

INSTANDSETZUNG VON SCHIMMELSCHÄDEN DURCH ABSCHOTTUNG – PARTIKELDICHTHEIT VON BAUSTOFFEN



Abschlussbericht

Instandsetzung von Schimmelschäden durch Abschottung – Partikeldichtheit von Baustoffen

Abschlussbericht



Gefördert vom: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

Aktenzeichen: 10.08.18.7-17.38

Bearbeitet durch: AIBAU
Aachener Institut für Bauschadensforschung
und angewandte Bauphysik, gGmbH, Aachen

LBW Bioconsult, Wiefelstede

Projektleiter: Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller

Bearbeiter/Autoren: Dipl.-Ing. Silke Sous
Dr. rer. nat. Thomas Warscheid
Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller

Aachen, im Juli 2019

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Bearbeitern.

INHALT

1.	Einleitung	7
1.1	Aufgabenstellung und Forschungsansatz	7
1.2	Ziel und Eingrenzung der Arbeit	8
1.3	Danksagung	10
2.	Mikrobiologisch hygienische Aspekte	11
3.	Angaben in Leitfäden, Richtlinien und Merkblättern	12
3.1	UBA Leitfaden, Handlungsempfehlung	12
3.1.1	Schimmelleitfaden 2017	12
3.1.2	Handlungsempfehlung Feuchteschäden Fußböden 2017	14
3.2	WTA-Merkblätter	15
3.2.1	Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierung in Innenräumen 4-12, 2016	15
3.2.2	Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile 6-16, Teil 2, Entwurf 2017	16
3.3	BVS-Richtlinie zum „sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden“ 2014	16
3.4	VdS-Richtlinie „Schimmelpilzsanierung nach Leitungswasserschäden“	17
3.5	DHBV-Merkblatt „Schimmelpilzbefall an Holz und Holzwerkstoffen in Dachstühlen“ 2015	17
4.	Schadensstatistik	19
4.1	Vorgehensweise und Datenermittlung	19
4.2	Ergebnisse aus Recherchen und Umfragen	19
4.2.1	Lage der Schimmelschäden	20
4.2.2	Auswirkungen und Umgang mit den festgestellten Schimmelschäden	21
4.2.3	Auswertbarkeit der vorliegenden Umfrageergebnisse	22
5.	Erfahrungen mit Abschottungen – Fallbeispiele	23
5.1	Fußbodenkonstruktionen	23
5.1.1	Schimmelbefall im Kriechkeller unter einem Schulgebäude	24
5.1.2	Schimmelbefall im Erdgeschossfußboden eines Wohnhauses	26
5.1.3	Schimmelbefall in der Fußbodenkonstruktion einer Schule	27
5.1.4	Fußboden in einer Burganlage	29
5.2	Leichte Wandkonstruktionen	31
5.2.1	Schimmelbefall innerhalb einer Wohnung	31
5.2.2	Schimmel in der Außenwandkonstruktion eines Einfamilienhauses	33
5.3	Dachhohlräume	36
5.3.1	Nicht belüftete Flachdachkonstruktion	37
5.3.2	Schimmelbefall in der Dämmebene innerhalb der geneigten Dachkonstruktion und Kehlbalckenlage einer Maisonette-Wohnung	40
5.3.3	Schimmel auf der Holzkonstruktion und in der Dämmung im geneigten Dach eines Neubaus	43
5.3.4	Schimmel im nicht ausgebauten Dachraum eines Einfamilienhauses	47
6.	Laboruntersuchungen	51
6.1	Versuchsaufbau	51
6.2	Ergebnisse der Laboruntersuchungen	54
7.	Schlussfolgerungen und Ergebnisse	57
7.1	Umfrage	57

7.2	Fallbeispiele	57
7.3	Bestimmungsgemäß feuchte Bauteilschichten.....	58
7.4	Laboruntersuchungen	59
7.5	Geruchsbildung	59
7.6	Luftdichtheit von Dächern unter Baustellenbedingungen	60
7.7	Dauerhaftigkeit.....	60
7.8	Pumpeffekte an Estrichen	61
8.	Zusammenfassung und Ausblick.....	62
9.	Anhang.....	65
9.1	Erhebungsbogen.....	65
9.2	Literatur	66
9.2.1	Fachbücher und Fachaufsätze	66
9.2.2	Normen.....	67
9.2.3	Richtlinien, Merkblätter, Leitfäden	68

1. **Einleitung**

1.1 **Aufgabenstellung und Forschungsansatz**

Bauteile, die nach dem zweistufigen Abdichtungsprinzip konzipiert wurden, werden bestimmungsgemäß und damit unvermeidbar feucht oder sogar nass. Feuchtigkeit bietet regelmäßig eine Grundlage für einen mikrobiellen Bewuchses. Der wirkt sich aber i. d. R. nicht auf Innenräume aus, weil weder Feuchtigkeit, noch der daraus folgende Bewuchs bis nach innen vordringt.

Bei einem Wasserschaden gelangt Feuchtigkeit auch in Bauteile, wie z. B. unter einen Estrich oder hinter Wandbekleidungen. Kann die Schadensursache nicht zeitnah beseitigt werden, besteht die Gefahr eines Schimmelpilzbefalls innerhalb des Bauteils. Wenn dieser aber weder die Dauerhaftigkeit der Konstruktion noch die Innenraumluftqualität hinsichtlich der gesundheitlichen Situation und des Geruchs beeinträchtigt, stellt sich die Frage, ob Instandsetzungskosten für den Austausch von Bauteilen und die mit Baumaßnahmen verbundenen Risiken der Ausbreitung eines Befalls in bislang nicht betroffene Bereiche nicht durch Abschottungen vermieden werden können.

Die früheren Regelungen des Umweltbundesamts sahen in den Leitfäden von 2002 und 2005 [UBA 2002, UBA 2005] generell den Austausch von feuchten Bauteilen vor, wenn nicht unverzüglich nach einem Wasserschaden die Bauteile getrocknet werden konnten. Mit dem aktuellen Schimmelleitfaden des Umweltbundesamts 2017 [UBA 2017] wird das sog. Nutzungsklassenkonzept eingeführt (s. Kap. 3.1).

Aus diesem Konzept kann für die Nutzungsklasse II und III abgeleitet werden, dass bei mittlerem und größerem Schimmelpilzbefall z. B. die Zustände unverzüglich dokumentiert werden sollen und die Notwendigkeit und der Umfang von Sofortmaßnahmen abhängig von Dringlichkeit bzw. Zuordnung zur jeweiligen Nutzungsklasse sind. Auch der Umfang der notwendigen Maßnahmen erfolgt in Abhängigkeit zur Nutzungsklasse und zur Bedeutung des Befalls (Abb. 1).

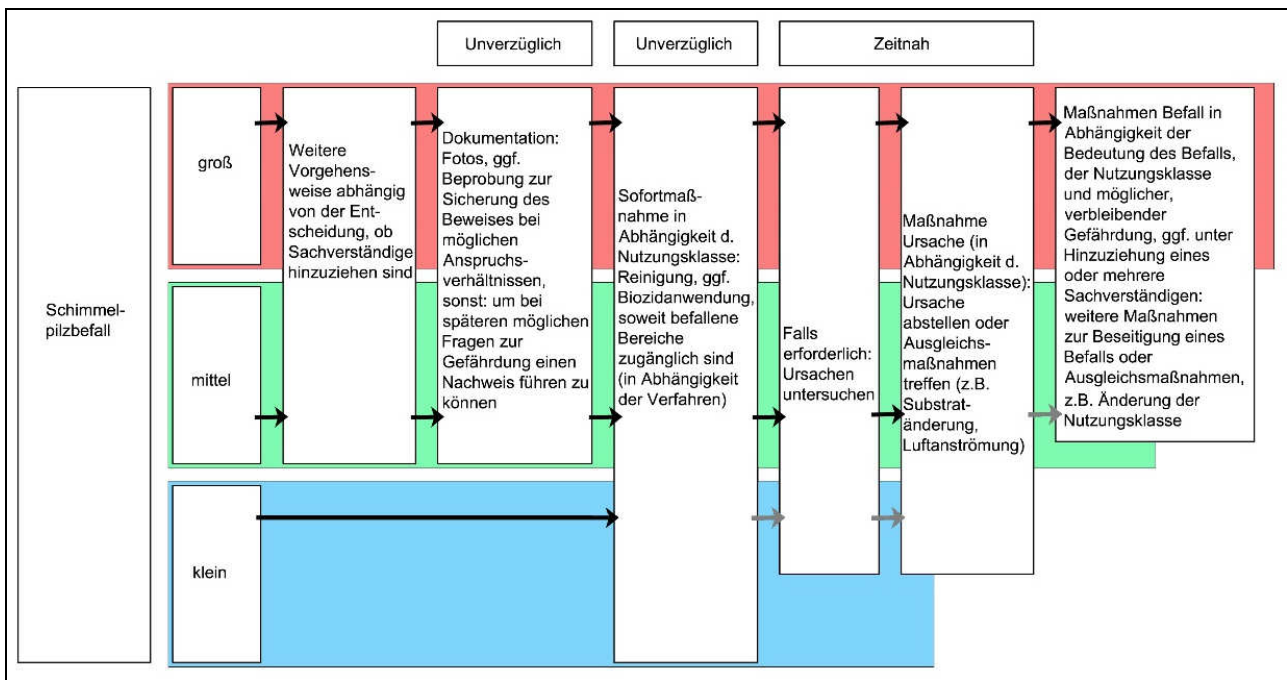


Abb. 1:

Handlungsempfehlung bei Schimmelschäden in Nutzungsklassen II und eingeschränkt für Nutzungsklasse III (Zöller)

Der UBA-Leitfaden enthält zusätzlich Nutzungsklasse IV für abgeschottete Bereiche. Er äußert sich aber nicht dazu, mit welchen Stoffen Abschottungen solcher Bereiche zu anderen dauerhaft wirksam und zuverlässig hergestellt werden können.

Das WTA-Merkblatt zu Schimmelpilzschäden sieht ebenfalls in der dauerhaft partikel- bzw. sporendichten Abschottung der betroffenen Bauteile eine grundsätzlich geeignete Instandsetzungsmöglichkeit, aber auch diese beschäftigt sich nicht mit den dazu in Frage kommenden Stoffen.

Mit der Forschungsarbeit soll festgestellt werden, ob und welche übliche Bauteilschichten hinreichend abschottende Wirkung gegenüber Partikeln und Sporen von Mikroben aufweisen, die in der Lage sind, feuchte und damit zumindest potentiell befallene Bereiche von Innenräumen zu trennen.

1.2 Ziel und Eingrenzung der Arbeit

Ziel des vorliegenden Forschungsberichts „Instandsetzung von Schimmelpilzschäden durch Abschottung – Partikeldichtheit von Bauteilschichten“ war die Klärung folgender Fragen:

- Geht von im Inneren bestimmungsgemäß feuchten Bauteilen eine grundsätzliche Gefahr aus, so dass sie abgebrochen und ersetzt werden müssen?
- Können trotz (temporärer) Feuchtigkeit in Bauteilen gesundheitliche Gefahren ausgeschlossen werden?
- Unter welchen Bedingungen kann für Nutzer eine Geruchsbelästigung durch das hinter der Abschottung verbleibende Material ausgeschlossen werden?
- Unter welchen Voraussetzungen können Abschottungen dazu beitragen, unnötig hohe Instandsetzungskosten, z. B. durch Abbruch aller inneren Bauteilschichten und deren Ersatz, zu vermeiden?

In einem Prüfstand wurde untersucht, welche Baustoffe und Baukonstruktionen die Übertragung von Schimmelpilzsporen von kontaminierten Bereichen in Innenräume verhindern. Dazu wurde die Dichtheit bauüblicher Stoffe und Konstruktionen gegenüber allen Bestandteilen von Schimmel geprüft. Für Bauteilschichten, die unvermeidbar und nach ihrer Bestimmung durchfeuchtet werden, wird vorausgesetzt, dass die jeweils feuchten Bereiche aus feuchtigkeitsbeständigen Stoffen bestehen, die durch Feuchte und mikrobiellen Bewuchs nicht substantziell geschädigt werden können. Weiterhin wurde vorausgesetzt, dass bestimmungsgemäß trockene Bauteile durch kurzzeitige Feuchtigkeitsereignisse nicht substantziell geschädigt werden.

Bauteilflächen und Randanschlüsse, z. B. Fugen zwischen Estrichen und Wänden, werden dabei getrennt untersucht.

Weiterhin wurden Sachverständige, die Schimmelpilzschäden bewerten und Instandsetzungskonzepte erarbeiten, nach ihren Erfahrungen befragt, die sie mit nicht entfernten, hinter Abschottungen liegenden befallenen Bereichen gemacht haben und wie sich diese auf die Innenräume auswirken. Die Ergebnisse dieser Umfrage sind in Kapitel 4 beschrieben.

1.3 Danksagung

Eine wichtige Grundlage der Arbeit ist die in Kapitel 4 beschriebene Umfrage unter Sachverständigen.

Die Befragten haben unentgeltlich ihre Erfahrungen und Erkenntnisse mitgeteilt sowie umfangreiches Informationsmaterial zur Verfügung gestellt und dazu beigetragen, geeignete Untersuchungsobjekte zu finden. Ihnen gilt daher ein besonderer Dank.

Für die fachliche Beratung danken wir außerdem den Arbeitsgruppenmitgliedern Frau Dipl.-Ing. Irina Krauss-Johnsen, Herrn Dr. Wolfgang Eckrich und Herrn Dr. Guido Fischer sowie Herrn Dr.-Ing. Michael Brüggemann, Fraunhofer IRB/Zukunft Bau.

2. **Mikrobiologisch hygienische Aspekte**

Welcher Aufwand zur Schimmelpilzinstandsetzung aus mikrobiologisch-hygienischen Aspekten notwendig bzw. vorsorglich angemessen ist und unter welchen Bedingungen eine Abschottung möglich ist bzw. eine sinnvolle Alternative zum Bauteilaustausch darstellt, bedarf zunächst einiger mikrobiologischer Erläuterungen.

