

Herausgegeben von Ralf Ruhnau
Begründet von Günter Zimmermann

Nils Oster, Jan Bredemeyer, Oliver Mühlig

Schimmelschäden an Wänden und Decken

2., überarbeitete Auflage

Fraunhofer IRB  Verlag

Nils Oster
Jan Bredemeyer
Dr. Oliver Mühlig

Schimmelschäden an Wänden und Decken

Schadenfreies Bauen

Herausgegeben von Dr.-Ing. Ralf Ruhnau

Begründet von Professor Günter Zimmermann

Band 42

Schimmelschäden an Wänden und Decken

Von

Nils Oster

Jan Bredemeyer

Dr. Oliver Mühlig

2., überarbeitete Auflage

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.

ISSN: 2367-2048

ISBN (Print): 978-3-8167-9605-3

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9606-0

Lektorat: Claudia Neuwald-Burg

Herstellung: Gabriele Wicker

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH & Co. KG, Stuttgart

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

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 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.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2021

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 970-25 00

Telefax +49 7 11 970-25 08

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Fachbuchreihe Schadenfreies Bauen

Bücher über Bauschäden erfordern anders als klassische Baufachbücher eine spezielle Darstellung der Konstruktionen unter dem Gesichtspunkt der Bauschäden und ihrer Vermeidung. Solche Darstellungen sind für den Planer wichtige Hinweise, etwa vergleichbar mit Verkehrsschildern, die den Autofahrer vor Gefahrstellen im Straßenverkehr warnen.

Die Fachbuchreihe **SCHADENFREIES BAUEN** stellt in vielen Einzelbänden zu bestimmten Bauteilen oder Problemstellungen das gesamte Gebiet der Bauschäden dar. Erfahrene Bausachverständige beschreiben den Stand der Technik zum jeweiligen Thema, zeigen anhand von Schadensfällen typische Fehler auf, die bei der Planung und Ausführung auftreten können, und geben abschließend Hinweise zu deren Sanierung und Vermeidung.

Für die tägliche Arbeit bietet darüber hinaus die Volltextdatenbank **SCHADIS** die Möglichkeit, die gesamte Fachbuchreihe online als elektronische Bibliothek zu nutzen. Die Suchfunktionen der Datenbank ermöglichen den raschen Zugriff auf relevante Buchkapitel und Abbildungen zu jeder Fragestellung (www.irb.fraunhofer.de/schadis).

Der Herausgeber der Reihe

Dr.-Ing. Ralf Ruhnau ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Betontechnologie, insbesondere für Feuchteschäden und Korrosionsschutz, außerdem ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden. Als Partner der Ingenieurgemeinschaft CRP GmbH, Berlin, und in Fachvorträgen befasst er sich vor allem mit Bausubstanzbeurteilungen sowie bauphysikalischer Beratung für Neubau und Sanierungsvorhaben. Seit 2016 ist er Präsident der Baukammer Berlin. Er war mehrere Jahre als Mitherausgeber der Reihe aktiv und betreut sie seit 2008 alleinverantwortlich.

Der Begründer der Reihe

Professor Günter Zimmermann (†) war von 1968 bis 1997 ö.b.u.v. Sachverständiger für Baumängel und Bauschäden im Hochbau. Er zeichnete 33 Jahre für die **BAUSCHÄDEN-SAMMLUNG** im Deutschen Architektenblatt verantwortlich. 1992 rief er mit dem Fraunhofer IRB Verlag die Reihe **SCHADENFREIES BAUEN** ins Leben, die er anschließend mehr als 15 Jahre als Herausgeber betreute. Er ist der Fachwelt durch seine Gutachten, Vortrags- und Seminartätigkeiten und durch viele Veröffentlichungen bekannt.

Vorwort des Herausgebers zur zweiten Auflage

Die Einwirkung von Feuchtigkeit, ob flüssig oder dampfförmig, ist zweifellos der häufigste Verursacher von Bauschäden. Augenfälligste Erscheinungsbilder dieser Feuchteeinwirkung sind Schimmelbildungen auf Bauteiloberflächen, die in aller Regel einen Mangel darstellen, der auch von baufachlichen Laien erkannt und gerügt werden kann. Die Folge sind zahllose Sachverständigenexpertisen und Rechtsstreitigkeiten über Ursachen und Verursacher von Schimmelschäden.

