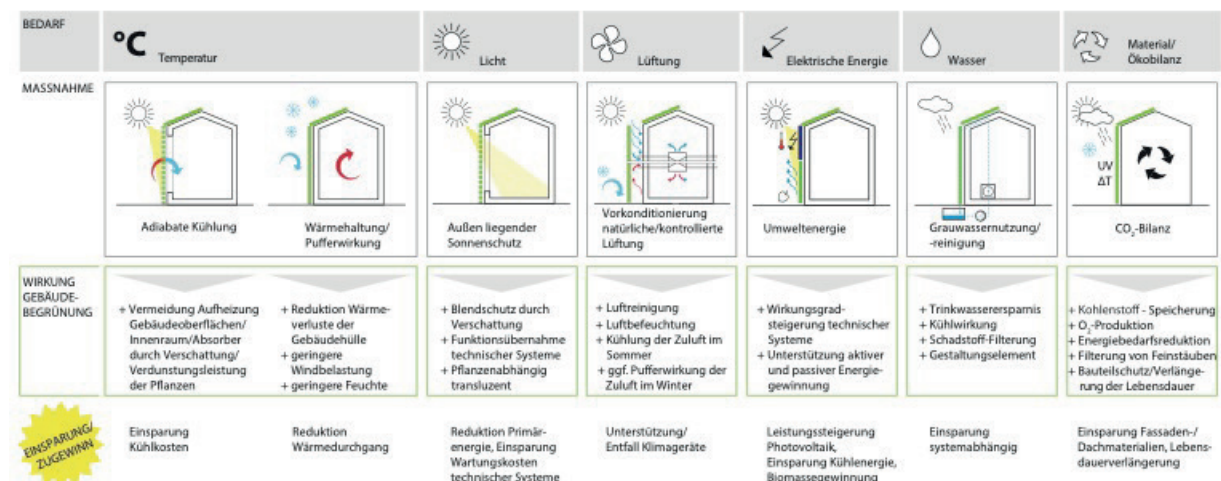


Bild 2 Maßnahmen zur Gebäudeoptimierung: Darstellung der Wirkungen sowie Einsparungen durch Gebäudebegrünungen [Quelle: Pfoser/Jenner S. 146–147, Pfoser, S. 121]

3 Sachstand bau- und vegetationstechnischer Lösungen

Die Gestaltung von Gebäudebegrünungen umfasst eine große Breite prinzipieller Lösungsmöglichkeiten. Angewandt auf das Nutzungsziel, auf die örtlichen baulichen und klimatischen Verhältnisse und die jeweiligen Pflege- und Wartungsmöglichkeiten, ergibt sich eine Gruppe realistischer Alternativen, die den Rahmen für individuelle Gestaltungsabsichten und den Finanzierungsbedarf bestimmen.

Die unterschiedlichen Begrünlungslösungen bilden jeweils eine typische Architektursprache aus, die mögliche Pflanzenauswahl ist umfangreich. Zu berücksichtigen sind die Tragfähigkeit und Oberflächenqualität der zu begrünenden Konstruktion. Ausschlaggebend sind zudem die Exposition und das Gesamtgewicht des Begrünlungssystems (Eigengewicht ausgewachsener Begrünlung, evtl. Sekundär- und Versorgungskonstruktionen, Niederschläge, Windkräfte). Wasseranschluss und Energieversorgung (z. B. für Pflege, Wartung und Instandhaltung) sind zu empfehlen. Es besteht in der Regel Baugenehmigungspflicht (Gestaltung, Statik, Brandschutz). Eine rechtliche Klärung ist bei Grenzberührung (Überhang, Platzbedarf, Wartung) erforderlich. Durch gezielt geplante Begrünungen kann erreicht werden, dass das Winterbild nicht

von abgestorbenen Pflanzenteilen bestimmt wird. Alle Begrünungen bedürfen einer sicheren Wartungs- und Pflegezugänglichkeit, um den wirtschaftlichen Erhalt sicherzustellen. Einige Begrünlungssysteme benötigen eine ganzjährige, automatisch gesteuerte künstliche Bewässerung und Nährstoffversorgung, was zugleich sorgfältig aufeinander abgestimmte Pflanzengesellschaften erfordert. Alle Bestandteile eines Begrünlungssystems sind auf die geplante Lebensdauer abzustimmen. Die Umsetzung von Dach- und Fassadenbegrünungen ist vielfältig. So zeigen sich Anwendungen für Gebäude mit unterschiedlichen Dachformen (Flachdach, Schrägdach) sowie Begrünlungslösungen für Fassaden, die versiegelten bzw. nicht versiegelten Bereichen zugeordnet sind. ([Pfoser/Jenner 2014: S. 34 ff.], [Pfoser 2018: S. 158 ff.])

4 Fazit

Die Frage nach zukunftsweisenden Ansätzen zur Linderung des Defizits an klimaaktiven Vegetationsflächen stellt sich mit Nachdruck. Naheliegender wäre die alleinige Betrachtung resilienten Stadtgrüns – strategisches Ziel sollte jedoch eine effiziente Stärkung der städtischen Resilienz insgesamt sein. Dies erfordert Klimaanpassungskonzeptionen mit Themen wie multifunk-

tionale Flächennutzungen, ökologische Bewässerungslösungen, zielführende Flächenbegrünungen sowie Lösungen zur dezentralen Energieversorgung und Verbrauchsminimierung, zu Mobilität und stadtgestalterischen Aspekten.

Allein mit den vielfältigen Möglichkeiten der Gebäudebegrünung bieten sich durch die Aktivierung ungenutzter Flächen zahlreiche Potenziale

hinsichtlich städtebaulicher und freiraumplanerischer Kriterien, wasserwirtschaftlicher Aspekte, Lösungen zu Klimaschutz und Klimaanpassung, naturschutzfachlicher Aspekte sowie einer Reduktion des Energiebedarfs, Leistungssteigerung aktiver Energiegewinnung, Materialschutz/Materialökonomie und der Wertsteigerung von Immobilien.