Es stehen keine belastbaren Hintergrunddaten für einen „mikrobiell-hygienisch bauüblichen Gebäudezustand“ zur Verfügung und es gibt keine verbindlichen Grenz- oder Richtwerte. Als Abweichung vom Üblichen ist nur aktives und strukturiertes Schimmelpilzwachstum auf Baustoffen anzusehen. Damit ist (nur) der mikroskopische Nachweis einer Kontaminationen mit Pilzsporen bzw. eines strukturierten Schimmelpilzbewuchses auf Baustoffoberflächen oder eine signifikante Raumbelastung durch Sporen und Partikel entscheidend für die hygienische Bewertung einer mikrobiell-bedingten Schadenssituation [UBA 2017]

Für die Diagnostik von Schimmelpilzkrankungen sind die Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen in Innenräumen nur von sekundärer Bedeutung, da schimmelpilzspezifische Krankheitssymptome nicht explizit nachgewiesen werden können und der medizinischen Differenzialdiagnose bedürfen. Forderungen nach der (Wieder-) Herstellung eines nach gesundheitlichen Erwartungen bemessenen, hygienisch einwandfreien Bauzustands gehen damit ins Leere [AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie 2016].

Maßgebliches Ziel einer Schimmelpilzinstandsetzung sollte die (Wieder-)Herstellung eines bauüblichen, hygienischen Zustandss sein. Selbstverständlich können weitere Maßnahmen ergriffen werden, die über diese Zielsetzung hinausgehen. Sie sind aber häufig sowohl unter hygienischen als auch unter Aspekten der Dauerhaftigkeit von Bauteilen und damit für die Verwendungseignung nicht erforderlich.

3. Leitfäden, Richtlinien und Merkblättern

3.1 UBA Leitfaden, Handlungsempfehlung

3.1.1 Schimmelleitfaden 2017

Zur Aufklärung und als Hilfestellung für den Umgang mit einer Schimmelpilzproblematik in Innenräumen hat das Umweltbundesamt den Schimmelleitfaden im Jahr 2017 neu herausgegeben. Dieser hat zum Ziel, einheitliche Empfehlungen in den Bereichen der Ursachenfeststellung, Erfassung, Bewertung und Instandsetzung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen zu geben. Darüber hinaus will der Leitfaden gesundheitliche, bauphysikalische, messtechnische und raumlufthygienische Fragestellungen klären.

Dieser Leitfaden ist keine bautechnische Regel, die sich üblicherweise mit der Planung und Ausführung von neuen Gebäuden oder Bauteilen befassen. Er hat zum Ziel, gesundheitliche Risiken zu vermeiden.

Der Leitfaden dient damit der Gefahrenabwehr. Er richtet sich damit auch an diejenigen, die Werkverträge eingehen und Bauleistungen erbringen. an

Trotz dieser klaren Aufgabe kommt es nach Instandsetzungen häufig zum Streit darüber, ob und in welchem Umfang von Empfehlungen eines Regelwerks oder Leitfadens abgewichen wurde. Wann aber sind Regeln maßgeblich? Welche Bedeutung haben Abweichungen und sind immer Schäden zu befürchten? Muss gerade im Bestand nicht immer wieder bewusst von Regelwerken abgewichen werden, damit unter Berücksichtigung der konkreten Situation keine Schäden entstehen?

Bereits die Schimmelpilzleitfäden des Umweltbundesamtes aus den Jahren 2002 und 2005 [UBA 2002, UBA 2005] rieten dazu, bei größerem Befall Dringlichkeit und Maßnahmen durch Spezialisten beurteilen zu lassen. Als Kriterien wurden der Gesundheitszustand der Bewohner, Ausmaß und Aktivität des Schimmelschadens, Schimmelpilzart sowie die Art und Weise der Raumnutzung angeführt. Da aber keine nach den Gebäudebereichen abgestuften Empfehlungen abgeleitet wurden, wurden oft Bauteile abgebrochen und ausgetauscht, obwohl dies nicht immer notwendig war.

Erstmals differenziert der Schimmelleitfaden 2017 [UBA 2017] nach Nutzungsklassen (Abb. 2).

Nutzungsklasse I stellt besondere Bedingungen an die Keimfreiheit, die etwa in Krankenhäusern oder besonderen Produktionsstätten erforderlich und nicht Gegenstand des Leitfadens ist.

Damit wird klar, dass Nutzungsklasse II, die üblichen Wohnräumen oder Räumen mit ähnlichen Nutzungen (wie z. B. Büros) zum dauernden Aufenthalt von Menschen ohne besondere Disposition gegen eine mikrobiellen Belastung zugeordnet ist, nicht keimfrei sein müssen und das auch nicht können.

Nutzungsklasse III beschreibt (reduzierte) Anforderungen an Räume, die nicht dem längeren Aufenthalt von Menschen dienen, etwa außerhalb und nicht im Raumlufverbund mit Wohnungen stehende Abstellräume, insbesondere solche in Untergeschossen von älteren Gebäuden, bei denen Bauwerksabdichtungen nicht üblich sind.

Nutzungsklasse IV sind Raumbereiche, die gegenüber Räumen der Nutzungsklasse II (bzw. III) abgeschottet sind, sodass eine mikrobielle Belastung, die in der Nutzungsklasse IV vorliegen darf, sich nicht in Räume ausweitet, die dem Aufenthalt von Menschen dienen.

Diese Differenzierung ist zu begrüßen, da umfassende Hygienemaßnahmen in Räumen, die durch ihren bestimmungsgemäßen Gebrauch oder durch ihre Bauweise nicht die Hygieneanforderungen von Innenräumen erfüllen, sinnlos sind. Die meisten Altbaukeller würden nach einer umfassenden Instandsetzung bereits kurze Zeit später wieder den gleichen Zustand aufweisen wie vor einem Schadenseintritt. Wenn dort nicht mit der gleichen Akribie wie in Räumen der Nutzungsklasse II gereinigt wird, hat dies tatsächlich keine negativen Folgen für den Nutzer.

Die bisherigen Regelungen des Umweltbundesamts sahen generell vor, feuchte Bauteile auszutauschen, wenn sie nicht innerhalb kurzer Zeit getrocknet wurden. Der überarbeitete Schimmelleitfaden des Umweltbundesamts führt dagegen die Nutzungsklasse IV für abgeschottete Bereiche ein. Der Leitfaden gibt vor, dass die Abschottungen geeignet sein müssen, definiert aber für diese keine konkreten Anforderungen.

Nutzungs- klasse	Anforderungen an die Innen- raumhygiene	Beispiel	Anmerkungen
I	Spezielle, sehr hohe Anforderungen wegen individueller Disposition	Räume für Patienten mit Immunsuppression	Nicht in diesem Leitfaden behandelt; die Anforderungen bedürfen gesonderter Vereinbarung
II	Normale Anforderungen	Innenräume zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen: Wohn- oder Büroräume, Schulen, Kitas usw. einschließlich dazu gehörender Nebenräume	Es gelten die gleichen Anforderungen für alle genutzten Räume (d. h. bei Wohnungen alle Räume einschließlich in der Wohnung liegender Nebenräume)
III	Reduzierte Anforderungen	Nicht dauerhaft genutzte Räume außerhalb von Wohnungen, Büros, Schulen usw., z. B. Keller Räume und Abstellräume (ohne direkten Zugang zur Wohnung), nicht ausgebaute Dachgeschosse sowie Garagen oder Treppenhäuser	Verringertes Anforderungsniveau für Sanierung und Instandsetzung; geringere Dringlichkeit der Sanierung
IV	Deutlich reduzierte Anforderungen bis hin zu keinen Maßnahmen hinter der Abschottung	Luftdicht abgeschottete Bauteile und Hohlräume in Bauteilen oder Räumen, die nach Anforderung der DIN 4108-7 mit geeigneten Stoffen gegenüber Innenräumen abgeschottet sind	Bestimmungsgemäß trockene Bauteile hinter der Abschottung müssen trocken bzw. dürfen nicht dauerhaft feucht sein

Abb. 2:
Raumnutzungsklassen des UBA-Schimmelleitfadens 2017

3.1.2 Handlungsempfehlung Feuchteschäden Fußböden 2017

Die Handlungsempfehlung bezieht sich hinsichtlich der ausgesprochenen Empfehlungen unmittelbar auf den UBA-Schimmel-Leitfaden. So wird auch hier erläutert, dass bei nicht dauerhaft genutzten Nebenräumen außerhalb von Wohnungen ein verringertes Anforderungsniveau bei Instandsetzungen gilt (Nutzungs-kategorie III).

Alternativen zum Rückbau und Ersatz von Bauteilen, in denen sich Schimmelbefall befindet, sind, z. B. bei Schimmelbefall in der Fußbodenkonstruktion, Randfugeninstandsetzungen oder eine flächige Abdichtung des Fußbodens. Unter Randfugeninstandsetzungen werden das Entfernen des Randdämmstreifens und das Abdichten der Randfugen verstanden.

Bei einer Abdichtung der Fußbodenfläche sind nach der Handlungsempfehlung folgende Aspekte zu beachten:

- Dichte Ausführung und dauerhafte Dichtheit der Fuge
- Gewährleistung von Trockenheit hinter der Abdichtung und Vermeidung von weiterem Schimmelwachstum
- Ausschluss von bautechnischen Nachteilen durch die Abdichtung
- Vermeidung von zukünftigen mikrobiellen Belastungen bei Bauteilveränderungen durch Information für ausführende Handwerker.

3.2 WTA-Merkblätter

3.2.1 Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierung in Innenräumen 4-12, 2016

Das WTA-Merkblatt [WTA 4-12] zu Schimmelpilzschäden befasst sich mit Sanierungszielen und deren Kontrolle. Zielgruppe sind Planer, Sachverständige, Versicherungen, und ausführende Fachbetriebe. Im Merkblatt wird zwischen unterschiedlichen Sanierungszielen differenziert. Der Normalzustand wird i. d. R. im Entfernen des bewachsenen Materials gesehen, d. h. es liegt kein Schimmelwachstum und auch keine mikrobielle Kontamination über das übliche Maß hinaus vor. Er wird definiert durch Hintergrundwerte von Materialien und Oberflächen oder durch Referenzen von nicht befallenen Materialien im Objekt. Im Merkblatt finden sich Erläuterungen zu Messtechniken und Analysen, die helfen die vorhandenen Zustände zu überprüfen und zu dokumentieren.

Weiterhin wird erläutert, dass eine Besiedlung oder eine daraus resultierende Geruchsbelastung nicht dem Normalzustand entspricht.

Sollte das Entfernen des bewachsenen Materials nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand durchgeführt werden können, wird in einer dauerhaft partikel- und sporendichten Abschottung ebenfalls ein grundsätzlich geeignetes Instandsetzungsziel gesehen. Diese Einstufung steht allerdings unter dem Vorbehalt der Einschaltung von entsprechend qualifizierten Sachverständigen.

3.2.2 Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile 6-16, Teil 2, Entwurf 2017

Das WTA-Merkblatt [WTA E 6-16] zur technischen Trocknung durchfeuchteter Bauteile beinhaltet neben der Ausführung geeigneter Trocknungsmaßnahmen und der notwendigen Dauer auch Hinweise zum Festlegen von Trocknungszielen und deren Kontrolle.

Ist in einem Gebäude ein Wasserschaden aufgetreten, müssen geeignete Trocknungsmaßnahmen ergriffen werden, um Folgeschäden zu minimieren. Es wird neben dem Absaugen des stehenden Wassers und dem Einsatz von Raumluftfiltern als schadensmindernde Sofortmaßnahme auch das Abschotten/Abkleben zur Trennung von befallenen und nicht befallenen Bereichen benannt.

3.3 **BVS-Richtlinie zum „Sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden“ 2014**

Die BVS-Richtlinie [Netzwerk Schimmel 2014] ist eine Empfehlung des Bundesverbands öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e.V. (BVS) und beschreibt die systematische Vorgehensweise bei Schimmelschäden sowie die Festlegung des Instandsetzungszieles in Verbindung mit der Erstellung eines Maßnahmenkataloges.

Die Richtlinie definiert als Ziele für eine erfolgreiche Schimmelpilzsanierung folgende fünf Punkte:

- kein auf die Schadensursache bezogener Schimmelpilzbewuchs
- keine auffälligen biogenen Raumluftbelastungen (Lebendkeime, Partikel, Allergene)
- keine Geruchsbelastungen
- keine Feuchtebelastungen
- grundlegende Beseitigung der Schadensursachen.

Die Richtlinie versteht unter einer Schimmelpilzinstandsetzung folgende Schritte: Sofortmaßnahmen, Dekontamination, Reinigung, Trocknung, Austausch betroffener Bauteile, Einweisung der Nutzer und Erfolgskontrolle durch Sachverständige. Zur Durchführung ist ein Instandsetzungskonzept zu erstellen, in dem das Instandsetzungsziel beschrieben wird. Insbesondere soll festgelegt werden, in welchem Umfang und mit welchem Verfahren der Rückbau erfolgen soll. Dies ist mit dem Auftraggeber abzustimmen und der Nutzer ist hierüber zu informieren.

3.4 VdS-Richtlinie „Schimmelpilzsanierung nach Leitungswasserschäden“

Die VdS-Richtlinie [VdS 3151] bezieht sich auf eine Schimmelpilzsanierung nach Leitungswasserschäden im Sinne der Sachversicherung. So beschreibt sie auch die für diesen Anwendungsfall geeigneten Verfahren zur Aufnahme des Umfangs und der Bewertung des Schimmelpilzschadens sowie seiner fachgerechten Beseitigung, die oft mit Trocknungsmaßnahmen einhergehen.

Die Richtlinie definiert das Ziel für Schimmelpilzinstandsetzungen wie folgt:

- keine biogene Belastung der Raumluft über die übliche Hintergrundbelastung hinaus,
- kein sichtbarer, nicht sichtbarer oder verdeckter Schimmelpilzbefall, der zu einer Belastung des Innenraumes führt,
- keine sekundären Verunreinigungen von Raumbooberflächen,
- keine mikrobiologisch bedingte Geruchsbelästigung.

Es werden unterschiedliche Methoden zum Erreichen dieser Ziele genannt:

- reinigen,
- reinigen mit desinfizieren,
- zur Raumseite hin abschotten oder
- ausbauen/entfernen.

Welche Methode zum Einsatz kommt, wird von der Art des Befalls abhängig gemacht.