Die primäre Ursache für Schimmelpilzschäden – nämlich Feuchtigkeit – ist trivial. Die Ermittlung des Verursachers der Feuchtigkeit hingegen ist oftmals schwierig und mit hohem Aufwand verbunden. Die Standardfrage an den Sachverständigen lautet: *»Ist die Schimmelbildung auf bauliche Mängel oder Nutzerverhalten zurückzuführen?«* Für die Beantwortung dieser Frage werden dann oftmals zahllose Temperatur- und Feuchtemessungen oder auch aufwendige Simulationsberechnungen durchgeführt. Abhängig von den jeweiligen Randbedingungen der baulichen Situation, der Witterung und der Nutzersituation muss vom Sachverständigen im Einzelfall entschieden werden, welche Methoden unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit des Aufwands zum Ziel führen.

Hier gibt der vorliegende Band 42 der Fachbuchreihe **SCHADENFREIES BAUEN** »SCHIMMELSCHÄDEN AN DECKEN UND WÄNDEN« eine wertvolle Hilfe. Es werden nicht nur die bauphysikalischen Zusammenhänge ausführlich dargelegt, sondern vor allem auch die Werkzeuge für die unterschiedlichsten Vorgehensweisen bei der Ermittlung des Verursachers von Schimmelschäden vorgestellt, und auch die rechtlichen Rahmenbedingungen bei der Bewertung von Schimmelpilzschäden werden beleuchtet.

Den Autoren Oster, Bredemeyer und Mühlig sei an dieser Stelle besonders gedankt, dass sie neben der Tagesarbeit 13 Jahre nach Erscheinen der ersten Auflage des Bandes **NUTZEREINFLUSS AUF SCHÄDEN AN GEBÄUDEN** in der Reihe **SCHADENFREIES BAUEN** die vollständige Überarbeitung und Aktualisierung in dieser zweiten Auflage mit dem neuen Titel **SCHIMMELSCHÄDEN AN DECKEN UND WÄNDEN** auf sich genommen haben. Ein weiterer Band der Autoren, der sich zu diesem Thema mit den transparenten Bauteilen befassen wird, folgt in Kürze.

Berlin, Juni 2020

Ralf Ruhnau

Vorwort der Autoren

Der im Jahr 2007 erschienene Band 42 der Reihe SCHADENFREIES BAUEN mit dem Titel NUTZEREINFLUSS AUF SCHÄDEN AN GEBÄUDEN hatte die Differenzierung zwischen baulich bedingten und durch den Nutzer verursachten Schäden zum Thema. Eine wachsende Anzahl in diesem Kontext stehender Streitigkeiten hatte dazu Anlass gegeben, die vielfältigen Einflüsse des Nutzerverhaltens auf Schäden sowohl aus technischer als auch aus rechtlicher Sicht zu beleuchten. Der Band 42 spannte dabei einen Bogen nahezu über das gesamte Gebiet der Schäden an Gebäuden.