Bild 3 Dach- und Fassadenbegrünung der Wohnanlage Wagnis 4, München [Quelle: Pfoser]

5 Literaturreferenzen

- [1] Pfoser, N.: Vertikale Begrünung. Stuttgart: Ulmer, 2018
- [2] Pfoser, N.: Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt, 2016
- [3] Pfoser, N./Jenner, N. et al. (2014): Gebäude Begrünung Energie – Potenziale und Wechselwirkungen. URL: www.bau-fachinformation.de/gebaeude-begrueung-energie/bu/2014129014941 [Stand: 21.09.2021]

Die Autorin



Pfoser, Nicole, Prof. Dr.-Ing.
Architektin, Innenarchitektin, Master der Landschaftsarchitektur

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen | Fakultät UGT Umwelt Gestaltung Therapie | Schelmenwasen 4–8 | 72622 Nürtingen

nicole.pfoser@hfwu.de

- Architektin, Innenarchitektin, Master of Landscape Architecture (IMLA). Tätig in Planung, Forschung und Lehre der Architektur, Landschaftsarchitektur, Stadtentwicklung. Schwerpunkt nachhaltiges Entwerfen und Bauen, Gebäudebegrünung und ihre Auswirkung auf Stadt und Gebäude, Energieverbrauch, Klima und Lebensqualität
- Studiengangsleiterin und Professorin des Studiengangs Landschaftsarchitektur der

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU), Fakultät Umwelt Gestaltung Therapie

- Stellvertretende Direktorin des Instituts für Stadt und Immobilie (ISI) der HfWU.
- Stellvertretende Institutsleiterin der Akademie für Landschaftsbau und Vegetationsplanung (avela)
- Projektleiterin Forschung und Lehre des Bundesverbands GebäudeGrün (BuGG) und Mitglied im Regelwerkausschuss »Fassadenbegrünung« der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL)
- Stellvertretende Direktorin des Instituts für Stadt und Immobilie (ISI) sowie stellvertretende Institutsleiterin der Akademie für Landschaftsbau und Vegetationsplanung (avela) der HfWU. Redakteurin des biotope-city.net, International Journal for City as Nature
- Autorin des Fachbuchs »Vertikale Begrünung« (Ulmer Verlag) und des durch die Initiative Zukunft Bau des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit geförderten Leitfadens »Gebäude Begrünung Energie«

Unterschiedliche Bauweisen und unterschiedliche Standards

Stolpersteine für den Bausachverständigen bei Mängeln im Schallschutz und Brandschutz. Welche technischen Standards sind einzuhalten?

Steffen Holatka

Abstract: Der Beitrag setzt sich mit der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs und der Obergerichte zu schallschutz- und brandschutztechnischen Themen auseinander und wirft die Frage auf, ob aus rechtlicher Sicht unterschiedlichen Bauweisen in der Rechtsprechung Rechnung getragen wird.

Keywords: Bauordnungsrecht, zivilrechtlicher Mangelbegriff, vereinbarte Beschaffenheit und funktionaler Mangel, verkehrsübliche Verwendung, allgemein anerkannte Regeln der Technik, Bestands- und Altbausanierungen, unterschiedliche Bauweisen – unterschiedliche Standards

1 Baustandards – verschiedene rechtliche Perspektiven

Aus rechtlicher Sicht lässt sich nicht ohne Weiteres beantworten, welche technischen Standards zur Herstellung eines mangelfreien Werks einzuhalten sind. Maßgeblich ist hier zunächst einmal, aus welcher rechtlichen Perspektive die Frage nach einzuhaltenden Standards gestellt wird.

Das Zivilrecht regelt die Rechtsbeziehungen zwischen Privatpersonen. Zielrichtung des Bauordnungsrechts ist es hingegen, dass bauliche Anlagen so errichtet, erhalten oder geändert werden, dass von selbigen weder Gefahren für die öffentliche Sicherheit noch für die öffentliche Ordnung ausgehen, insbesondere Leben und Gesundheit, und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden. In gewisser Weise werden damit im Bauordnungsrecht Mindeststandards normiert, die in jedem Falle einzuhalten sind.

Dass dies insbesondere für den Bereich des Brandschutzes gilt, dürfte auf der Hand liegen. Ebenso enthalten aber die jeweiligen Landesbauordnungen

über die Einbeziehung der Technischen Baubestimmungen Regelungen, die wiederum Mindestvorgaben an den Schallschutz stellen.

Eine technische Regel (zum Beispiel eine Norm oder eine Richtlinie) ist bauordnungsrechtlich und damit aus öffentlich-rechtlicher Sicht verbindlich, wenn sie als Technische Baubestimmung eingeführt ist. Es werden jedoch nur die Regeln als Technische Baubestimmungen eingeführt, die notwendig sind, um die Grundsatzanforderungen des Bauordnungsrechts zu erfüllen.

2 Bauordnungsrecht

2.1 Schallschutzstandards

In öffentlich-rechtlicher Hinsicht wird dementsprechend der einzuhaltende Mindeststandard festgelegt, der sich selbstverständlich nicht mit den Standards decken muss (und in den seltensten Fällen deckt), der zwischen einem Werkunternehmer und dem Besteller einer Werkleistung vereinbart ist. Jedenfalls gilt aber auch ohne getroffene Vereinbarung zwischen dem Werkunternehmer und dem Besteller

der bauordnungsrechtliche Mindeststandard als vereinbart. Dies deshalb, da der Bauherr stets erwarten kann, dass das Gebäude den bauordnungsrechtlichen Anforderungen genügt. Die DIN 4109-1 definiert hierfür die maßgeblichen bauakustischen Werte für Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude, gemischt genutzte Gebäude, Reihen- und Doppelhäuser, Hotels und Beherbergungsstätten, Krankenhäuser und Sanatorien sowie Schulen und vergleichbare Einrichtungen. In der DIN 4109-1 heißt es jedenfalls wie folgt:

»Unter Zugrundelegung eines Geräuschpegels von $LAF,eq = 25$ dB werden für schutzbedürftige Räume in z. B. Wohnungen, Wohnheimen, Hotels und Krankenhäuser folgende Schutzziele erreicht:

Gesundheitsschutz, Vertraulichkeit bei normaler Sprechweise, Schutz vor unzumutbaren Belästigungen. Es kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr bzw. als nicht belästigend wahrgenommen werden, auch wenn die in dieser Norm festgelegten Anforderungen erfüllt werden.«

Neben diesen klar definierten Gebäudetypen muss für alle Arten von Gebäuden, die für den Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, der Schutz gegen Außenlärm sichergestellt werden, wobei in DIN 4109-1 dem Schutz gegen Außenlärm ein eigener Abschnitt gewidmet ist. Mit Blick auf den Geschosswohnungsbau werden dort in Tabelle 1 die Mindestwerte für die wichtigsten Bauteile im Wohnungsbau dargestellt.

Neubauten mit Holzdeckenkonstruktionen nach DIN 4109-33 haben einen geringeren Mindestanforderungswert an den Trittschall zu erfüllen, sodass es sich hier um bauordnungsrechtlich abgesenkte Anforderungen handelt.