Im Folgenden werden in der Richtlinie die Demontagearbeiten und das Vorgehen bei der Entfernung des Schimmels detailliert beschrieben. Auch wird nochmals erläutert, dass zum Erreichen des jeweiligen Ziels nicht notwendigerweise eine vollständige Entfernung des befallenen Materials erforderlich ist.

3.5 DHBV-Merkblatt „Schimmelpilzbefall an Holz und Holzwerkstoffen in Dachstühlen“ 2015

Auch dieses Merkblatt [DHBV 2015] wendet sich an Planer, Sachverständige sowie ausführende Fachbetriebe und weist darauf hin, dass das Ziel einer Schimmelpilzin-

standsetzung die Wiederherstellung eines üblichen Zustands mit einer üblichen Hintergrundbelastung sein sollte. Das Merkblatt empfiehlt, das angestrebte Ziel (schriftlich) zu vereinbaren, insbesondere wenn Abschottungen befallener Bereiche vom Innenraum als Lösung angestrebt werden.

Es werden Ausführungs- und Verarbeitungshinweise bei einem Befall durch Schimmelpilze in Dachstühlen zu Maßnahmen durch Abschottungen (Trennen des befallenen Bereichs vom Innenraum durch Folien oder Platten) oder Maskierungen (Beschichtungen der Holzbauteile mit Spezialanstrichen) gegeben.

4. Schadensstatistik

4.1 Vorgehensweise und Datenermittlung

Nach einer Literaturrecherche wurden eigene Gutachten und bauphysikalische Beratungen ausgewertet. Zeitgleich wurde zur Ermittlung von Untersuchungsobjekten und von Schadenserfahrungen an Objekten eine bundesweite Umfrage unter den in diesem Bereich tätigen öffentlich bestellten und vereidigten Bausachverständigen (u. a. Schäden an Gebäuden, Bauphysik, Wärme- und Feuchtigkeitsschutz, Schadstoffe in Innenräumen, Schimmelpilze) durchgeführt. Dazu wurden 2.300 Personen angeschrieben.

Mithilfe des vom AIBAU entwickelten Fragebogens (s. Kapitel 9.1) wurde zunächst nur nach der Häufigkeit von Schimmelpilzschäden in den letzten zehn Jahren gefragt. Im weiteren Verlauf wurde auch nach der Lage solcher Schäden und der weiteren Vorgehensweise im Instandsetzungsfall gefragt. Weiterhin wurde um Mitteilung gebeten, ob die benannten Objekte im Rahmen der Forschungsarbeit besichtigt werden können.

4.2 Ergebnisse aus Recherchen und Umfragen

Auf die Umfrage haben sich 251 Teilnehmer (~ 11 %) gemeldet, von denen 177 (~ 70 % von 251) Schimmelpilzschäden zu begutachten hatten (Abb. 3). Auch die Fallzahlen verdeutlichen, dass die Bewertung von Schimmel für die Sachverständigen einen Schwerpunkt ihrer Tätigkeit darstellt: In den letzten zehn Jahren sind von den befragten Sachverständigen etwa 15.000 Fälle mit Schimmelpilzschäden bearbeitet worden. Pro Umfrageteilnehmer wurde dabei zwischen 1 bis hin zu 2.000 Fällen untersucht und begutachtet. Etwa ein Viertel der Teilnehmer hatten sich in den letzten zehn Jahren mit elf bis 50 Fällen pro Jahr beschäftigt. Genauso oft wurden 51 bis mehr als 100 Fälle an die Umfrageteilnehmer herangetragen (Abb. 4). Deutlich seltener war eine Beauftragung mit nur einem Fall pro Jahr.

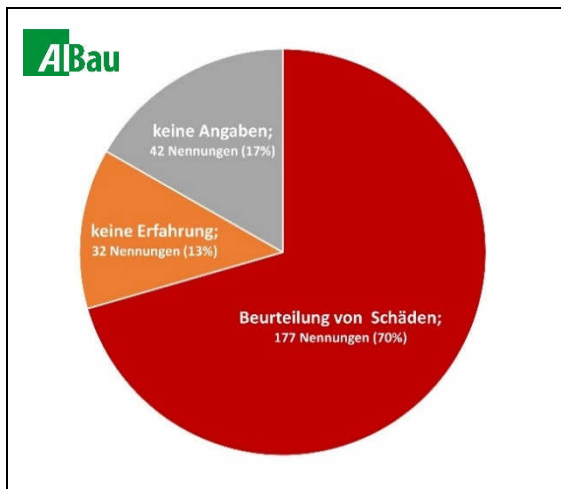


Abb. 3:
Häufigkeit der Beurteilung von Schimmelschäden

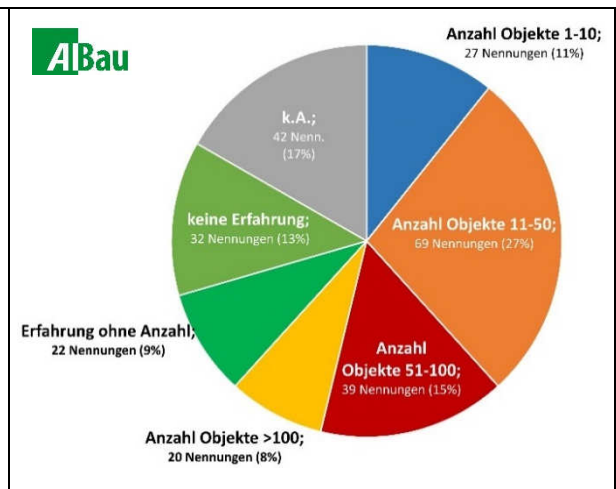


Abb. 4:
Anzahl der Objekte pro Umfrageteilnehmer

4.2.1 Lage der Schimmelschäden

Die Ergebnisse zeigen, dass am häufigsten ein Befall in Fußbodenkonstruktionen (118 von 177) und in leichten Wandkonstruktionen (114-mal) festzustellen war. Seltener wurde Schimmelpilz in Dach Hohlräumen lokalisiert (92-mal). Von untergeordneter Bedeutung sind sonstige Hohlräume (53 Nennungen) wie z. B. Bereiche unter Duschen, hinter Fassadenbekleidungen oder in Installationsebenen (Abb. 5).

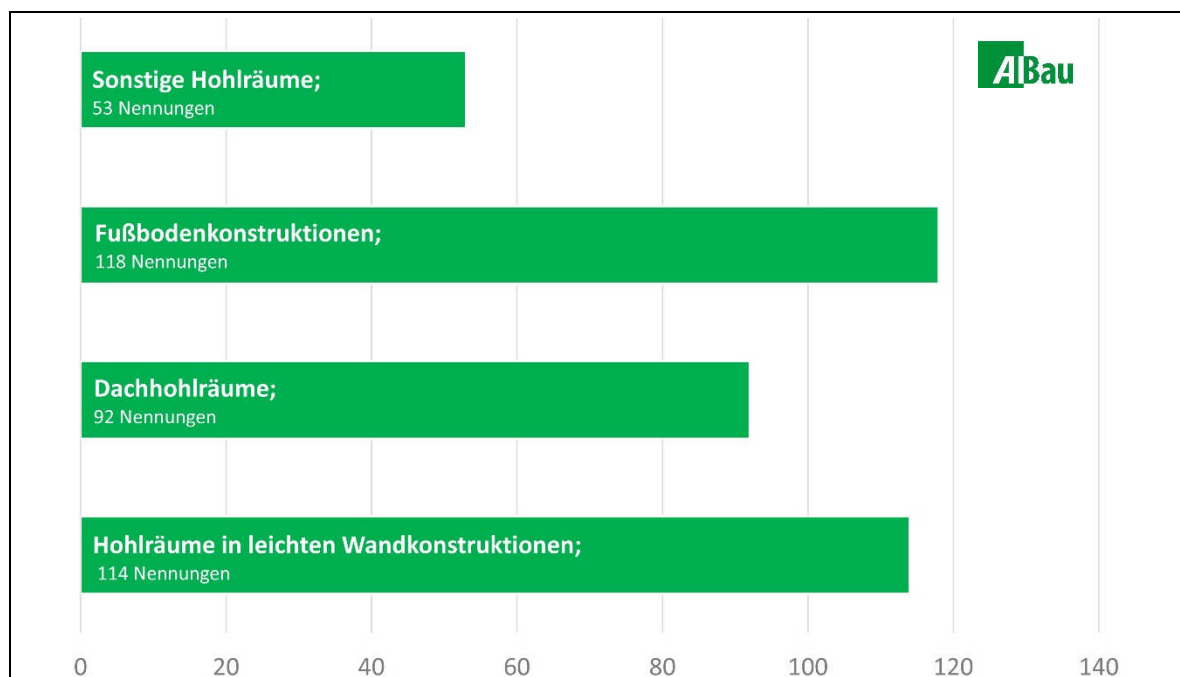


Abb. 5:
Häufigkeit einzelner Schadensbereiche (Mehrfachnennungen möglich)

4.2.2 Auswirkungen und Umgang mit den festgestellten Schimmelschäden

In mehr als der Hälfte der Fälle wurden keinerlei Auswirkungen des in den unterschiedlichen Hohlräumen vorhandenen Schimmelpilzbefalls auf die Bewohner und Nutzer festgestellt (Abb. 6). Dieses Ergebnis verwundert nicht, da in vielen Fällen feuchte Bauteilschichten keine spürbaren Belastungen für Gebäudenutzer darstellen. Das betrifft z. B. alle Bauteilschichten, die nach dem zweistufigen Abdichtungsprinzip konzipiert wurden und deswegen unvermeidbar feucht sind. So kann in Außenwänden oder in Dachaufbauten Wasser durch Treibschnee oder Schlagregen hinter Fassadenbekleidungen oder unter Dacheindeckungen gelangen und Bauteile in deren Innerem befeuchten. Auch Fußbodenaufbauten in Innenräumen können bestimmungsgemäß feucht sein, ohne dass von diesen eine Gesundheitsgefährdung ausgeht. So können bei privaten oder öffentlichen Nassräumen nach der Norm für Innenraumabdichtungen [DIN 18534] Abdichtungen unterhalb des Fußbodenaufbaus angeordnet werden. Ein Austausch dieser durchfeuchteten Bauteilschichten ist unsinnig, da die Durchfeuchtungen durch die Nutzung bedingt wiederholt auftreten. Diese Bauteilschichten sind i. d. R. zum Innenraum abgeschottet, sodass für Bewohner und Nutzer keine negativen gesundheitlichen Auswirkungen entstehen.

Ein weiteres Befragungsziel lag darin, die Häufigkeit von durchgeführten Luftkeimmessungen bei Schimmelpilzbefall zu ermitteln: Diese wurden in mehr als der Hälfte der Fälle mangels spürbarer Auswirkungen auf die Bewohner nicht durchgeführt (Abb. 7). Dennoch wurde der bauliche Zustand der betroffenen Gebäude in den überwiegenden Fällen verändert (87 %), d. h. die betroffenen Bauteile wurden rückgebaut und entfernt (Abb. 8). Gründe hierfür waren, dass bei Wasserschäden ein ausreichender Versicherungsschutz sowie ein Anspruch auf die Herstellung des ursprünglichen Zustands bestanden. Weiterhin zweifeln die meisten Nutzer an, dass Abschottungen dauerhaft wirksam seien und insbesondere bei hoher Schimmelpilzbelastung im Hohlraum auch nicht ausreichend dicht herstellbar seien. Viele Bewohner seien aufgrund teilweise überzogener Berichterstattungen derart sensibilisiert, dass Abschottungsmaßnahmen nicht akzeptiert werden.

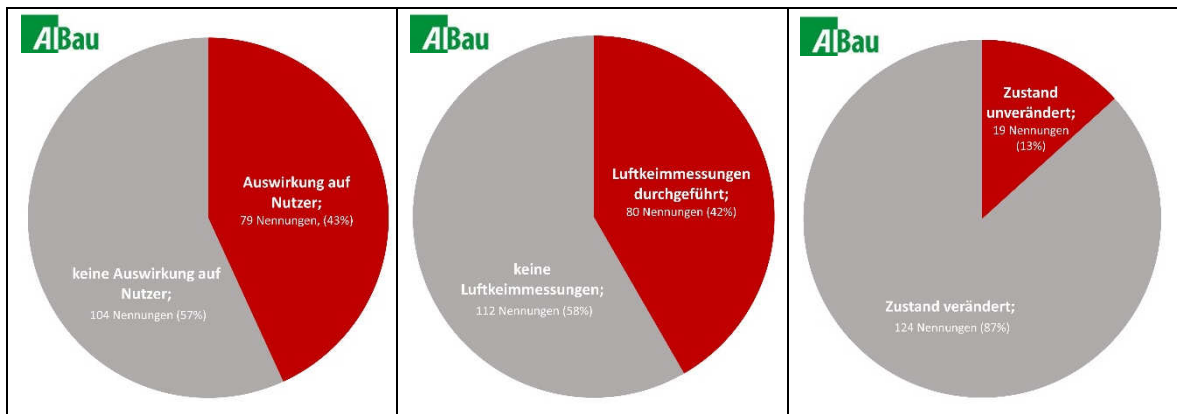


Abb. 6:
Häufigkeiten der Auswirkungen auf die Bewohner

Abb. 7:
Häufigkeiten der Luftkeimmessungen bei Schimmelpilzbefall

Abb. 8:
Häufigkeiten der Bauteilveränderung bei Schimmelpilzbefall

Um Vorurteile zu entkräften und vorhandene Wissenslücken zu schließen, war es notwendig, insbesondere die Fälle genauer zu betrachten, bei denen von Schimmelpilzbildungen betroffene Bauteile nicht ausgebaut, sondern „nur“ vom Innenraum abgeschottet wurden.

4.2.3 Auswertbarkeit der vorliegenden Umfrageergebnisse

Auf Grundlage der Umfrageergebnisse wurden Aussagen zu Schadensmechanismen in Abhängigkeit von den jeweiligen Einbaurandbedingungen abgeleitet.

Der geringe Umfang der Stichprobe lässt allerdings keine Schlussfolgerungen einer statistisch repräsentativen Aussage zu.