Nummehr, 13 Jahre später, ist dieses Thema zwar immer noch genauso aktuell wie damals. Bei den meisten der seinerzeit behandelten Themen haben sich aber keine so bedeutsamen Änderungen ergeben, dass sie zwingend einer Aktualisierung bedurft hätten. Anders das Thema Schimmelschäden: Hier hat nicht nur die technische Weiterentwicklung der Messtechnik eine breite Anwendung neuer Beurteilungsverfahren auf der Basis von Datenloggermessungen ermöglicht, die nun dargestellt werden sollen. Ebenso ist natürlich die Rechtsprechung fortgeschrieben worden, sodass auch diesbezüglich ein Update erforderlich war, um insbesondere ein richtungsweisendes Urteil des Bundesgerichtshofs (BGH) aus dem Jahr 2018 einzubeziehen.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Autoren dazu entschieden, die Aktualisierung des BANDES 42 ganz der Beurteilung von Schimmelschäden an Wänden und Decken zu widmen. Nur so war es möglich, die für die Beurteilung von Schimmelschäden relevanten Kriterien und zur Verfügung stehenden Verfahren umfassend darzustellen und mit einer Vielzahl von Schadensbeispielen zu erläutern. Das vorliegende Buch SCHIMMELSCHÄDEN AN WÄNDEN UND DECKEN soll damit für alle ein Leitfaden sein, die sich mit der Beurteilung von Schimmelschäden auseinanderzusetzen haben, egal ob sie im Streitfall Hinweise für ein geeignetes Vorgehen bei der Durchsetzung ihrer Interessen bzw. der Abwehr von Ansprüchen suchen, oder als Sachverständige die jeweiligen Mängel bzw. Schäden zu beurteilen haben. Es richtet sich insofern nicht nur an Bausachverständige und Juristen, sondern auch an die Mitarbeiter von Wohnungsbaugesellschaften und Hausverwaltungen, ebenso wie an betroffene Mieter und Eigentümer und nicht zuletzt natürlich auch an Planer und Ausführende.

Die Entwicklung der vergangenen Jahre hat allerdings gezeigt, dass damit das Thema Schimmelschäden an Bauteiloberflächen noch nicht umfassend behandelt ist. So sind zu den »traditionell« von Schimmelbefall betroffenen Wärmebrücken im Bereich von Wänden und Decken in den letzten Jahren immer häufiger »neue Bauteile« hinzugekommen, nämlich Oberflächen an Fenstern, Lichtkuppeln o. Ä. Es ist daher beabsichtigt, die Reihe kurzfristig um einen weiteren Band zu ergänzen, der sich – aufbauend auf der Darstellung der allgemeinen Zusammenhänge in dem hier vorliegenden Band – diesem Thema widmet.

Last but not least möchten sich die Autoren an dieser Stelle bei Herrn Kühl von der NovaBiotec Dr. Fechter GmbH für die fachliche Unterstützung hinsichtlich der mikrobiologischen Aspekte des Themas und bei Herrn Dr. Ruhnau als Herausgeber für die wiederum angenehme Zusammenarbeit bedanken.

In diesem Sinne wünschen wir allen Lesern des aktualisierten BANDES 42 eine interessante und hilfreiche Lektüre.

Berlin, im Juni 2020

Nils Oster

Jan Bredemeyer

Dr. Oliver Mühlig

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	15
1.1	Vorbemerkungen zu den technischen Inhalten	15
1.2	Vorbemerkungen zu den juristischen Inhalten	19
2	Bauphysikalische und mikrobiologische Grundlagen	21
2.1	Vorbemerkungen	21
2.2	Symbole, Größen und Einheiten	21
2.3	Bauphysikalische Grundlagen	24
2.3.1	Luftfeuchte	24
2.3.2	Oberflächentauwasser	26
2.4	Mikrobiologische Grundlagen	28
3	Schimmelgefährdete Bereiche	33
3.1	Wärmebrücken	33
3.1.1	Allgemeines	33
3.1.2	Konstruktive oder stoffliche Wärmebrücken	34
3.1.3	Geometrische Wärmebrücken	34
3.2	Erdberührte Bauteile (Sommerkondensation)	35
4	Untersuchungen und Grundlagenermittlung	37
4.1	Untersuchungen zu Abdichtungsmängeln und Leckagen	37
4.2	Ermittlung der baulichen Randbedingungen	40
4.3	Messung des Raumklimas	42
4.4	Messung der Oberflächentemperatur von Bauteilen	43
4.5	Kombinierte Messung des Raumklimas und der Oberflächentemperatur von Außenbauteilen	45
4.6	Messung von Bauteilfeuchten	45
4.7	Luftdichtheitsmessungen	46
4.8	Untersuchungen zum Heizverhalten	48
4.9	Mikrobiologische Untersuchungen	50
5	Beurteilungskriterien	51