2.2 Brandschutzstandards

In den Landesbauordnungen der Bundesländer sind in bauordnungsrechtlicher Hinsicht die Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen festgelegt. Gleiches gilt für die Anforderungen des verwendeten Baustoffs. Im Wesentlichen galt und gilt dies in bauordnungsrechtlicher Hinsicht unterschiedslos für die jeweils vorgesehene Bauweise.

Dies hat zur Konsequenz, dass die Anforderungen auch für Holzbauteile verbindlich sind. Je nach der in Rede stehenden Gebäudeklasse und den damit in brandschutztechnischer Hinsicht verbundenen Anforderungen wird die Verwendung von Holz für

bspw. feuerbeständige Bauteile bisher von einigen Landesbauordnungen ausgeschlossen. Denn Bauteile, die im Sinne einer F 90-Feuerwiderstandsfähigkeit feuerbeständig sein müssen, sind bislang der weiteren Anforderung unterworfen, zusätzlich in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen zu bestehen. Vergleichbares gilt auch für hochfeuerhemmende Bauteile. Bereits 2004 wurde die Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise eingeführt, wobei selbige nun grundlegend erneuert wurde. Sie heißt nun Musterholzbaurichtlinie (MHolzBauRL) und regelt die brandschutztechnischen Anforderungen. Durch diese Neuerungen ergeben sich neue Möglichkeiten für den mehrgeschossigen Holzbau, sowohl für die Holzrahmen- und Holztafelbauweise, aber vor allem auch für die Holzmassivbauweise sowie für Holz-Hybridbauweisen.

Im Wesentlichen enthält die MHolzBauRL folgende Änderungen für konkretisierende Regelungen zu Konstruktionen aus brennbaren Baustoffen in Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5:

- Beibehalten und erleichtert werden die bisher schon bekannten Regelungen über Bauteile mit brennbarem Ständerwerk und allseitiger Brandschutzbekleidung bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4. Die Bauteile müssen nicht vollständig vorgefertigt sein, sondern können als Bauart entsprechend den Vorgaben der Richtlinie auf der Baustelle zusammengesetzt werden.
- Neu geregelt wird die Errichtung hohlraumfreier Bauteile aus brennbaren Baustoffen (Massivholz) ohne vollständige Brandschutzbekleidung bei Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5. Sie müssen auf die erforderliche Feuerwiderstandsfähigkeit hin bemessen werden.
- Neu geregelt wird ferner die Errichtung von Außenwandbekleidungen aus normalentflammbaren Baustoffen bei Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5. Zur Verhinderung der Brandausbreitung müssen in bestimmten Abständen Brandsperren angeordnet werden.

Es ist beabsichtigt, diese Muster-Holzbaurichtlinie als Technische Baubestimmung bekannt zu machen, wobei das hierfür erforderliche Notifizierungsverfahren bis zum Zeitpunkt des Entstehens dieses Tagungsbandes noch nicht abgeschlossen ist.

In einzelnen Ländern ist gleichwohl bereits jetzt schon der Weg für die Anwendung der MHolzBauRL – wie beispielsweise im Freistaat Bayern – geebnet. Dort enthalten die Vollzugshinweise zur neuen Bayerischen Bauordnung den Hinweis, dass

trotz des aktuell noch nicht abgeschlossenen Notifizierungsverfahrens keine Bedenken dagegen bestehen, die Anwendung der MHolzBauRL im Rahmen der Entscheidung über eine Abweichung nach den landesrechtlichen Vorschriften zuzulassen.

3 Zivilrecht

Bei der Bewertung, ob ein Mangel in der Rechtsbeziehung zwischen Bauherr und Werkunternehmer vorliegt, geben die vorskizzierten bauordnungsrechtlichen Standards nur den Mindeststandard vor, da der Bauherr – auch ohne gesonderte Vereinbarung – erwarten kann, dass die bauordnungsrechtlichen Standards und hierfür maßgeblichen Normen und Bestimmungen eingehalten werden.

Ungleich schwieriger und damit auch streitbefangener ist jedoch die Frage, ob eine Werkleistung in zivilrechtlicher Hinsicht mangelbehaftet ist oder eben nicht. Hierbei nehmen Sachverständige sowohl in ihrer Tätigkeit als Privatgutachter als auch im Rahmen gerichtlicher Auseinandersetzungen eine zentrale Rolle ein. Mitunter ist im Rahmen gerichtlicher Auseinandersetzungen bei den Beteiligten eines Bauprozesses auch zu hören, dass nicht dem Gericht, sondern dem Gerichtssachverständigen die maßgebliche Rolle für die Entscheidung eines Rechtsstreits über das Bestehen oder Nichtbestehen von Mängelansprüchen zukommt. Sofern diese Auffassung (uneingeschränkt) zutreffend wäre, käme es in der Tat für die Entscheidung eines Rechtsstreits nur darauf an, ob der jeweilige Sachverständige die jeweils in technischer Hinsicht richtigen Normen und Regelungen herangezogen hat. Die Identifikation von etwaigen Stolpersteinen bei Mängeln im Schall- und Brandschutz und den hierfür heranzuziehenden Normen müsste dann folgerichtig nicht durch Juristen, sondern ausschließlich von technischer Seite erfolgen, wobei dies – sofern dies zutreffend wäre – diesen Beitrag überflüssig machen würde. Das Zusammenspiel zwischen rechtlicher und technischer Bewertung zeigt sich anhand des für die Entscheidung einer derartigen Konstellation maßgeblichen Mangelbegriffs.

3.1 Sachmangelbegriff

Die Frage nach dem Bestehen oder Nichtbestehen eines Mangels ist in erster Linie keine Sachverständigenfrage, sondern es geht im werkvertraglichen Sinne eines Mangelbegriffs darum, ob

- das Werk die vereinbarte Beschaffenheit aufweist (§ 633 Abs. 2 Satz 1 BGB) und falls eine derartige Beschaffenheit nicht vereinbart ist,

- ob das Werk sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte Verwendung eignet (§ 633 Abs. 2 Nr. 1 BGB) oder
- sich sonst für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken der gleichen Art üblich ist bzw. die der Besteller nach der Art des Werks erwarten kann (vgl. § 633 Abs. 2 Nr. 2 BGB).