5. Erfahrungen mit Abschottungen – Fallbeispiele

Im Rahmen der zuvor beschriebenen Umfrage hatten die Teilnehmer 56 konkrete Schadensfälle benannt, von denen 22 Fälle für eine Besichtigung zur Verfügung gestanden hätten. Kennzeichnend für diese Fälle war das meist rasche Auftreten des Schimmelpilzes in den ersten beiden Jahren der Gebäudestandzeit bzw. nach einer erfolgten Umbaumaßnahme.

Im Hinblick auf die zu untersuchende Fragestellung, bei welchen Gebäuden der bauliche Zustand trotz eines Schimmelbefalls unverändert seit Feststellung des Schadens geblieben war, reduzierte sich diese Anzahl schließlich auf zehn Objekte. Bei den meisten dieser Fälle lagen bereits Luftkeimmessungen vor, sodass aufgrund unveränderter Einbausituationen keine weiteren Messungen notwendig waren.

Die Auswertung der Umfrageergebnisse ergab, dass die von den Sachverständigen geschilderten, konkreten Schadensfälle im Wesentlichen

- Hohlräume in Fußböden,
 - Hohlräume in leichten Wandkonstruktionen,
- und/oder
- Hohlräume in Dächern (Flachdächer, geneigte Dachkonstruktionen und Dachräume)

betrafen. Die Ergebnisse einiger typischer Fälle werden im Folgenden kurz vorgestellt.

5.1 Fußbodenkonstruktionen

Einige der zur Verfügung gestellten Schadensfälle betrafen Schimmelpilzschäden, die auf Wasserschäden im Untergeschoss zurückzuführen waren. Diese hatten längerfristig die schwimmend verlegten Estriche durchfeuchtet und so in der Dämmschicht einen Schimmelpilzbefall hervorgerufen. Nach Beseitigung der Schadensursache wurde der Fußbodenaufbau in diesen Fällen getrocknet. Ansonsten wurden die betroffenen Bauteilschichten nicht ausgetauscht und verblieben im Bauwerk. Diese Vorgehensweise konnte nur gewählt werden, weil weder im Bodenaufbau noch im Bereich der angrenzenden Bauteile feuchteempfindliche Baustoffe verarbeitet worden waren. Diese hätten andernfalls ausgetauscht werden müssen. So konnten Luftkeimmessungen nach erfolgter Feinreinigung belegen, dass keine Kontamination der Raumluft vorlag und somit keine Beeinträchtigung der Bewohner gegeben war.

5.1.1 Schimmelbefall im Kriechkeller unter einem Schulgebäude

In den 1970er Jahren wurde ein Schulgebäude in Stahlleichtbauweise errichtet. Die Stahlskelettkonstruktion ist mit Holztafeln und innerer Wärmedämmung ausgefacht. Zwischen der Bodenplatte und dem Erdreich ist ein Kriechraum vorhanden. Der Fußbodenaufbau besteht aus unteren und raumzugewandten Holzspanplatten, die an den Holzträgern des Fußbodens befestigt sind. Der Hohlraum ist mit Dämmung aus Mineralwolle ausgefüllt (Abb. 9 bis Abb. 12).

Schüler und Lehrer beklagten Geruchsbelästigungen in den erdgeschossigen Klassenzimmern. Messungen der Außen- und Innenraumluft ergab für die Klassenräume eine merklich erhöhte Gesamtsporenkonzentration, deren Herkunft zunächst unklar war.



Abb. 9:
Blick in den Kriechraum unter den Klassenzimmern



Abb. 10:
Der Fußbodenaufbau besteht aus Holzträgern mit dazwischenliegender Wärmedämmung sowie jeweils einer unteren und oberen Spanplatte. Die Unterseite der unteren Bekleidung ist von Schimmelpilzen befallen.

Ursache: Belastung des Innenraumes durch fehlende Luftdichtheit

Die Schimmelpilze im Erdgeschoss stammten von der Unterseite der unteren Holzspanplatte über dem Kriechraum. Dort konnte der Schimmel gut wachsen, weil der Hohlraum nach außen nicht wirksam belüftet war. Neben der für Hölzer problematischen, hohen Materialfeuchte fehlte die wirksame Abschottung zwischen dem Kriech-

raum und den Innenräumen, die nicht nur aus energetischen Gründen und zur Vermeidung von Zugerscheinungen erforderlich ist, sondern auch aus hygienischen Gründen. In solchen nicht kontrollierten Kriechräumen, die nicht von Menschen genutzt werden, stört aber ein mikrobieller Befall wenig. Diese Räume sind berechtigterweise der Nutzungsklasse IV zugeordnet, die dann dauerhaft wirksam von den Innenräumen abzutrennen sind.



Abb. 11:
Durch Feuchtigkeitseinwirkung verformte Spanplatten



Abb. 12:
Auf der oberen Spanplatte ist nur ein Belag aufgeklebt. Wirksame luftdichtende Maßnahmen, die den Hohlraum unter der Schule von den Innenräumen der Klassenzimmer zuverlässig trennen, sind nicht vorhanden.

Maßnahmen

Der Fußbodenaufbau musste nicht ausgetauscht werden. Stattdessen wurden Maßnahmen zur Unterlüftung des Fußbodens – wie schon ursprünglich geplant – vorgesehen, um die Feuchtigkeitseinwirkung auf die Holzplatten zu reduzieren und damit deren Dauerhaftigkeit nicht zu gefährden. Einzelne deutlich verschimmelte oder verformte Platten der unteren Lage wurden ausgetauscht. Damit konnten auch die Platten auf der Unterseite grundsätzlich erhalten werden, da diese einen ausreichenden Widerstand gegen die dann vorliegenden Feuchtigkeitsbedingungen aufwiesen.

Zur Vermeidung von Zugerscheinungen und dem Eintrag von Luft aus dem Kriechraum in die Klassensäle wurde auf der Raumseite der Fußbodenbelag einschließlich aller

Anschlüsse an die Wände überarbeitet und somit eine luftdichte Ebene geschaffen. Diese Maßnahme vermeidet die Ausweitung eines eventuell auch zukünftig vorliegenden mikrobiellen Befalls aus dem Hohlraum in die Innenräume.

5.1.2 Schimmelbefall im Erdgeschossfußboden eines Wohnhauses

Ein eingeschossiges Einfamilienwohnhaus wurde in Massivbauweise in ländlichem Umfeld errichtet. Das Haus ist nicht unterkellert, die Bodenplatte als WU-Konstruktion hergestellt. Als Bodenaufbau wurden eine zweilagige Dämmschicht aus Polystyrol mit integrierter Fußbodenheizung sowie ein Calciumsulfatestrich gewählt. Die einschaligen Außenwände wurden beidseitig verputzt. Eine nicht tragende Innenwand wurde als beidseitig beplankte Gipskartonwand konstruiert und die tragenden Innenwände wurden gemauert.

Nach starken Regenfällen bemerkten die Hauseigentümer im Gebäudeinnern Feuchtigkeit an unterschiedlichen Stellen im Bereich des Wandsockels (Abb. 13). Weiterhin waren vor den Wänden aufgestellte Schränke im unteren Bereich teilweise verschimmelt.

Schäden und Ursachen

Als Ursache für die in den unteren Wandbereichen festgestellte Feuchtigkeit wurde die fehlende Abdichtung der Medieneinführungen durch die Bodenplatte festgestellt. (Abb. 14).



Abb. 13:
Wasserkränze am Wandsockel

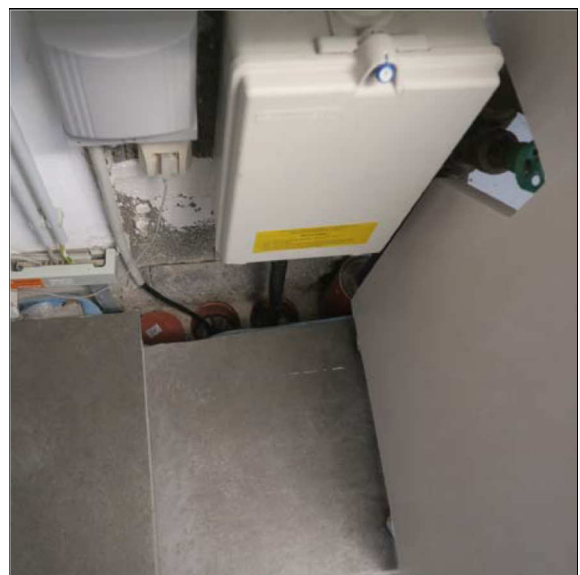


Abb. 14:
Wassereintritt im Bereich der Mediendurchführungen

Instandsetzungsziel und Maßnahmen

Die fehlenden Rohrleitungsabdichtungen wurden nachträglich installiert. Anschließend wurde der durchfeuchtete Estrich technisch getrocknet. Nach der Trocknung wurden eine Raumluftmessung im Wohnraum und eine Referenzmessung der Außenluft durchgeführt. Diese ergab eine sehr geringe Konzentration von Schimmelsporen im Innenraum, die auf einen noch vorhandenen Befall in den Innenbauteilen deuteten.

Daher wurde die leichte Wandkonstruktion vollständig ausgetauscht, da eine dort eingebaute Schiebetür einen teilweisen Ersatz verhinderte. Die von Schimmel befallenen Einrichtungsgegenstände wurden ebenfalls entfernt.

Estrich und Bodenbeläge wurden nicht erneuert. Stattdessen sollte nach dem teilweisen Rückbau eine Überprüfung der Situation durch weitere mikroskopische Analysen erfolgen.

5.1.3 Schimmelbefall in der Fußbodenkonstruktion einer Schule

Ein Schulgebäude wurde in den 1960er Jahren in Stahlbetonskelettbauweise im Bungalowstil errichtet. Es besteht aus einem zweigeschossigen Gebäudeteil, in dem die Klassenräume untergebracht sind und einem eingeschossigen Anbau, der das Lehrerzimmer beherbergt.

Immer wieder klagten Lehrer und Schüler über einen muffigen Geruch in mehreren Räumen.

Das Gebäude wurde schließlich im Jahr 2011 umfangreich umgestaltet bzw. umgenutzt. So wurden u. a. teilweise die Bodenbeläge erneuert (Fliesen, PVC, Linoleum). Jedoch blieben die Beschwerden.

Schäden und Ursachen

Zur Ursachenfindung wurden mehrere Begehungen sowie Raumluftuntersuchungen durchgeführt und Materialproben entnommen.

Hierdurch konnten unterschiedliche Ursachenzusammenhänge voneinander abgegrenzt werden. So standen z. B. die in der abgehängten Decke festgestellten Schimmelercheinungen im Zusammenhang mit Undichtheiten der Flachdachabdichtung. Schimmelbefall hinter Fußleisten und entlang der vor den Fensterbänken installierten Kabelkanäle mit der geringen Wärmedämmung der Bauteile in Kombination mit der geringen Luftanströmung durch die bestehenden Installationen.

In einem Raum wurde allerdings ein erhöhter Schimmelbefall in der Dämmung des aufgeständerten Fußbodens festgestellt, der durch eine zurückliegende Durchfeuchtung verursacht worden war.



Abb. 15:
Mit Dichtstoff verschlossene Randfuge des Fußbodens

Instandsetzungsziel und Maßnahmen

Wegen des lokal sehr begrenzten Umfangs und der nicht feuchteempfindlichen Baustoffe im Fußbodenaufbau wurde dieser nicht ausgetauscht, sondern durch Ausschäumen der Randfugen mit Polyurethanschaum und Dichtstofffugen von der Raumluft abgeschottet (Abb. 15).

5.1.4 Fußboden in einer Burganlage

In einer historischen Burganlage, die teilweise unter Denkmalschutz steht, besteht der historische Fußboden aus Holzbalkendecken, deren Gefache mit lehmumwickelten Holzstaken ausgefüllt sind.

Die Außenwände sind aus Bruchstein und die Innenwände als Fachwerkkonstruktion errichtet.

Schäden und Ursachen

In den Fensternischen waren an den Brüstungen bei der Umnutzung zu Wohnzwecken Heizkörper eingebaut worden. Während einer längeren Abwesenheit der Bewohner war eine Heizleitung im ersten Obergeschoss gerissen und hatte den Fußboden sowie die angrenzenden Wandflächen stark durchfeuchtet. Da der Schaden nicht sofort bemerkt wurde, verblieb die Feuchtigkeit längerfristig in der Baukonstruktion, so dass sich Schimmelpilze verbreiten konnten (Abb. 16 bis Abb. 19).



Abb. 16:
Blick auf den geöffneten Fußboden und den schadensauslösenden Heizkörper im 1. OG



Abb. 17:
Unterseite der durchfeuchteten Decke



Abb. 18:
Schimmelbefall im Deckenpaket



Abb. 19:
Detailaufnahme

Instandsetzungsziel

Aufgrund der Besonderheit des Bauwerks musste vor Beginn der Maßnahmen zunächst das Instandsetzungsziel festgelegt werden. Die Beteiligten einigten sich darauf, den für die Burganlage typischen Zustand, der vor dem Wasserschaden vorhanden war, wiederherzustellen.

Maßnahmen

Die Maßnahmen umfassten einen Teilaustausch der von Schimmel befallenen Lehmwickel, während vollständig nasse entfernt wurden. Die betroffenen Bauteile wie Holzbalkenlage der Decke und angrenzende Wandflächen wurden im Rahmen des Möglichen getrocknet und erhalten. Nach der Trocknung wurden die Bauteile feingereinigt und anschließend Decken und Wände wiederhergestellt sowie eine weitere Feinreinigung durchgeführt.

5.2 Leichte Wandkonstruktionen

5.2.1 Schimmelbefall innerhalb einer Wohnung

Ein leerstehendes Produktionsgebäude aus dem 19. Jahrhundert wurde zu einem Mehrfamilienwohnhaus umgenutzt. Auf der alten, nicht entfernten Dachabdichtung wurde ein Staffelgeschoss mit davorliegenden Dachterrassenflächen ergänzt (Abb. 20). Nach vier Jahren klagte die Bewohnerin im neuen Geschoss über gesundheitliche Probleme, die nach ärztlicher Untersuchung auf Schimmelpilze zurückgeführt werden mussten.