6	Beurteilung von Schimmelbildung im Bereich von Wärmebrücken	53
6.1	Mögliche Herangehensweisen	53
6.2	Allgemein anerkannte Regeln der Technik zum Wärmeschutz	54
6.3	Verfahren erweiterter Wärmebrückenberechnungen	57
6.3.1	Vorbemerkungen – Vorgehen	57
6.3.2	Ermittlung der Oberflächentemperatur – Wärmebrückenberechnungen	58
6.3.2.1	Einführung	58
6.3.2.2	Stationäre Verfahren	58
6.3.2.3	Instationäre Verfahren	63
6.3.2.4	Entwicklung der Bewertung der Berechnungsergebnisse	65
6.3.2.5	Wärmeübergangswiderstände	69
6.3.2.6	Festlegung der jeweils anzuwendenden Randbedingungen in Abhängigkeit vom Baualter	76
6.3.3	Ermittlung der Grenzluftfeuchte	77
6.3.4	Bestimmung des erforderlichen Raumklimas und der notwendigen Lüftungsintervalle	80
6.3.4.1	Behaglichkeit	80
6.3.4.2	Feuchteintrag	82
6.3.4.3	Luftwechsel als baulich bedingter Grundluftwechsel (Infiltration)	86
6.3.4.4	Luftwechsel als Initiativlüftung	90
6.3.4.5	Feuchtespeicherung der raumumschließenden Bauteiloberflächen	95
6.3.5	Zusammenfassende Beurteilung	98
6.4	Verfahren komplexer Datenloggermessungen	99
6.4.1	Vorbemerkungen – Ausgangsdaten	99
6.4.2	Raumlufttemperatur	102
6.4.3	Relative Raumluftfeuchte	102
6.4.4	Absolute Raumluftfeuchte und Raumlufttemperatur	103
6.4.5	Feuchtelast	104
6.4.6	Oberflächentemperatur	111
6.4.7	Oberflächenverhältnisse	112
6.4.8	Oberflächenverhältnisse bei typischem Raumklima	116
6.4.9	Nutzung	118
6.4.10	Zusammenfassung	120

6.5	Kritische Betrachtung anderer Beurteilungsansätze	121
6.5.1	Vorbemerkungen	121
6.5.2	Beurteilung älterer Gebäude anhand aktueller Regelwerke	121
6.5.3	Beurteilung der Bausubstanz allein anhand bauzeitlicher Regelwerke	122
6.5.4	U-Wert-Ermittlung in situ	122
6.5.5	Vergleich gemessener Oberflächentemperaturen mit dem sogenannten Schimmelpilzkriterium	123
6.5.6	Messung von Raumlufttemperatur und relativer Raumluftfeuchte mit Datenloggern	124
6.5.7	Indikatorfunktion von Fensterverglasungen	124
7	Beurteilung von Schimmelbildung im Bereich von erdberührten Bauteilen (Sommerkondensation)	135
8	Grundsätzliche Instandsetzungsmöglichkeiten	139
8.1	Vorbemerkung	139
8.2	Entfernen des Schadensbildes	139
8.3	Bauliche Verbesserungen	141
8.3.1	Außendämmung	141
8.3.2	Innendämmung	143
8.3.3	Vermeidung thermischer Abschirmung von kritischen Außenwandflächen	145
8.3.4	Verbesserung der Sorptionsfähigkeit der raumumschließenden Wandoberflächen	146
8.3.5	Wärmebrückenbeheizung	146
8.4	Raumklimatisch wirksame Maßnahmen	147
8.4.1	Erhöhung des Luftwechsels durch angepasste Initiativlüftung	147
8.4.2	Erhöhung des Luftwechsels durch nutzerunabhängige Maßnahmen	150
8.4.2.1	Vorbemerkung	150
8.4.2.2	Nutzerunabhängige Lüftungstechnische Maßnahmen	150
8.4.2.3	Diskussion um das generelle Erfordernis nutzerunabhängiger Lüftungstechnischer Maßnahmen in Geschosswohnungen nach DIN 1946-6	152