In selbstständigen Beweisverfahren, d. h. im Rahmen des nach § 485 ZPO vorgesehenen gerichtlichen Verfahrens zur Feststellung des Zustands einer Sache, sind daher Fragestellungen an den gerichtlichen Sachverständigen, beispielsweise mit dem Inhalt, ob bei dem verfahrensgegenständlichen Bauvorhaben die vertraglich vereinbarten Schallschutzwerte erreicht werden, unzulässig. Dies deshalb, da in rechtlicher Hinsicht die Frage, was die Parteien vereinbart haben bzw. was Inhalt des zwischen den Parteien geschlossenen Vertrags ist, eine Rechtsfrage darstellt, die außerhalb des Bewertungsspielraums des gerichtlichen Sachverständigen liegt.

Aufgabe des Gerichts ist es hierbei, zunächst den Sachverständigen zu führen bzw. ihm die für die Beurteilung der Frage, ob ein Mangel vorliegt und/oder, ob dies nicht der Fall ist, die maßgeblichen Grundlagen an die Hand zu geben (vgl. OLG Bamberg, Beschluss v. 10.01.2018, Az. 4 W 1/18). Zugegebenermaßen ist dies in der Praxis nicht immer der Fall. Stattdessen neigen Gerichte, die nicht auf Bausachen spezialisiert sind, dazu, nach Eingang einer Klage, einen Beweisbeschluss zu erlassen und den Fall damit an den Sachverständigen zu delegieren.

Erkennt der Sachverständige, dass für die Bewertung eine Auslegung der vertraglichen Rahmenbedingungen notwendig und insoweit eine im Vorgriff auf die sachverständige Begutachtung zu klärende Vorfrage ist, hat er das Gericht zunächst aufzufordern, die Auslegung vorzunehmen. Gegebenenfalls kann es auch empfehlenswert sein, dass Gutachten in der Untersuchung diverser Varianten und damit unter Zugrundelegung diverser Leistungssolls zu ermitteln.

3.2 Vereinbarte Beschaffenheit/funktionaler Mangelbegriff

Eine Werk- bzw. Bauleistung ist frei von Sachmängeln, wenn sie der vertraglich vereinbarten Beschaffenheit entspricht. Mit Blick auf den bei einem Bauvorhaben vorzusehenden Brand- und Schallschutz ist dies indes selten der Fall. Für den Brandschutz liegt dies auf der Hand.

Dem vorbeugenden Brandschutz wird in bauordnungsrechtlicher Hinsicht ein sehr hoher Stellenwert eingeräumt, wobei sich die brandschutztechnischen Anforderungen je nach der maßgeblichen Gebäudeklasse, aber auch nach der jeweiligen Art der baulichen Nutzung eines Objekts verändern und insoweit »dynamisch« sind. Mit anderen Worten: Das Bauordnungsrecht trägt hier insbesondere den unterschiedlichen Arten der Nutzung Rechnung.

Beim Schallschutz ist die Ausgangskonstellation grundsätzlich zwar ähnlich gelagert; allerdings wird hier zwischen nur wenigen Gebäudearten differenziert und nur grundsätzlich die Anforderung an den Schutz vor Außenlärm genannt.

Welcher Schallschutz zwischen Bauunternehmer und Bauherr geschuldet ist, ist durch Auslegung zu ermitteln, wobei die Auslegung des jeweiligen Vertrags nicht Sache eines Sachverständigen, sondern im Streitfall des erkennenden Gerichts ist. Maßgeblich für die Auslegung der vertraglichen Bestimmungen sind die im Vertrag zum Ausdruck kommenden Anforderungen an die vom Werkunternehmer zu erbringenden Leistungen, die Qualität und den Komfortstandard. Generell ist der Vertrag, d. h. der Vertragstext selbst, nebst den in ihm enthaltenen Leistungsbeschreibungen, Plänen und Allgemeinen Geschäftsbedingungen als sinnvolles Ganzes auszulegen (vgl. BGH, NJW 2003, 742; BGH, NJW 1999, 2432).

In einem eigenen Fall hatten sowohl das Landgericht München als auch in der Berufungsinanz die Werte des Beiblatts 2 zur DIN 4109 als geschuldet bei im Bauträgermodell veräußerten Wohnungen angesehen, die in einem werbenden Prospekt als »vier Häuser in anspruchsvoller Architektur mit Stadtwohnungen der Spitzenklasse« beworben wurden. Dass die diesbezüglichen Angaben außerhalb der eigentlichen Vertragsurkunde lagen, spielte für das Gericht keine Rolle, da es zutreffenderweise auch außerhalb der Urkunde liegende Umstände bei der Auslegung des Vertragsinhalts herangezogen hat (vgl. OLG München, Urteil v. 24.04.2018, Az. 28 U 3042/17 Bau = IBR 2018, 392).

Allein mit der Auslegung des Vertragsverhältnisses an sich ist es aber auch nicht getan. Es genügt nicht, dass der Werkunternehmer nur das Leistungsverzeichnis eins zu eins abarbeitet. Stattdessen schuldet der Werkunternehmer die Erbringung einer **erfolgsgebundenen Tätigkeit**. Wenn beispielsweise beim Bau eines Doppelhauses bzw. aneinandergrenzender Reihenhäuser eine Art der Ausführung in der vom

Besteller der Werkleistung gestellten Leistungsbeschreibung beschrieben ist, die nicht zu den heute üblichen Luftschallwerten führt und arbeitet der Werkunternehmer die Leistungsbeschreibung exakt ab, verbleibt es nach inzwischen gefestigter Rechtsprechung grundsätzlich bei der verschuldensunabhängigen Haftung des Werkunternehmers (vgl. OLG Hamm, Urteil v. 09.06.2020 = IBR 2020, 594; BGH, Beschluss v. 11.10.2007 – Az. VII ZR 190/06 = IBR 2008, 260; OLG Hamm, Urteil v. 12.09.2013, Az. 21 U 35/13 = IBR 2013, 734). Dies deshalb, da die Werkleistung als solche nicht funktionstauglich ist und der dem Werkvertrag immanente Erfolg eines funktionstauglichen Werks nicht erreicht wurde. Aufgabe des Werkunternehmers ist es in diesen Fällen, Bedenken gegen die vorgeschriebene Art der Ausführung anzumelden.