Abb. 20:
Rückseitige Teilansicht des Staffelgeschosses

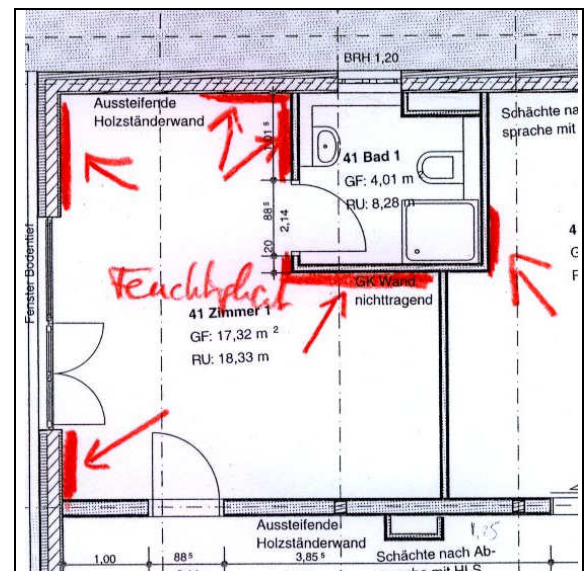


Abb. 21:
Grundriss mit Eintragung der feuchten Stellen

Feuchteschutz im Badezimmer

Die Messungen an den Wandoberflächen um das Bad ließen auf Feuchtigkeit in den Trockenbauwänden schließen (Abb. 21). Zunächst wurden Fehler an der Abdichtung im Wohnungsbad als Ursache erwogen, was sich aber nicht bestätigte.

Beim Öffnen der Wandflächen auf der Seite des Wohnraumes zeigte sich in der Ständerwandkonstruktion massiver Schimmelpilzbefall (Abb. 22).

Ursache

Das Wasser in den Wänden war auf eine Leckage in der Abwasserleitung des WCs zurückzuführen: offensichtlich wurde bei der Montage der Trockenbauwände die Leitung derart beschädigt, dass sich eine Muffe öffnete (Abb. 23). So tropfte von Anfang an Wasser bei jedem Spülvorgang in die Trockenbauwand, gelangte auf die noch vorhandene, alte Dachabdichtung, floss aufgrund der Dachneigung nur in eine Richtung und wurde, unbemerkt von den Bewohnern, über die noch vorhandene und angeschlossene, alte Dachrinne abgeleitet.



Abb. 22:
Von Schimmel befallener Innenraum der Gipskartonwand



Abb. 23:
Offene Muffe der WC-Abflussleitung

Ausmaß

Nachdem die Ursache der Feuchtigkeit und das Ausmaß festgestellt waren, wurde diskutiert, ob der Fußbodenaufbau ausgetauscht werden muss. Schließlich war er über vier Jahre von Wasser aus der Abflussleitung einer Toilette unterspült worden. Da die Eigentümerin und Nutzerin der Penthousewohnung den Aufwand, die Umstände und den Schmutz fürchtete, wollte sie den Austausch des Fußbodenaufbaus vermeiden. Daher wurde die ursprüngliche Planung, ohne Untersuchung den Fußbodenaufbau auszutauschen, nicht weiterverfolgt. Zur Feststellung, wie stark der Fußbodenaufbau tatsächlich belastet war, wurden Öffnungsstellen angelegt, aus denen unverzüglich

Proben entnommen und sofort dicht verpackt wurden. Damit wurde eine Sekundärkontamination der Proben aus dem Estrich durch die hohe Keim- und Sporenkonzentration aus den befallenen Bereichen der Wände und damit eine Verfälschung des Ergebnisses vermieden. Es war festzustellen, dass der Fußbodenaufbau keine Auffälligkeiten zeigte. Offensichtlich war der Aufbau so stark alkalisch, dass sich kein mikrobieller Bewuchs bilden konnte.

Instandsetzungsziel

Oben beschriebene Innenräume sind als übliche Wohnräume der neuen Nutzungsklasse II zuzuordnen. Dazu mussten die von Schimmel befallenen Platten der Ständerwände ausgetauscht werden. Zur Vermeidung einer Kontamination der nicht betroffenen Wohnbereiche während der Instandsetzung wurden das Schlafzimmer und der Teilbereich des Wohnraums, die gemeinsame Wände zu dem Badezimmer aufweisen, als „Schwarzbereich“ von den übrigen Wohnräumen abgetrennt und über die Terrassen zugänglich gemacht. Der Fußbodenaufbau verblieb, wodurch der Umfang der Instandsetzung reduziert und damit zeitlich erheblich verkürzt werden konnte.

Nach Abschluss der Maßnahmen wurde die Wohnung feingereinigt. Nach der Freimesung konnte die Bewohnerin zeitnah die Wohnung wieder uneingeschränkt nutzen.

5.2.2 Schimmel in der Außenwandkonstruktion eines Einfamilienhauses

Ein Einfamilienwohnhaus wurde in Holzrahmenbauweise errichtet. Die Wandelemente wurden vorgefertigt (Aufbau von außen nach innen: PS-Dämmung, KVH mit Mineralwollendämmung, Holzwerkstoffplatte, PE-Folie, GK-Platte) und auf der Baustelle auf einer Stahlbetonbodenplatte montiert. Auch die Geschosdecken wurden als Holzbalkendecken vorgefertigt (Abb. 24). Die Außenwände wurden mit einer Ziegelvormauerschale bekleidet.



Abb. 24:
Foto aus der Bauzeit zur ausgeführten Konstruktion



Abb. 25:
Starker Wassereintrich nach der Montage des Erdgeschosses

Schäden und Ursachen

Während der Bauzeit ist mehrfach Wasser in das Gebäude eingedrungen, da ein entsprechender Schutz vor möglicherweise auftretenden Niederschlägen fehlte.

So stand z. B. auf der Bodenplatte längere Zeit Wasser, das in das Schwellenholz der Wandkonstruktion (Außen- und Innenwände) einziehen konnte und auch die Dämmung und die bereits eingebaute innere Bekleidung durchfeuchtete (Abb. 25 + Abb. 26). Weitere Niederschläge sorgten für Durchfeuchtungen der Geschossdecke zwischen Erd- und Obergeschoss (Abb. 27). Beim Rückbau der durchfeuchteten Baustoffe war festzustellen, dass die tragenden Holzbauteile, insbesondere die Schwellenhölzer, von Schimmel befallen waren (Abb. 28 + Abb. 29).

5. Erfahrungen mit Abschottungen - Fallbeispiele



Abb. 26:
In die Wand „aufsteigende“ Feuchtigkeit im Erdgeschoss

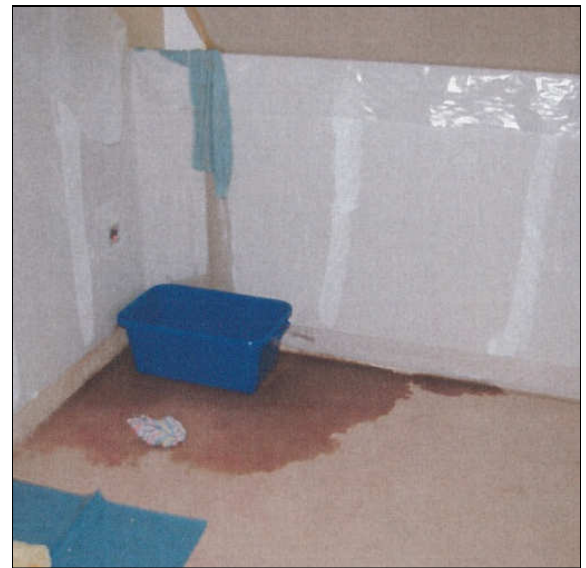


Abb. 27:
Wassereinbruch im Obergeschoss, Durchfeuchtung der Geschosdecke



Abb. 28:
Schimmelbewuchs auf den tragenden Hölzern der Außenwände



Abb. 29:
Durchfeuchtung des Schwellenholzes

Instandsetzungsziel

Die Außenwandkonstruktion (Mineralwolledämmung und innere Gipskartonbekleidung) wurde teilweise zurückgebaut, aber nicht vollständig abgerissen. Es erfolgte eine technische Trocknung und Beseitigung der auf den Holzbauteilen festgestellten Schimmelpilzerscheinungen.

Anschließend wurde das Gebäude fertiggestellt.

Da die Nutzer eine Beeinträchtigung durch den ehemals vorhandenen Schimmelbefall befürchteten, wurden nach Gebäudefertigstellung erneut Raumluftmessungen durchgeführt. Diese wurden mehrfach von verschiedenen Instituten vorgenommen. Die Ergebnisse wiesen deutliche Unterschiede auf und wurden daher zuletzt vier Jahre nach dem Wasserschaden auf Plausibilität überprüft. Es wurden Raumluftproben und Oberflächenproben genommen. Weiterhin wurden Bauteilöffnungen durchgeführt, aus denen Baustoffproben entnommen und lichtmikroskopisch untersucht wurden.

Ergebnis dieser Untersuchungen, die unter einer simulierten Windanströmung durchgeführt wurden, waren keine signifikanten mikrobiellen Belastungen, die im Zusammenhang mit den aus den Wasserschäden entstandenen und unstrittig ehemals vorhandenen Schimmelercheinungen stehen.

5.3 Dachhohlräume

Eine weitere Situation, die belegt, dass das Auftreten von Schimmelpilz nicht notwendigerweise den Abbruch einer Konstruktion bedeuten muss, sind Dachhohlräume. Typisch für solche Schadensfälle sind flach geneigte Dächer in Holzbauweise (belüftet oder unbelüftet, Abb. 30 + Abb. 31), deren Sparren oberseitig mit einer Schalung versehen und abgedichtet sind. Zwischen den Sparren wird die Dämmung (z. B. Mineralwolle) mit einem Luftraum an der raumabgewandten Seite verlegt. Zur Raumseite befinden sich eine Dampfbremse (ggf. feuchtevariabel) und eine innere Bekleidung. In solchen Situationen war die Unterseite der Schalung, z. B. aufgrund zu hoher Einbaufeuchte der verwendeten Hölzer, von Schimmel befallen, ohne dass im Innenraum erhöhte Keimzahlen messbar waren. Die auch als Luftdichtheitsebene funktionierende Dampfbremse schottete den Dachquerschnitt zum Gebäudeinnern hin ab.

5. Erfahrungen mit Abschottungen - Fallbeispiele



Abb. 30:
Schimmelpilzbildungen auf der Unterseite der Dachscha-
lung in unbelüfteter Dachkonstruktion



Abb. 31:
Schimmelpilzbildungen auf der Unterseite der Dachscha-
lung in belüfteter Dachkonstruktion

Weitere typische Situationen betreffen ausgebaute Dachgeschosse geneigter Dächer. Zum einen können die oberhalb der Sparren als zusätzliche Wasser ableitende Maßnahme verlegten Holzfaserverplatten aufgrund andauernder Feuchtigkeitseinwirkung von Schimmel befallen sein, ohne dass dies vom Nutzer je bemerkt würde. Zum anderen können hohe Einbaufeuchtegehalte der Hölzer Schimmelschäden an Holz und Wärmedämmung verursachen, die bei funktionsfähiger und zum Innenraum hin verlegter Luftdichtheitsschicht ebenfalls vom Nutzer unentdeckt bleiben.

5.3.1 Nicht belüftete Flachdachkonstruktion

In einem dreigeschossigen Wohngebäude, dessen Dachgeschoss als Staffelgeschoss errichtet worden war, war eine der Eigentumswohnungen als Maisonettewohnung im zweiten und dritten Obergeschoss geplant und ausgeführt worden.

Außenwände und Decken des Geschosswohnungsbaus waren in Massivbauweise hergestellt. Das Dach war als unbelüftete, beidseitig abgedichtete Holz-Flachdachkonstruktion geplant und ausgeführt worden (Abb. 32).



Abb. 32:
Außenansicht des Staffelgeschosses

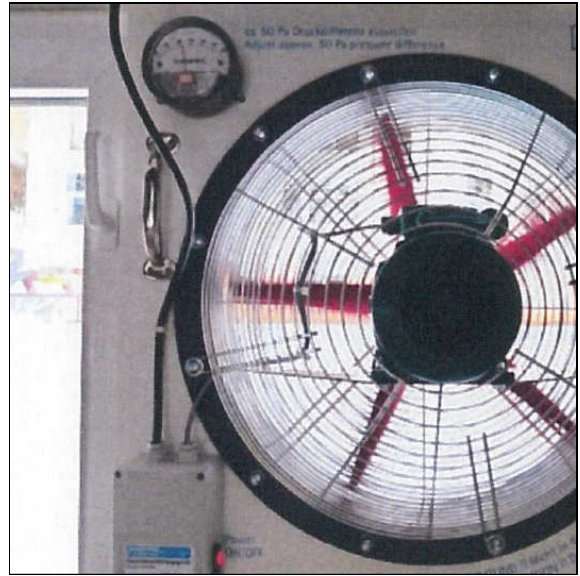


Abb. 33:
Messungen im Unterdruckverfahren - Differenzdruckmessung

Schäden

Die Bewohner der Maisonettewohnung klagten über Beeinträchtigungen durch MVOC's (microbial volatile organic compounds – flüchtige organische Verbindungen, die als Stoffwechselprodukte eines aktiven Schimmelbefalls entstehen) im Kinderzimmer im dritten Obergeschoss.

Untersuchungen und Ursachenabgrenzung

Zur Klärung der Ursache der geschilderten Beeinträchtigungen und der Frage, ob eine erhöhte MVOC-Belastung vorlag, wurden zusätzlich Raumluftmessungen durchgeführt. Zu Vergleichszwecken wurde die Schimmelpilzkonzentration der Außenluft und in einem Referenzraum im 2. OG festgestellt. Da keine Belastung der Raumlufte des Kinderzimmers festgestellt werden konnte, wurde zusätzlich ein Unterdruck von 20–25 Pascal (entspricht einer üblichen, starken Windanströmung des Gebäudes) erzeugt (Abb. 33). Auch unter diesen „verschärften“ Bedingungen wurden die Referenzwerte von den Messwerten der Raumlufte des beanstandeten Raums nicht erreicht.

Die Konstruktion erwies sich als sehr luftdicht.

Bei der Raumluftmessung wurde aber eine Schimmelpilzart entdeckt, die nicht in der Außenluft vorkam und deren Herkunft nicht nachvollzogen werden konnte.