9	Rechtliche Rahmenbedingungen bei der Bewertung von Schimmelschäden an Wänden und Decken	155
9.1	Übersicht zu den Inhalten	155
9.2	Allgemeine Überlegungen	156
9.3	Die einzelnen Rechtsbeziehungen	157
9.3.1	Rechtsbeziehung zwischen Gebäudeeigentümer und Nutzungsberechtigtem	157
9.3.1.1	Das Mietverhältnis	158
9.3.1.2	Erhaltungspflicht des Vermieters	160
9.3.1.3	Abwälzung der Erhaltungspflicht auf Mieter	161
9.3.1.4	Umfang der Gewährleistungspflicht des Vermieters	165
9.3.1.5	Zulässiger Mietgebrauch und Erhaltungspflicht	169
9.3.2	Rechtsbeziehung zwischen Gebäudeeigentümer und Verkäufer, Unternehmer oder Planer	173
9.3.2.1	Der Grundstückskauf- und Bauträgervertrag	174
9.3.2.2	Der Bauvertrag	176
9.3.2.3	Der Planervertrag	181
9.3.3	Rechtsbeziehung zwischen Gebäudeeigentümer und Versicherung	183
9.4	Außergerichtliche Streitbeilegung unter Beteiligung eines Sachverständigen	184
9.5	Prozessrechtliche Rahmenbedingungen	185
9.5.1	Selbständiges Beweisverfahren	186
9.5.2	Gerichtliche Streitbeilegung	187
9.5.3	Streitverkündung	187
9.5.4	Darlegungs- und Beweislast	188
9.5.5	Sachverständigenbeweis	190
9.6	Fazit	191
10	Schadensbeispiele	193
10.1	Vorbemerkungen	193
10.2	Beurteilung von Schimmel anhand erweiterter Wärmebrückenberechnungen	194
10.2.1	Schäden aufgrund ungenügender Lüftung – Beispiel 1	194
10.2.2	Schäden aufgrund ungenügender Lüftung – Beispiel 2	197
10.2.3	Schäden infolge ungenügender Beheizung – Beispiel 1	201
10.2.4	Schäden infolge ungenügender Beheizung – Beispiel 2	203

10.2.5	Überlagerung nutzungsbedingter und baulicher Einflüsse	205
10.2.5.1	Dreidimensionale Wärmebrücke	205
10.2.5.2	Thermische Abschirmung durch dichte Vorhänge	208
10.2.6	Baulich bedingte Schadensbilder	212
10.2.6.1	Schimmelbildung im Einflussbereich einer ausgeprägten Wärmebrücke	212
10.2.6.2	Thermische Abschirmung durch vorgegebene Möblierung – Beispiel 1	214
10.2.6.3	Thermische Abschirmung durch vorgegebene Möblierung – Beispiel 2	216
10.3	Beurteilung von Schimmel anhand komplexer Datenloggermessungen	219
10.3.1	Nachweis eines ursächlichen Nutzerverhaltens trotz guter Beheizung und Lüftung im Messzeitraum – Beispiel 1	219
10.3.2	Nachweis eines ursächlichen Nutzerverhaltens trotz guter Beheizung und Lüftung im Messzeitraum – Beispiel 2	224
10.3.3	Nachweis eines ursächlichen Nutzerverhaltens bei ungenügender Lüftung im Messzeitraum	229
10.3.4	Nachweis baulicher Defizite als Ursache eines Schimmelbefalls – Beispiel 1	234
10.3.5	Nachweis baulicher Defizite als Ursache eines Schimmelbefalls – Beispiel 2	238
10.3.6	Grenzen des Verfahrens	242
10.3.7	Einfluss des Außenklimas auf die Beurteilung nach dem Verfahren komplexer Datenloggermessungen	247
10.4	Beurteilung sommerlicher Schimmelbildung im Bereich von erdberührten Bauteilen	251
10.4.1	Schimmelbefall in einem als Arbeitszimmer genutzten Kellerraum	251
10.4.2	Weitere Schadensbeispiele	254
10.5	Sonstige Schadensbeispiele	254
10.5.1	Schimmelbildung in einem unzureichend beheizten Schlafzimmer	254
10.5.2	Schimmelbildung aufgrund einer sukzessiven Reduzierung des Grundluftwechsels infolge von Veränderungen im Bereich der Haustechnik	256
	Literaturverzeichnis	259
	Stichwortverzeichnis	275