Besonders wird dies deutlich in einem vom OLG Oldenburg (OLG Oldenburg, Urteil v. 19.02.2019, Az. 13 U 69/17 = IBR 2021, 236) entschiedenen Fall. Der Werkunternehmer hatte sich dort zur Errichtung eines Aufzugs in einem bereits vorhandenen Aufzugschacht, mithin in einem Bestandsbau verpflichtet. Im Vertrag war eine Leistungsabgrenzung enthalten, bei der der Schallschutz Sache des Bauherrn war. Der Werkunternehmer hatte sich neben der Bauleistung auch zur fachlichen Beratung und Unterstützung für die Planung der Aufzugsanlage verpflichtet. Nach der Abnahme stellt sich heraus, dass die Schallschutzanforderungen der DIN 4109 bei den an den Fahrstuhlschacht angrenzenden Wohn- und Schlafräumen nicht eingehalten werden. Der Besteller zeigte den Mangel an. Eine der Mangelursachen war die unzureichende Wandstärke des Fahrstuhlschachts. Das erstinstanzliche Gericht hat nach Einholung eines Sachverständigengutachtens über die Akustik festgestellt, dass der von dem Werkunternehmer eingebaute Aufzug mit einem Mangel behaftet ist, weil bei einem Betrieb des Aufzugs die Schallschutzbestimmungen nicht in allen an den Aufzugsschacht angrenzenden Räumen eingehalten werden. Insoweit hatte dann das OLG Oldenburg in den Urteilsgründen OLG Oldenburg, Urteil v. 19.02.2019, Az. 13 U 69/17 = IBR 2021, 236) ausgeführt:

»Das Landgericht hat zutreffend erkannt, dass es sich dabei um einen Mangel der Werkleistung der Klägerin handelt, wobei es in diesem Zusammenhang nicht darauf ankommt, ob die Aufzugsanlage »an sich« technisch einwandfrei ist, wie die Klägerin meint, oder ob die Ursache für die Überschreitung der zulässigen Werte auch aus der Sphäre der Beklagten als Auftraggeberin stammt, etwa, weil die Wandstärke des Fahrstuhlschachts nicht ausreichend ist. Der Auftragnehmer schul-

det ein funktionstaugliches und zweckentsprechendes Werk. Maßgeblich ist, welchen Zweck die Leistung zu erfüllen bzw. welche Funktion sie nach dem Vertrag übernehmen soll. Die Beklagte konnte erwarten, dass die von ihr in Auftrag gegebene Aufzugsanlage die zulässigen Werte in Bezug auf den Schallschutz erfüllte. Diesen Anforderungen genügt die Anlage der Klägerin, wie vom Landgericht festgestellt, nicht. Die Klägerin ist von der Haftung für Mängel nicht befreit, weil sie ihrer Prüfungs- und Bedenkenhinweispflicht vor Durchführung des Auftrags nicht nachgekommen ist, zu der sie als Fachunternehmerin verpflichtet gewesen wäre. Auf eine Ungeeignetheit des Fahrstuhlschachts ist die Beklagte nicht hingewiesen worden.»

Auf den ersten Blick scheint derartige Rechtsprechung zu unsachgemäßen Ergebnissen zu führen, da es bei der verschuldensunabhängigen Haftung des Werkunternehmers bleibt, obwohl die ihm vorgegebene Art der Ausführung, mithin die Leistungsbeschreibung, mangelhaft gewesen ist.

Der Werkunternehmer kann sich dieser verschuldensunabhängigen, aufgrund der Erfolgsbezogenheit des Werkvertragsrechts bestehenden Haftung nur entziehen, wenn er unter Berücksichtigung objektiver Bewertungsmaßstäbe nicht erkennen konnte, dass die Leistungsbeschreibung ungeeignet zur Herbeiführung des geschuldeten werkvertraglichen Erfolgs ist oder aber, wenn er ordnungsgemäß Bedenken angemeldet hat.

Hier stellt sich nun aber wiederum bereits das nächste Problem an der Schnittstelle zwischen rechtlicher und technischer Bewertung. Die Frage, ob der Werkunternehmer die Ungeeignetheit der Leistungsbeschreibung hätte erkennen können, ist zwar eine Rechtsfrage, die sich allerdings (zumeist) nur mit sachverständiger Hilfestellung im Rahmen eines gerichtlichen Verfahrens klären lässt. Maßgebend für die Reichweite der Prüfungspflicht ist jedenfalls das bei dem Werkunternehmer unter Berücksichtigung objektiver Umstände vorauszusetzende Fachwissen (vgl. von Rintelen in: Messerschmidt/Voit, Privates Baurecht, 3. Auflage, 2018, § 631 Rn. 97 m.w.N.). Dass dieses im Regelfall aufgrund der Vielschichtigkeit des Bauwesens für die jeweils zu entscheidenden Fallkonstellationen nicht gerichtsbeamtet sein dürfte, ist evident.

Auch an dieser Stelle ist das Zusammenspiel zwischen Gericht und sachverständiger Bewertung gefragt, wobei es hier Aufgabe des Gerichts ist, den Sachverständigen entsprechend zu leiten bzw. diese

Fragestellungen bei ihm zu platzieren, um hier zu aus rechtlicher Sicht sachgerechten Ergebnissen zu gelangen.

3.3 Fehlende vertragliche Beschaffenheitsvereinbarung – Ermittlung des Leistungssolls

Soweit zwischen den Parteien keine Beschaffenheit vereinbart wurde bzw. ein diesbezüglich übereinstimmender Wille zwischen den Parteien nicht festzustellen ist, muss sich das Werk für die nach dem Vertrag vorausgesetzte Verwendung eignen. Im Regelfall wird es hierauf aus rechtlicher Sicht – mit Blick auf Schall- und Brandschutz nicht ankommen, da die Parteien zumindest konkludent verkehrsübliche Verwendung vereinbart haben.

3.4 Verkehrsübliche Verwendung

3.4.1 Leistungssoll anerkannte Regeln der Technik

In Bauverträgen, in die die VOB/B einbezogen ist, ist sowohl über § 4 Abs. 2 Nr. 1 und § 13 VOB/B geregelt, dass die Werkleistung den anerkannten Regeln der Technik entsprechen muss. Der Begriff der anerkannten Regeln der Technik findet sich indes in den gesetzlichen Regelungen des Werkvertragsrechts nicht. Diese gelten aber auch im Werkvertragsrecht des BGB als Mindeststandard vereinbart. Die Nichteinhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik als Mindeststandard führt zum Vorliegen eines Sachmangels unabhängig davon, ob bereits durch die Nichteinhaltung ein Schaden eingetreten ist (vgl. BGH Urteil v. 07.03.2013, Az. VII ZR 134/12 = NJW 2013, 1226.)