Daher wurde im Folgenden der Flachdachaufbau geöffnet (Abb. 34 + Abb. 35). Die Holzbauteile wiesen an der Oberfläche weder Anzeichen von Feuchtigkeit (Kränze, Flecken, Wassertropfen etc.) noch von Schimmel (z. B. Verfärbungen) auf. Auf der Oberseite der Mineralwollgedämmung konnten aber Schimmelpilzsporen festgestellt werden. Diese stellten sich aber nicht als Indikatorpilze für eine erhöhte Feuchtigkeit heraus, sondern wiesen auf Verunreinigungen des Materials hin.



Abb. 34:
Blick auf die geöffnete Bekleidung des Dachs

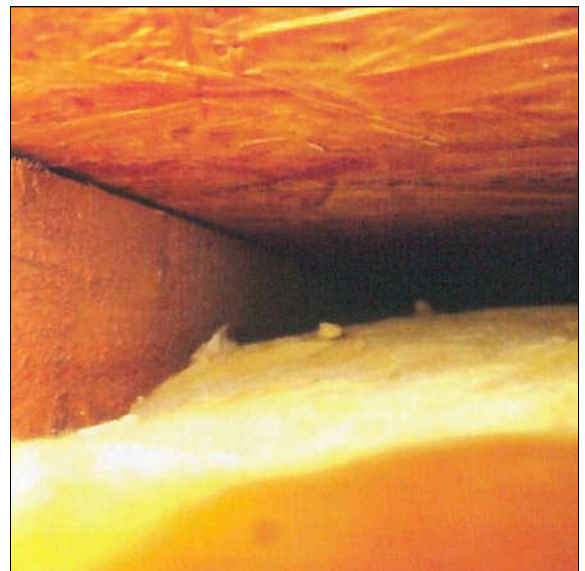


Abb. 35:
Blick in den unbelüfteten Dachhohlraum, Holzbauteile ohne sichtbaren Schimmelbefall

Instandsetzungsziel

Die Untersuchungen ergaben, dass die aufgrund von Verunreinigungen auf der Oberseite der Mineralwolle vorhandenen Schimmelpilze auch bei Unterdruck nicht in das Gebäudeinnere übertragen wurden. Die Luftdichtheitsebene war uneingeschränkt funktionsfähig.

Bauseitige Schimmelpilzquellen, die auf erhöhte Feuchte zurückzuführen gewesen wären, lagen nicht vor. Gesundheitsrisiken sind nicht zu erwarten, einer Raumnutzung – auch als Kinderzimmer – stand nichts im Wege.

5.3.2 Schimmelbefall in der Dämmebene innerhalb der geneigten Dachkonstruktion und Kehlbalkenlage einer Maisonette-Wohnung

Bei einer Modernisierung wurden die Wohnungszuschnitte einer Wohnung im Ober- und Dachgeschoss eines Mehrfamilienwohnhauses verändert. Bei den notwendigen Umbauarbeiten wurden leichte Trennwände versetzt sowie teilweise die inneren Bekleidungen der geneigten Dachflächen bzw. der Kehlbalken entfernt (Abb. 36 + Abb. 37).



Abb. 36:
Dachgeschoss während des Umbaus



Abb. 37:
Schnitt durch die modernisierte Maisonette-Wohnung

Schäden und Ursachen

Während der Arbeiten wurde festgestellt, dass die in der Kehlbalkenlage sowie die in der geneigten Dachfläche als Zwischensparrendämmung vorhandene Mineralwolle-dämmung bereichsweise starke Schimmelercheinungen aufwies.

5. Erfahrungen mit Abschottungen - Fallbeispiele

Als Schadensursache wurden bei den weiteren Untersuchungen festgestellt, dass die auf der Unterseite der Kehlbalken als Luftdichtheitsebene verlegten Folien untereinander nur lose überlappt und nicht verklebt worden sind. Stellenweise waren die Bahnen durch den weiteren Ausbau perforiert worden. Konvektionsströmungen verursachten hohe Feuchtegehalte im Dämmstoff und förderten somit das Entstehen der Schimmelpilze (Abb. 38 + Abb. 39).



Abb. 38:
Durch Trockenbauarbeiten beschädigte Luftdichtheitsebene



Abb. 39:
Schimmelbildung in der Mineralwollendämmung wurde durch Lücken in der Luftdichtheitsebene verursacht



Abb. 40:
Wasserschäden verursachten starken Schimmelbefall im Bereich der Dachflächenfenster



Abb. 41:
Durch veränderte Grundrisse entstanden Lücken in der Luftdichtheitsebene, die geschlossen werden mussten.

Im Bereich der geneigten Dachfläche waren entlang der Dachflächenfenster und Dachgauben mehrere Wasserschäden für die Durchfeuchtung der Dämmung von außen schadensursächlich (Abb. 40).

Instandsetzungsziel

Das Instandsetzungskonzept sah hinsichtlich der festgestellten Schäden eine differenzierte Vorgehensweise vor: Die von Schimmel befallene Mineralwolle der Kehlbalkenlage wurde weitestgehend beibehalten und durch den Einbau einer zusätzlichen inneren Luftdichtheitsebene vom Innenraum abgeschottet. Hierdurch konnten außerdem die sich durch das Entfernen einiger Trennwände ergebenden offenen Flächen der bestehenden Folien ergänzt werden (Abb. 41).

Die raumzugewandten Seiten der geneigten Dachflächen wurden differenziert behandelt: Zunächst wurden die Ursachen für das von außen in die Dachkonstruktion eindringende Wasser beseitigt. Danach wurden stark durchfeuchtete Abschnitte der Wärmedämmung ausgebaut und ersetzt. Diese Maßnahmen betrafen die Dachflächen oberhalb des Treppenhauses, in die aus Brandschutzgründen ein Fenster zur Entrauchung des notwendigen Rettungsweges eingebaut werden musste, sowie die unmittelbar an die vorhandenen Dachflächenfenster grenzenden Flächen im Spitzboden. Im Bereich der übrigen, gedämmten Dachflächen wurden keine Maßnahmen ergriffen. Stattdessen wurde durch eine Luftdichtheitsschicht das Eindringen der vermuteten, noch in der Dachkonstruktion verbliebenen Schimmelsporen vermieden (Abb. 42 + Abb. 43).

Die Freimessung im Rahmen der abschließenden Feinreinigung zeigte keine erhöhten Sporenkonzentrationen. Die Maisonettewohnung ist uneingeschränkt nutzbar.

5. Erfahrungen mit Abschottungen - Fallbeispiele



Abb. 42:
Teilweise, aber nicht vollständiger Austausch der Dämmung
nach Instandsetzung der Wasserschadensursache



Abb. 43:
Abschottung durch neu verlegte Luftdichtheitsfolie

5.3.3 Schimmel auf der Holzkonstruktion und in der Dämmung im geneigten Dach eines Neubaus

Bei einem Einfamilienhausneubau wurde der Holzdachstuhl eines geneigten Daches mit einer Zwischensparrendämmung versehen. Als raumseitige Luftdichtheitsschicht wurde im Spätherbst eine feuchtevariable Dampfsperre eingebaut. Die Bahnenstöße wurden verklebt und mit Klebewulsten bzw. -bändern an die verputzten Wandflächen angeschlossen (Abb. 44).

Anschließend erfolgte der Einbau des Heizstrichs. Dieser wurde nach den entsprechenden Funktionstests der notwendigen Belegreifheizung unterzogen.

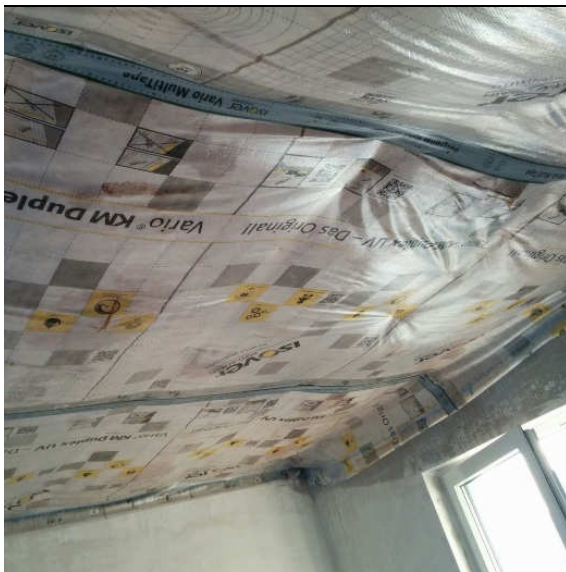


Abb. 44:
Innenansicht der Luftdichtheitsebene nach Einbau des
Heizestrichs

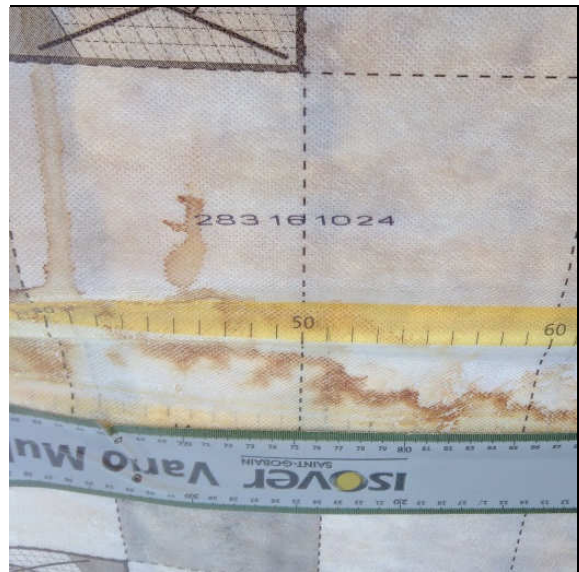


Abb. 45:
Feuchte Flecken im Deckenpaket

Schäden und Ursachen

Etwa einen Monat später wurden braune Verfärbungen auf der feuchtevariablen Dampfsperre und massive Abtropfungen aus dem Deckenpaket festgestellt. Diese traten am stärksten in der Fläche entlang der undichten Bahnenüberlappungen und im Bereich der Deckenwandanschlüsse zwischen Folie und Putzoberfläche auf (Abb. 45 bis Abb. 48). Beim Öffnen der Dampfsperre floss Wasser aus. Beim Ausbau der Mineralwollgedämmung war festzustellen, dass diese bereichsweise stark durchfeuchtet war (Abb. 49). Die Holzbalken der Dachkonstruktion wiesen Schimmelscheinungen auf (Abb. 50 + 51). Messungen des Feuchtegehaltes der Dachkonstruktion ergaben jedoch Holzfeuchtegehalte deutlich unter 20 Masse-%. Die tragenden Balken waren demnach trocken.

Die Ursache des Wassers in der Mineralwollgedämmung und des Schimmels auf den Balkenoberflächen war die Verwendung einer feuchtevariablen Dampfsperre anstelle einer Dampfsperre mit festem s_d -Wert. Da die Dampfsperre vor dem Estrich eingebaut wurde und dieser bei der Austrocknung große Menge an Feuchtigkeit abgibt, kommt es zu hohen Luftfeuchtigkeiten auf der raumzugewandten Seite der Dampfsperre. Dadurch

5. Erfahrungen mit Abschottungen - Fallbeispiele

sinkt der Wasserdampfdiffusionswiderstand (s_d -Wert) der Bahn. Sie wird diffusionsoffen, wodurch der Wasserdampf nahezu ungehindert in die Dachkonstruktion gelangen konnte. Bei Verwendung einer üblichen Dampfsperre mit moderatem s_d -Wert wäre der Schaden vermutlich verhindert worden.



Abb. 46:
Tropfstellen auf der Oberseite des Estrichs



Abb. 47:
„Verwässerte“ Klebeschnur der Luftdichtheitschicht



Abb. 48:
Wasserlaufspuren im Bereich des Drempels



Abb. 49:
Durchfeuchtete Mineralwolle



Abb. 50:
Innenansicht des verschimmelten Dachstuhls nach dem Entfernen der Mineralwolle-Dämmung



Abb. 51:
Detailansicht eines befallenen Sparrens

Instandsetzungsziel

Obwohl es sich bei dem Gebäude um ein neu errichtetes Wohnhaus handelte und werkvertragliche Ansprüche durchsetzbar gewesen wären, verzichteten die Käufer auf die Wiederherstellung eines „schimmelfreien“ Zustands, da der zügige Baufortschritt oberste Priorität hatte.

Daher einigte man sich darauf, die feuchtevariable Dampfsperre sowie die nasse Mineralwolle-Dämmung zu entfernen. Die Balkenoberflächen wurden unter Mithilfe der Bauherrenschaft mit Staubsaugern mit Micropor-Filtern bearbeitet. Von weiteren Oberflächenbearbeitungen der Balken wurde abgesehen.

Abschließend wurde eine neue Dämmung als Zwischensparrendämmung eingebaut und unterseitig mit einer Folie bekleidet.

Die zusätzlichen Kosten trugen Architekt und Handwerker. Die Bauzeitverzögerung konnte zur Zufriedenheit aller auf ein Minimum reduziert werden. Weitere Schäden durch abtropfendes Wasser aus der Dachkonstruktion sind nicht aufgetreten. Inzwischen wurde das Gebäude bezogen. Über Beeinträchtigungen wurde nicht berichtet.

5.3.4 Schimmel im nicht ausgebauten Dachraum eines Einfamilienhauses

Ein zweigeschossiges, vollständig unterkellertes Einfamilienwohnaus wurde in Holzrahmenbauweise errichtet. Das Dachgeschoss ist nicht ausgebaut und wird zu Lagerzwecken genutzt. Es ist über eine Einschubtreppe vom Wohnraum aus zugänglich (Abb. 52).

Die oberste Geschossdecke besteht aus einer Holzbalkendecke, die unterseitig mit einer Luftdichtheitsschicht und Gipskartonplatten bekleidet war. Als Dämmung wurden zwischen den Holzbalken Rolldämmbahnen aus Mineralwolle verlegt (Abb. 53). Um die Begehbarkeit zu gewährleisten, wurde die Geschossdecke teilweise mit Holzspanplatten abgedeckt.