Die Frage, was denn nun allgemein anerkannte Regeln der Technik im zivilrechtlichen Sinne sind, ist selbst wiederum buchfüllend (vgl. Boldt/Zöller in Baurechtliche und -technische Themensammlung, 2017, Heft 8: Anerkannte Regeln der Technik Inhalt eines unbestimmten Rechtsbegriffs). Unter den allgemein anerkannten Regeln der Technik im zivilrechtlichen Sinne sind jedenfalls diejenigen technischen Regeln für den Entwurf und die Ausführung baulicher Anlagen zu verstehen, die in der technischen Wissenschaft als theoretisch richtig erkannt sind und feststehen sowie insbesondere in dem Kreis der für die Anwendung der betreffenden Regeln maßgeblichen, nach dem neuesten Erkenntnisstand vorgebildeten Techniker durchweg bekannt und aufgrund praktischer Erfahrung als technisch geeignet, angemessen und notwendig anerkannt sind (vgl.

Kniffka/ Koeble, Kompendium des Baurechts. 5. Auflage, 6. Teil, Rn. 32). Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht eingehalten sind, wenn der Werkunternehmer solche Regelungen missachtet, die unter einer hinreichenden Zahl kompetenter Fachleute als theoretisch richtig erachtet werden und die sich in der Baupraxis bewährt haben.

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik werden durch Regelwerke wie DIN-Normen und VDI-Richtlinien konkretisiert, wobei die widerlegbare Vermutung besteht, dass solche Regelwerke die allgemein anerkannten Regeln der Technik abbilden (vgl. BGH, Urteil v. 24.05.2013, Az. V ZR 182/12 = NJW 2013, 2271).

3.4.2 Allgemein anerkannte Regeln der Technik im Schallschutz

Fraglich ist, welche Normen im privatrechtlichen Bereich nun die allgemein anerkannten Regeln der Technik in Bezug auf den Schallschutz abbilden, wobei es hierzu bei der Überprüfung der Regelwerke, ob selbige die anerkannten Regeln der Technik abbilden, der Hinzuziehung von Sachverständigen des jeweiligen Fachgebiets, insbesondere mit Blick auf den Schallschutz bedarf (vgl. OLG Saarbrücken, Urteil v. 30.07.2020; Az. 4 U 11/14 = NZBau 2021, 180; BGH, Urteil v. 24.05.2013, Az. V ZR 182/12 = NJW 2013, 2271).

Entsprechend sachverständig beraten hatte der Bundesgerichtshof zunächst ausgeurteilt, dass jedenfalls die DIN 4109:1989 hierfür nicht herangezogen werden kann (vgl. BGH, Urteil v. 14.06.2007, Az. VII ZR 45/06 = IBR 2007, 473), da diese nur allgemein anerkannten Regeln der Technik seien, sofern es um die Abwehr unzumutbarer Belästigungen, also um den Mindestschallschutz im bauordnungsrechtlichen Sinne gehe. Der BGH verweist zwar nicht auf eine konkrete DIN-Norm als allgemein anerkannte Regel der Technik im Sinne einer üblichen Beschaffenheit zwischen den Bauvertragsparteien, urteilt dann aber auch aus, dass aus den Regelwerken die Schallschutzstufen II und III der VDI-Richtlinie 4100:1994 oder das Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989 »Anhaltspunkte« liefern können.

Klarer ist hier insoweit zwischenzeitlich das Kammergericht; in den Leitsätzen der Entscheidung vom 21.04.2015 (KG, Urteil v. 21.04.2015 – 21 U 195/12; IBR 2018, 151) heißt es:

»Die DIN 4109 stellt keine anerkannte Regel der Technik für den Schallschutz in Wohnungen dar; auch ohne ausdrückliche Vereinbarung darf bei

einem üblichen Qualitäts- und Komfortstandard eine Schalldämmung erwartet werden, die dem Beiblatt 2 der DIN 4109 (also »erhöhter Schallschutz nach DIN 4109«) entspricht.«

3.5 Außerhalb der Normung liegende Sachverhalte

Zu beachten und nicht zu vernachlässigen ist, dass wenn für eine Bauweise bzw. eine Sachverhaltskonstellation keine Norm besteht, dies nicht zwangsläufig bedeutet, dass kein Mangel im rechtlichen Sinne vorliegen kann. Hinsichtlich des Schallschutzes wird dies zum Beispiel bei dem Phänomen des Estrichdröhens, also bei tiefenfrequentem Schall deutlich.

Für den niederfrequenten Bereich gibt es keine Norm, die als allgemein anerkannte Regel der Technik herangezogen werden könnte; in solchen Fällen neigen Juristen, aber auch der ein oder andere Sachverständige dazu, das Vorliegen eines Mangels von vornherein auszuschließen bzw. zu verneinen, da es hierfür eben keine Norm gibt.

Gemeint sind typischerweise Frequenzen unter 100 Hz, da die bauordnungsrechtlichen Nachweisverfahren üblicherweise immer auf den einen Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz beim Trittschall abzielen. Mithin bleiben bei der Messung von Bauteilen die kritischen Frequenzbereiche unter 100 Hz außer Betracht; insbesondere Trittschallübertragungen haben hierbei hohes Störpotenzial. Es kommt durch Gehen, insbesondere aber beim Spielen von Kindern auf den Trenndecken zu einer Anregung, welche wesentliche Anteile der Schallenergie unter den genannten 100 Hz überträgt. Bei Frequenzen unter 100 Hz werden die Pegel von Nutzern als störend wahrgenommen, wenn keine entsprechende Berücksichtigung in der Bauweise von Trennbauteilen vorgenommen wird.

In einem eigenen Fall, hatte hier das OLG München entschieden, dass für den nichtnormierten Bereich eben auch Maßstab für das Vorliegen eines Mangels das sei, was der Erwerber üblicherweise erwarten darf, sodass ein Mangel im Rechtssinne und damit ein Nachbesserungsanspruch des Bestellers grundsätzlich in Betracht komme. In der entschiedenen Konstellation hatte das OLG München jedoch das Vorliegen eines Mangels verneint, da nach dem Ergebnis der Beweisaufnahme die Geräusche über das durch Auslegung des Vertrags zumutbare Maß nicht hinausgegangen sind (vgl. OLG München, Urteil v. 08.09.2017 – 9 U 3652/16 Bau = IBR 2018, 304).

3.6 Unterschiedliche Bauweisen/ unterschiedliche Gebäudetypen

3.6.1 Bestands- und Altbausanierungen

Gerade die Sanierung und der Verkauf von Altbauten bzw. von in diesen gelegenen Wohnungen im Bauträgermodell stellen den Bauträger, den Juristen und denjenigen, der den Schallschutz in technischer Sicht bewertet, häufig vor große Herausforderungen. Dies resultiert daraus, dass sofern keine expliziten Beschaffenheitsvereinbarungen zum Schallschutz getroffen wurden, der übliche Schallschutz unter Berücksichtigung der allgemein anerkannten Regeln der Technik einzuhalten ist. Entscheidend hierbei ist, dass inzwischen mehrfach höchstrichterlich geklärt worden ist, dass für die Werkleistung aufgrund des erfolgsbezogenen Charakters des Werkvertragsrechts die allgemein anerkannten Regeln der Technik zum Zeitpunkt der Abnahme der Werkleistung maßgeblich sind. Dies hat zur Konsequenz, dass die vorhandene Altbausubstanz dem Grunde nach so zuertüchtigen ist, dass die heute maßgeblichen Schallschutzwerte eingehalten werden müssen.

Instruktiv ist hierbei eine vom OLG Braunschweig (vgl. Beschluss v. 30.11.2015 – 8 U 78/14 = IBR 2017, 491) entschiedene Konstellation. Der Parkettleger hatte für das *Bauvorhaben: Umbau Kaserne zu Wohnungen* diverse Leistungen angeboten, u. a. das Abschleifen vorhandenen Parketts sowie die Verlegung neuen Parketts auf vorhandenen Fliesen mit dem Positionstext »1094 qm auf bauseits vorhandenen, DIN-gerechten Unterboden in Kunstharzkleber (DIN 281) und DIN 18356 gerade zu einer Wand verlegen«. Nach Ausführung der Arbeiten durch Verkleben des Parketts ohne Dämmunterlage auf den vorhandenen Fliesen nimmt der Bauherr den Werkunternehmer wegen Mängeln in Bezug auf den Trittschallschutz in Anspruch, da Schallwerte von bis zu 71 dB gemessen wurden; aber bereits bei einem Grenzwert von 48 bis 50 dB von der üblichen schalltechnische Beschaffenheit auszugehen sei. Das Gericht urteilte insoweit aus:

»Die Beklagte hat auch Arbeiten durchgeführt, die Teil von Leistungen sind, die mit einer Neuherstellung vergleichbar sind. Die Beklagte ist nicht im Rahmen von bloßen Renovierungs- oder Modernisierungsarbeiten tätig geworden. Vielmehr hat eine Umnutzung der Räumlichkeiten von einer Kaserne und damit aus dem Bereich des Nichtwohnungsbaus zu Wohnungen, die für den dauerhaften Aufenthalt von Menschen dienen, stattgefunden, was stets mit erheblichen Änderungen im Bestand des Objektes einhergeht. Dies

folgt auch daraus, dass hier unstreitig eine Baugenehmigung erforderlich gewesen ist. Der Beklagten ist daher bekannt gewesen, dass hier im Rahmen eines Umbaus Parkett verlegt werden sollte, bei dem die Erwerber letztlich Gewährleistungsansprüche entsprechend den Regeln des Werkvertrages und nicht des Kaufrechts gegen die Klägerin geltend machen können. Auch wenn die Frage des Schallschutzes, wie die Beklagte behauptet, nicht zwischen den Parteien thematisiert worden sei, so ist für sie aber aufgrund der vorgenannten Umstände erkennbar gewesen, dass die Klägerin einen Bodenbelag erwartete, der hinsichtlich des Trittschallschutzes den üblichen Komfort- und Qualitätsansprüchen eines Neubaus genügt. Der eingebaute Bodenbelag genügt aber nicht diesen üblichen Komfort- und Qualitätsansprüchen.«

In der Konsequenz bedeutet dies, dass selbst bei unterschiedlichen Arten von Gebäuden, vergleichbare und ähnliche Schallschutzwerte herangezogen werden.

3.6.2 Unterschiedliche Bauweisen

Auffällig ist ferner, dass weder die Normung noch die Gerichte grundsätzlich nach Arten unterschiedlicher Bauweisen bzw. unterschiedlicher technischer Standards differenzieren. Wie eingangs ausgeführt, wird zwar zwischen Doppel- und Reihenhäusern einerseits sowie Mehrfamilienhäusern andererseits differenziert, eine Unterscheidung bzw. ein Ansatz unterschiedlicher Anforderungen an bestimmte Bauweisen gibt es mit Ausnahmen – d. h. der bereits erwähnten Sonderregelung für Holzdeckenkonstruktionen (vgl. Ziff.2.1) – nicht.

Ferner trägt die Rechtsprechung unterschiedlichen Bauweisen – soweit ersichtlich – bislang nur dadurch Rechnung, dass es in der Entscheidung des Bundesgerichtshofs vom 04.06.2009 (vgl. BGH, Urteil v. 04.06.2009, Az. VII ZR 54/ 07 = IBR 2009, 448) heißt:

»Ist eine Bauweise nicht vereinbart worden, kann der Bauunternehmer sich zudem nicht auf die Mindestanforderungen nach DIN 4109 zurückziehen, wenn die von ihm gewählte Bauweise bei einwandfreier Ausführung höhere Schalldämm-Masse ergibt.«

Letztlich dürfte dies aber eine Selbstverständlichkeit sein; eine Ausführung, die selbst zwar mangelhaft ist, mit der aber dennoch die vertraglich vereinbarten bzw. als verkehrsüblich zu bewertenden Schalldämm-Maße erreicht werden, ist und bleibt mangelhaft, sodass diesbezüglich der Besteller Nachbesserung verlangen kann.

Für die Frage nach unterschiedlichen Standards für unterschiedliche Bauweisen ist die zitierte Entscheidung des Bundesgerichtshofs aber ohne Belang. Anknüpfungspunkt hierfür war die Konstellation, dass eben gerade keine konkrete Bauweise zwischen den Parteien vereinbart war.

Letztlich ist zu konstatieren, dass sich die Diskussion über den geschuldeten Schallschutz, sofern nicht explizit vereinbart, auf genaue Schallschutzwerte verengt, ohne dabei zu berücksichtigen, dass die unterschiedlichen Bauweisen unterschiedliche Schallschutzqualitäten aufweisen. Diese Zweidimensionalität der in Deutschland vorherrschenden Sichtweise (vgl. Locher-Weiß/Pohlenz in Baurechtliche und technische Themensammlung, Schallschutzmängel; Boldt/Zöller in Baurechtliche und -technische Themensammlung, 2019, Heft 9: Sachallschutzmängel, Rn. 1.3.4.1) führt letztlich dazu, dass in zivilrechtlicher Hinsicht den unterschiedlichen Bauweisen und Anforderungen nicht hinreichend Rechnung getragen wird.