Abb. 52:
Blick vom Flur im Obergeschoss in den Dachraum

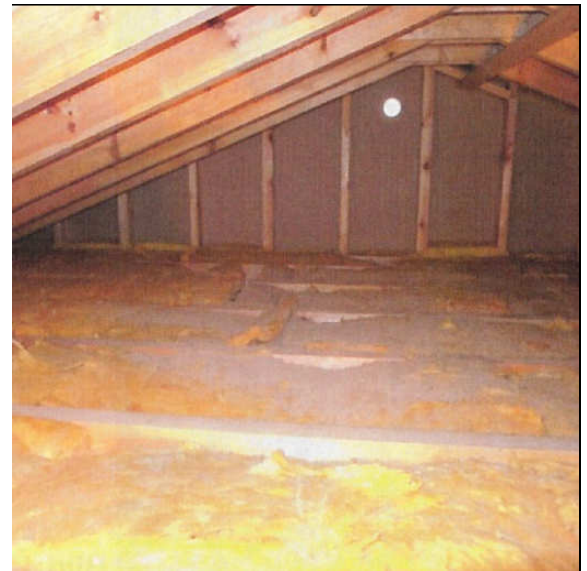


Abb. 53:
Blick in den Dachraum

Schäden und Ursachen

Sowohl die Oberflächen der Dachsparren als auch die Oberflächen der Holzbalken der obersten Geschossdecke und die Oberseiten der im Balkenzwischenraum verlegten Mineralwolledämmung waren von Schimmel befallen (Abb. 54 bis Abb. 57).

Im Bereich der Geschossdecke waren die Flächen stärker betroffen, die oberseitig mit Holzspanplatten abgedeckt wurden (Abb. 58). Die Unterseiten der Platten konnten nicht mehr untersucht werden, da das Material bereits entsorgt war. Weitere Untersuchungen

zeigten, dass dort auch die als Luftdichtheitsschicht verwendete PE-Folie Undichtheiten aufwies (Abb. 59).

Über diesen Weg strömte feuchte, warme Innenraumluft in die Deckenkonstruktion und in den kühlen Dachraum ein und verursachte bereichsweise eine hohe Luftfeuchte, die zum Entstehen des Schimmels führte. Verstärkt wurden die Erscheinungen an den Stellen, die abgedeckt waren und daher nicht von Luft angeströmt werden konnten.

Zur Überprüfung, ob die vorhandenen Schimmelarten auch im unter der betroffenen Geschossdecke befindlichen Flur bzw. Wohnraum nachweisbar waren, wurden Luftkeimmessungen durchgeführt – auch bei simuliertem Unterdruck.

Die Untersuchungen zeigten, dass im Dachraum selbst eine leicht auffällige Konzentration an Sporen vorlag. Im Flur unterhalb der Einschubtreppe sowie in den angrenzenden Schlaf- und Kinderzimmern konnten keine auffälligen Sporenkonzentrationen festgestellt werden. Die Messwerte lagen noch unterhalb der als Referenz gemessenen Außenluftkonzentration. Trotz der Undichtheiten in der PE-Folie gab es eine funktionierende Luftdichtheitsebene: die Gipskarton-Bekleidung hatte diese Funktion übernommen.



Abb. 54:
Schimmelbewuchs auf der Oberfläche der Dachsparren,
Weißrostbildung auf dem Windrispenband

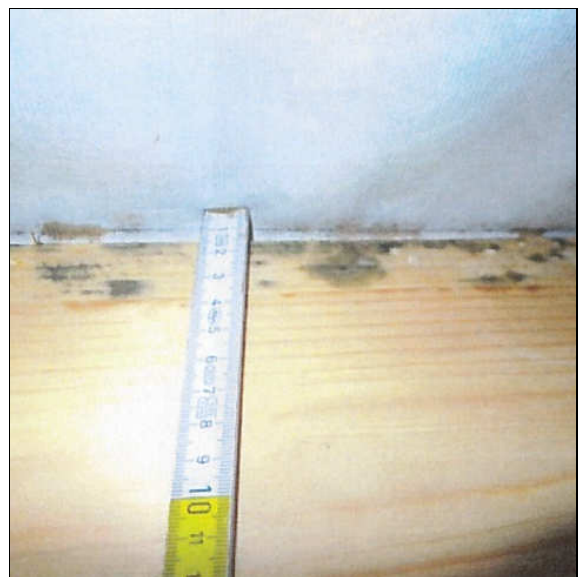


Abb. 55:
Ansicht eines verschimmelten Dachsparrens

5. Erfahrungen mit Abschottungen - Fallbeispiele

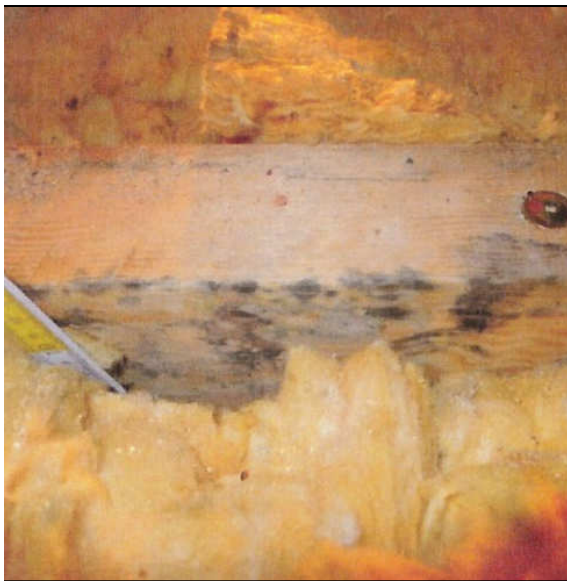


Abb. 56:
deutliche Schimmelscheinungen an den Holzbalken der
Geschossdecke unterhalb einer ehemaligen Holzspan-
plattenabdeckung



Abb. 57:
Detailansicht eines befallenen Holzbalkens



Abb. 58:
Schimmelscheinungen auch auf der Oberseite der Mine-
ralwolle im Bereich einer ehemaligen Abdeckung

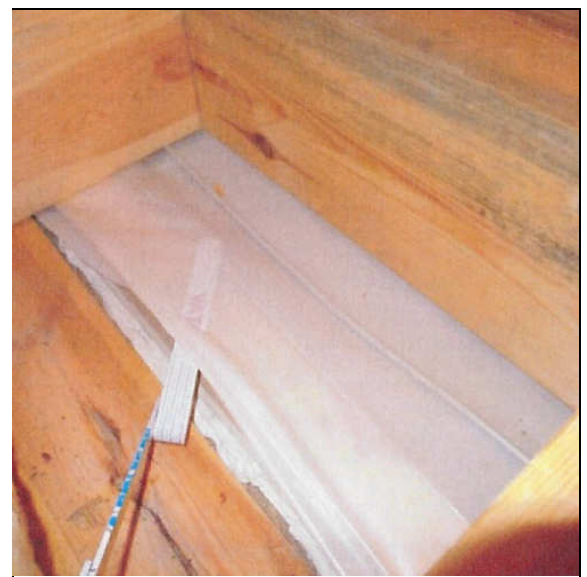


Abb. 59:
Lücken in der Luftdichtheitsebene unterhalb einer ehemals
vorhandenen Abdeckung

Instandsetzungsziel

Trotz der festgestellten Lücken in der Luftdichtheitsschicht der obersten Geschossdecke lagen keine auffälligen Belastungen der Raumluft durch Schimmelsporen im Geschoss darunter vor. Die Luftdichtheitsebene war funktionsfähig.

Dennoch konnte nicht ausgeschlossen werden, dass beim Öffnen der Bodentreppe – je nach klimatischen Randbedingungen – eine Verschleppung der Sporen in den Wohnraum eintritt.

Aus diesem Grund wurden die deutlich verschimmelten Dämmplatten ausgetauscht. Die in diesem Zusammenhang in der Fläche festgestellten Lücken in der PE-Folie wurden nachträglich geschlossen. Weiterhin wurden die betroffenen Holzoberflächen abgeschliffen und anschließend gereinigt.

6. Laboruntersuchungen

In Ergänzung der Ergebnisse der oben ausgeführten Befragung sowie Darstellung realer Fallbeispiele an Gebäuden wurden auch Simulations- und Laboruntersuchungen durchgeführt, um festzustellen, ob und ggf. in welchem Ausmaß übliche Baustoffe und Bauteilkonstruktionen überhaupt durchlässig für Schimmelpilzsporen (flugfähige Verbreitungsorgane des Schimmels) und Hyphenfragmente (Bruchstücke der Zellfäden des Schimmels, Teil des Myzels) sind.

6.1 Versuchsaufbau

Die diesbezüglichen Messungen erfolgten in einer im Labor installierten und partikel-dichten Doppelkammer (Abb. 60 + Abb. 61). In eine der beiden Kammern („Schwarz-bereich“) wurden sporulierende Schimmelpilzkulturen einer Auswahl bauüblicher Spezies (i. e. *Penicilium chrysogenum*, *Chaetomium globosum*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus niger* und *Rhizopus oligosporus*) eingebracht. Bei diesen Pilzen handelt es sich sowohl um klassische Feuchteanzeiger, aber auch um Pilze, die sehr viele und gut flugfähige Sporen ausbilden. Wieder andere sind für den typischen und leicht wahrnehmbaren Geruch bei Schimmelbefall verantwortlich oder entstehen zügig bei Verschmutzungen des Materials.

In der zweiten, desinfizierend gereinigten Kammer („Weißbereich“) wurde ein Luftkeimsammler (Holbach) mit Nährböden und Objektträgern aufgestellt, um durch die Baustoffe bzw. Bauteilkonstruktionen dringende Pilzsporen und Hyphenfragmente in der „Raumlufte“ des Weißbereiches aufzunehmen und quantitativ auszuwerten zu können. Bei den Nährmedien handelte es sich um DG-18-Agar und Malz-Agar.

Um mögliche mikrobielle Kontaminationen aus der Laborluft in die Simulationskammer zu reduzieren, wurde bei notwendiger Öffnung der Kammer im betreffenden Laborbereich ein HEPA-Raumluftwäscher (Filterklasse H 13) betrieben.

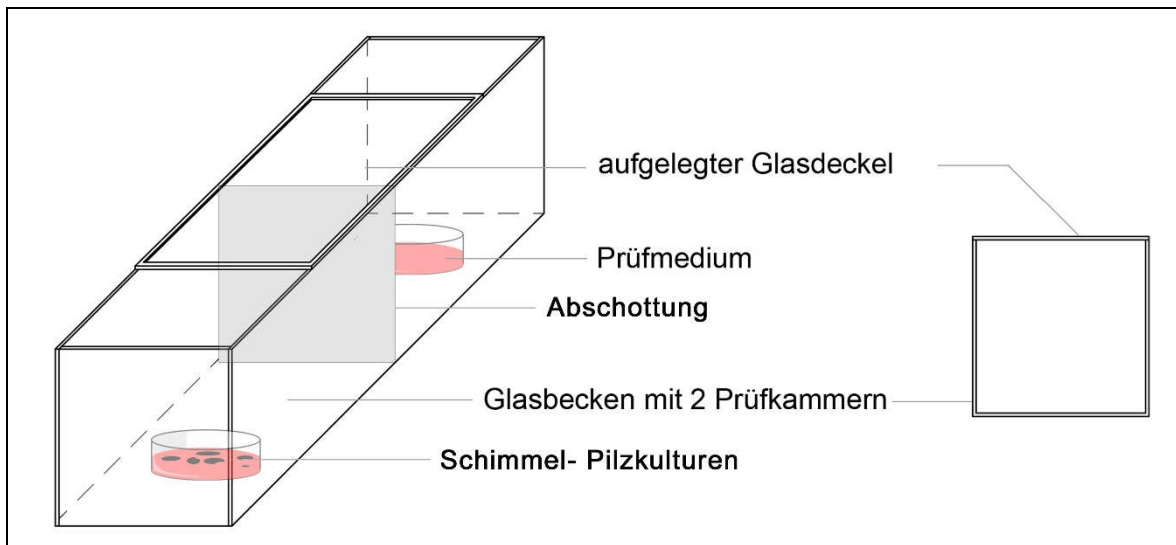


Abb. 60:

Versuchsaufbau zur Untersuchung der Durchlässigkeit von Baustoffen und Baukonstruktionen für Schimmelpilzsporen

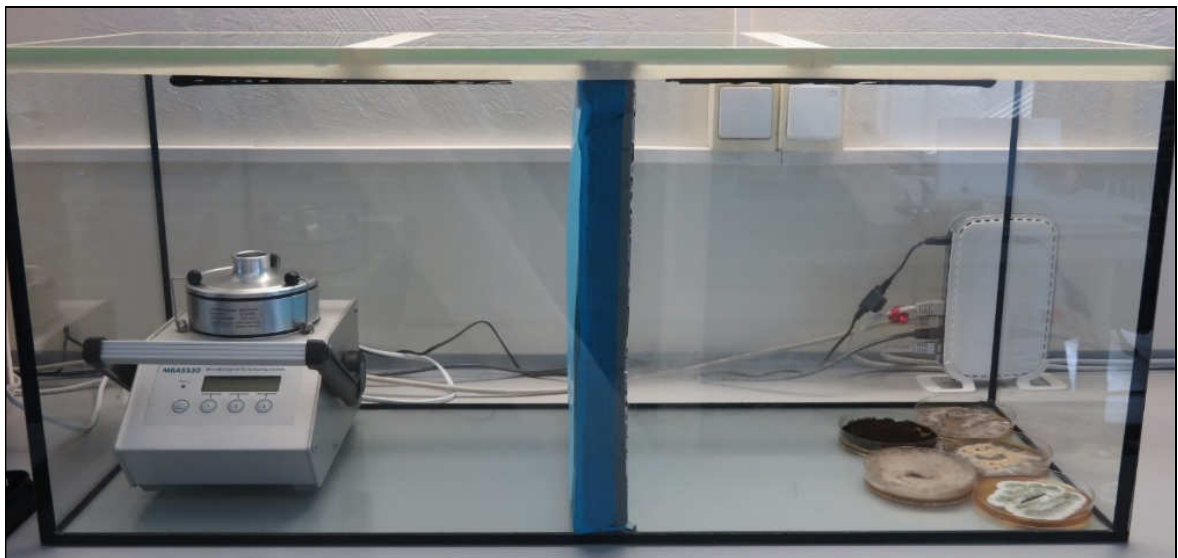


Abb. 61:

Laboreinrichtung zur Untersuchung der Durchlässigkeit von Baustoffen und Baukonstruktionen für Schimmelpilzsporen

Zwischen den beiden Kammern wurden als „Abschottungen“ im Folgenden genannte, übliche Baustoffe eingebaut und geprüft:

- Gipskartonplatte (nicht hydrophobiert und hydrophobiert) sowie faserverstärkte Gipsplatte,
- Holz (massiv und verleimt) und Holzwerkstoffe (MDF-Platte, Pressholz, Holzfaserverleimplatte und OSB-Grobspanplatte),

6. Laboruntersuchungen

- übliche Dämmstoffe für Trittschalldämmungen (expandiertes und extrudiertes Polystyrol) und in Dach- bzw. Wandhohlräumen (Steinwolle),
- mineralische Baustoffe (Betonestrich),
- dampfdichte Baufolien.