3.6.3 Was tun? Welche Konsequenzen sind daraus zu ziehen?

Insoweit schließt sich nun der Kreis zu den eingangs gemachten Ausführungen – dies in zweierlei Hinsicht:

Erstens würde das Verständnis der allgemein anerkannten Regeln der Technik in dem eingangs beschriebenen Sinne eine differenzierte Betrachtungsweise durchaus erlauben. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind dynamisch und verändern sich aufgrund neuer Erkenntnisse und Erfahrungen, sodass eben gerade nicht ausgeschlossen ist, dass bei unterschiedlichen Bauweisen auch unterschiedliche Schallschutzstandards herangezogen werden können. Insofern ist nicht ausgeschlossen, dass sich künftig unterschiedliche Standards auch in zivilrechtlicher Hinsicht mit Blick auf den Schallschutz herauskristallisieren.

Zweitens ist es auch durchaus möglich, konkrete Vereinbarungen zum Schallschutz unter Berücksichtigung der Besonderheiten der jeweiligen Bauweisen zu schließen. Denn – sofern eine konkrete Beschaffenheitsvereinbarung der Parteien besteht – ist diese maßgeblich für die Frage, ob die jeweilige Werkleistung mit Sachmängeln behaftet ist oder aber, ob dies nicht der Fall ist. Mit Blick auf die Wirksamkeit derartiger Vereinbarungen, die einen Schallschutz unterhalb der wohl durchschnittlichen Komfortansprüche genügenden Normen (wie z. B. Schallschutzstufe II, III VDI 4100) vorsieht – sofern dies durch die

jeweilige Bauweise bedingt ist, sind jedenfalls bei Beteiligung von Verbrauchern an dem jeweiligen Bauvertrag strenge Anforderungen zu stellen. Es ist nicht ausreichend, hier nur irgendwelche Dezibelwerte zwischen den Parteien zu fixieren, da sich der Auftraggeber häufig unter diesen eben nichts vorstellen kann. Die Leitplanken für derartige Hinweise hatte der Bundesgerichtshof in der am 04.06.2009 ergangenen Entscheidung (vgl. BGH, Urteil v. 04.06.2009, Az. VII ZR 54/07 = IBR 2009, 448) deutlich gemacht.

»Will ein Unternehmer von den anerkannten Regeln der Technik abweichen, darf der Erwerber über den Hinweis auf die DIN 4109 hinaus eine entsprechende Aufklärung erwarten, die ihm mit aller Klarheit verdeutlicht, dass die Mindestanforderungen der DIN 4109 nicht mehr den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen, der Erwerber also einen Schallschutz erhält, der deutlich unter den Anforderungen liegt, die der Erwerber erwarten darf (...).«

Kann der Erwerber nach den Umständen erwarten, dass die Wohnung in Bezug auf den Schallschutz üblichen Qualitäts- und Komfortstandards entspricht, dann muss der Unternehmer, wenn er hiervon vertraglich abweichen will, deutlich hierauf hinweisen und den Erwerber über die Folgen einer solchen Bauweise für die Wohnqualität aufklären.

Eine solche Aufklärung hat jedenfalls nicht nur in Bezug auf die Nennung irgendwelcher Dezibelwerte zu erfolgen, sondern es ist klar und auch für einen Laien darzulegen, welcher Schallschutz erreicht wird und wie selbiger einzuordnen ist. Instrukтив hierzu verhält sich beispielsweise die Publikation »Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung« des Informationsdienst-Holz (URL: https://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/2_Holzbau_Handbuch/R03_T03_F01_Schallschutz_Grundlagen_Vorbemessung_2019.pdf [Stand: 21.09.2021]).

4 Literatur

- Boldt; Antje; Zöller, Matthias: Anerkannte Regeln der Technik. Inhalt eines unbestimmten Rechtsbegriffs. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017 [Baurechtliche und -technische Themensammlung; 8]
- Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz; DIBt (Hrsg.): Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL). Amtliche Mitteilungen 2021/4 (Ausgabe: 21. Juni 2021)

- Kniffka, Rolf; Koeble, Wolfgang: Kompendium des Baurechts. 5. Aufl. München: C.H.Beck, 2020
- Locher-Weiß, Susanne; Pohlenz, Rainer: Schallschutzmängel. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2019 [Baurechtliche und technische Themasammlung; 9]
- Messerschmidt, Burkhard; Voit, Wolfgang: Privates Baurecht. Kommentar zu §§ 631 ff. BGB samt systematischen Darstellungen sowie Kurzkommentierungen zu VOB/B, HOAI und BauFordSiG. 3. Aufl. München: C.H.Beck, 2018

Der Autor



Steffen Holatka ist als Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht und Partner der Kanzlei RITTERHAUS bundesweit tätig und agiert von den Standorten Frankfurt a. M. und München. Ebenso ist er Referent bei zahlreichen Veranstaltungen und Inhouse-Schulungen. Er studierte in Heidelberg und Barcelona und ist inzwischen auch in der Lehre tätig und vermittelt die notwendigen Fachkenntnisse an der Hochschule Biberach zu baubezogenen haftungsrechtlichen Themen. Steffen Holatka ist vierfacher Familienvater und lebt in Unterfranken.

Konstruktion trifft Funktion

Neue Bauweisen, neue Probleme?

Die Beiträge dieses Tagungsbandes werfen einen Blick auf Zukunftsaufgaben, die sich aufgrund des Klimawandels für das Bauwesen ergeben. Zur Erreichung der Klimaziele sieht sich die Bauwirtschaft zwingend einzuhaltenden veränderten Rahmenbedingungen gegenübergestellt. Klimagerechtes Wirtschaften und Bauen erfordern neuartige Bauweisen, die teilweise noch entwickelt und erprobt werden müssen.

Auf dem 56. Frankfurter Bausachverständigentag diskutierten namhafte Expertinnen und Experten Grundlagen der Planung und Qualitätssicherung von Bauweisen, die zukünftig eine größere Bedeutung haben werden. Thematisiert wurden die Einhaltung der Effizienzhausstandards in der Praxis, Planungsfehler im Holzbau sowie die Schallschutz- und Brandschutzanforderungen, insbesondere bei hybriden Bauweisen mit Holz. Immer wichtiger werden auch begrünte Bauteile, die wegen ihrer positiven Wirkung auf das Klima und zur Verbesserung der Qualität von Freiräumen eingesetzt werden.

Die hier zusammengestellten Tagungsbeiträge helfen Planern, Ausführenden und Sachverständigen, bei der Anwendung der vorgestellten Bauweisen Schadensquellen zu erkennen und Bauschäden zu vermeiden.

ISBN 978-3-7388-0678-6



Fraunhofer IRB Verlag