Nach der Flächenprüfung von Baustoffen wurden in mehreren Konstellationen Randfugen geprüft, wozu eine „offene“ Bauteilkonstruktion einer Estrichrandfuge zwischen Kalksandstein und Beton gebaut wurde:

- jeweils mit und ohne Folienranddämmstreifen (Abb. 62)
- jeweils mit und ohne Polystyrol bzw. Steinwolle als Estrichdämmung

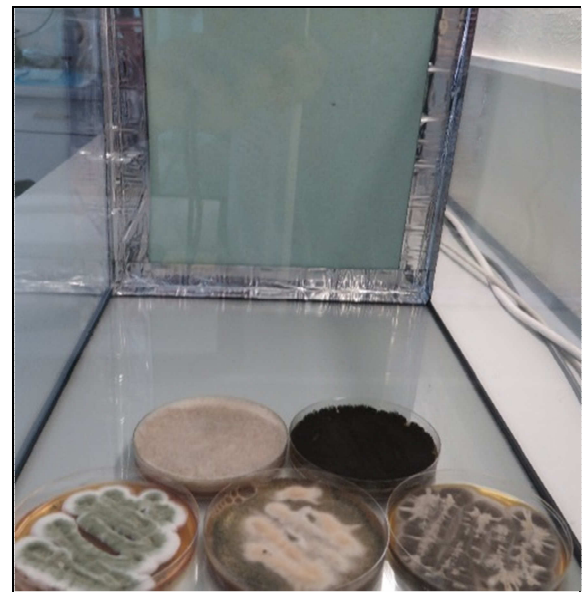
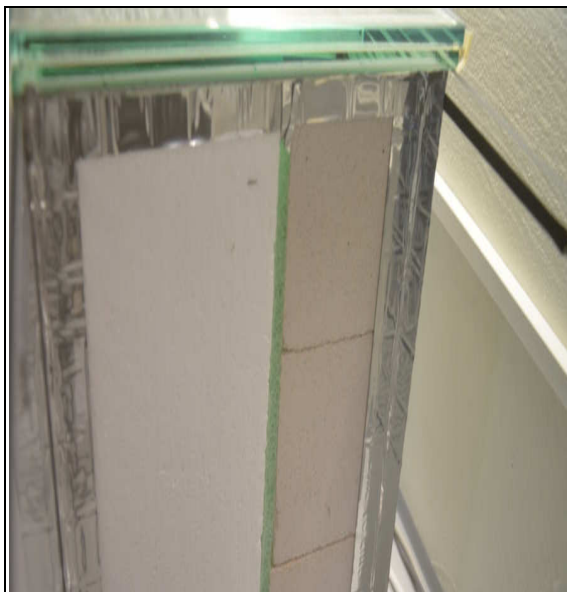


Abb. 62 + 63 :

Einbau eines Estrichrandstreifens bzw. eines Feuchtraumpaneels in die Simulationskammer

Die zu prüfenden Baustoffe bzw. Bauteilkonstruktionen wurden mit üblichen Randabschlüssen zwischen den Kammern eingesetzt, z. B. mit bauüblichen Fugenbändern in den Randbereichen abgedichtet.

Nachdem das jeweilige Prüfmedium zwischen den Kammern (Schwarz- und Weißbereich) installiert und die geöffneten Petrischalen im Schwarzbereich aufgestellt wurden,

verblieb der Aufbau eine Woche lang unverändert im Ruhezustand bestehen. In dieser Zeit konnten Pilzsporen oder andere mikrobiell-organische Bestandteile lediglich durch Diffusion von der Schwarzkammer über die „Abschottungen“ in die Weißkammer gelangen.

Das Raumklima entsprach während der Versuchsdurchführungen mit 20 °C und 50 - 60 % rel. Luftfeuchte etwa einem üblichen Wohnraumklima. Durch die eher trockene Umgebung konnten sich Sporen verteilen. In feuchterer Umgebung könnten sie das nicht.

Im letzten Schritt wurden in der Schwarzkammer nach sieben Tagen zwei Ventilatoren (Computerlüfter) für acht Stunden betrieben, um eine verstärkte Luftströmung auf die jeweiligen „Abschottungen“ wirken zu lassen.

Sowohl nach der ruhenden (Passivmessung in Tabelle 1) wie der bewegten Exposition (Aktivmessung in Tabelle 1) wurden die durch die „Abschottungen“ dringenden, wachstumsfähigen Sporen als auch Gesamtsporen einschl. Hyphenfragmenten mit dem Luftkeimsammler aufgenommen und ausgewertet. Darüber hinaus fanden stichprobenartig mikroskopische Analysen an Klebefilmpräparaten von ausgewählten Bauteiloberflächen statt.

Zur Validierung von unvermeidbaren, geringfügigen Verschleppung von Pilzsporen beim Bedienen der Simulationsanlage wurde ein Leerversuch durchgeführt, bei dem in der Schwarzkammer keine sporulierenden Träger aufgestellt wurden. Dabei wurden im Weißbereich bis zu 30 KBE/m³ (Koloniebildende Einheit pro m³ ist die Anzahl der anzüchtbaren Mikroorganismen) und bis zu 50 Gesamtsporen/m³ (Anzahl aller wachsenden Sporen einer Luftprobe) festgestellt.

6.2 Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Der Blindversuch ohne bewachsene Platten im Schwarzbereich zeigt, dass die Messungen einer unvermeidbaren und geringfügigen Verschleppung von Pilzsporen beim Handling der Simulationsanlage unterliegen.

Die Ergebnisse der raumlufthygienischen Messungen im Weißbereich zeigen für alle geprüften Baustoffe einen hinreichenden Durchdringungswiderstand. Bei keinem Baustoff kamen Pilzsporen bzw. Hyphenbruchstücke aus dem Schwarzbereich mit über 5.000 KBE/m³ und einer kompletten, nicht zählbaren Belegung der Glasträger mit Gesamtsporen in den Weißbereich. Die im Weißbereich gemessenen KBE schwankten je nach geprüfem Baustoff und Zustand der Luft (passiv oder aktiviert) sowie dem Prüfmedium (DG18 oder Malz) zwischen 0 und 40. Auch die Anzahl der Gesamtsporen lag in der gleichen Größenordnung. **Alle untersuchten und bauüblichen Baustoffe können somit unter der Voraussetzung bauüblich dichter Randanschlüsse als sichere und effektive Abschottung gegen Schimmelpilzbewuchs bewertet werden.**

Selbst eine übliche, mit Randdämmstreifen geschlossene Randfuge lässt keine wachstumsfähige Pilzsporen bzw. Hyphenbruchstücke aus dem Schwarzbereich in den Weißbereich hindurch. Die festgestellten Werte unterschieden sich nicht von den im Bereich der Regelquerschnitte gemessenen.

Erst nach der Öffnung der Estrichrandfuge und Entfernen des Dämmstreifens stiegen die Konzentrationen an wachstumsfähigen Sporen (zwischen 120 und 290 KBE/m³) sowie Gesamtsporen (zwischen 225 und 315) in der Raumluft im „Weißbereich“ leicht an, insbesondere nach der Luftverwirbelung (aktiviert). Nach mikroskopischer Analyse hafteten dabei überraschend viele Pilzsporen an dem statisch geladenen Polystyrol. Nach Austausch des Polystyrols gegen Betonestrich bzw. Steinwolle wird dieser „Abfangeffekt“ aufgehoben. Die Pilzsporen passieren den geöffneten Estrichrand und waren als Raumluftbelastung im „Weißbereich“ feststellbar (zwischen 770 und 4.030 KBE/m³, zwischen 1.240 und 4.875 Gesamtsporen/m³, s. Tabelle 1).

Weiterhin wurde durch eine zusätzliche Luftströmung und Verwirbelung versucht, den Pumpeffekt an Estrichen verursacht durch Luftdruckdifferenzen zu simulieren. Zu diesem Zweck wurde zwischen den Kammern durch Einsatz eines Gummiballons eine konvektive Strömung erzeugt. Es konnten allerdings keine Übertragungen festgestellt werden.

Tabelle 1: Ergebnisse der raumlufthygienischen Untersuchungen im Weißbereich nach passiver und aktiver Exposition

Baustoffe und Bauteilkonstruktionen	DG18-Agar [KBE/m ³]		Malz-Agar [KBE/m ³]		Gesamtsporen [Anzahl/m ³]	
	Passiv	Aktiviert	Passiv	Aktiviert	Passiv	Aktiviert
Styrodur (Hartschaumplatte)	20	30	30	30	35	50
Polystyrol	10	10	20	10	15	15
Holzfaserplatte (Multiplex Birke)	0	10	10	10	10	15
Gipskarton	10	10	10	10	15	15
Gipsfaserplatte	10	10	20	20	15	15
OSB Grobspanplatte	20	10	0	10	10	10
Mitteldichte Holzfaserplatte MDF	10	20	10	10	15	15
Leimholz	10	0	0	20	15	10
Faserplatte (Pressholz)	20	20	10	20	15	10
Dampfsperffolie	20	30	30	20	30	25
Feuchtraumpaneele	30	30	20	10	35	25
Betonestrich	30	30	40	20	35	25
Steinwolle	30	30	20	20	45	50
Estrichrandfuge (i. e. Betonestrich, Polystyrol, Foliendämmstreifen und Kalksandstein)	20	20	20	20	25	30
Estrichrandfuge – offen – (i. e. Betonestrich, Polystyrol, OHNE Foliendämmstreifen und mit Kalksandstein)	160	290	120	190	225	315
Estrichrandfuge – offen – (i. e. 2x Betonestrich, OHNE Polystyrol und OHNE Foliendämmstreifen und mit Kalksandstein)	810	2.980	690	3.070	1.160	3.985
Estrichrandfuge – offen – (i. e. Betonestrich, Mineralwolle, OHNE Foliendämmstreifen und mit Kalksandstein)	940	3.440	770	4.030	1.240	4.875

7. Schlussfolgerungen und Ergebnisse

Die vorliegende Forschungsarbeit befasst sich mit der Frage, ob und unter welchen Voraussetzungen Abschottungen dazu beitragen können, unnötig hohe Instandsetzungskosten, z. B. durch Abbruch aller inneren Bauteilschichten und deren Ersatz, zu vermeiden.

Die Ergebnisse basieren auf der Auswertung einer Befragung unter Sachverständigen, Untersuchungen an zur Verfügung gestellten Fallbeispielen und auf der Durchführung und Auswertung von Laborversuchen.

7.1 Umfrage

Bei einer bundesweiten Sachverständigenumfrage wurden 2.300 Personen angeschrieben, von denen etwa 11 % geantwortet haben. 177 Umfrageteilnehmer gaben an, sich in den letzten 10 Jahren mit etwa 15.000 Schimmelschäden befasst zu haben. Etwa die Hälfte der Teilnehmer befasste sich im fraglichen Zeitraum mit mehr als 11 bis zu mehr als 100 Fällen.

Von den 177 Teilnehmern mit Erfahrungen im Umgang mit Schimmelschäden bestätigen mehr als die Hälfte, dass ihnen von den Nutzern keine Auswirkungen oder Beschwerden durch innerhalb von Bauteilen vorhandenen Schimmel angegeben wurden und deswegen auch keine Raumluftmessungen durchgeführt oder gewünscht waren.

Allerdings wurden in fast 90 % der Fälle betroffene Bauteile ausgetauscht, weil hauptsächlich ein Anspruch gegen Dritte bestand, welche die Kosten der Maßnahmen übernahmen und Nutzer diese nicht selbst tragen mussten. Oft wurde aus Unwissenheit in Frage gestellt, ob Abschottungen überhaupt funktionieren. Auch bestand schlicht Angst vor einem in der Konstruktion verbleibenden Schimmel.

7.2 Fallbeispiele

Von den Umfrageteilnehmern wurden Objekte benannt, bei denen Schimmelpilze in Fußbodenkonstruktionen, in Innenbereichen von Dächern und leichten Wandkonstruktionen gewachsen sind und die betroffenen Bauteile nicht ausgetauscht wurden.

Die Beispiele belegen, dass bei Schimmelbefall Bauteilschichten oder gar Gebäudeteile nicht immer abgebrochen und ersetzt werden. Für Nutzer entstehen keine negativen gesundheitlichen Auswirkungen, wenn innerhalb von Bauteilen Schimmel vorhanden ist, der durch z. B. Luftdichtheitsschichten auf der Innenseite von Außenbauteilen oder durch Fußbodenkonstruktionen einschließlich Randfugen von Fußböden zurückgehalten wird.

Abschottungsmaßnahmen aus üblichen Bauteilschichten sind dann im Sinne der Beteiligten wirtschaftlich. Zur Vermeidung von rechtlichen Nachteilen sollten solche Maßnahmen offen kommuniziert werden.

7.3 Bestimmungsgemäß feuchte Bauteilschichten

Bestimmungsgemäß feuchte Estriche in Innenräumen mit offener Wassernutzung stellen die Standardausführung früherer Abdichtungsnormen im 20. Jahrhundert dar. Sie können auch noch heute nach der im Juli 2017 erschienenen Norm für Innenraum-Abdichtungen [DIN 18534-1 und -2] ausgeführt werden. Sie wurden nicht nur im privaten Wohnungsbau eingesetzt, sondern auch in öffentlich genutzten Bädern, gewerblichen Küchen und in hygienisch sensiblen Räumen von Krankenhäusern, bei denen die Fußböden bestimmungsgemäß nass sind – ohne Auswirkungen auf Innenräume. Das hängt auch damit zusammen, dass in Nassräumen, insbesondere in sensiblen Bereichen von Krankenhäusern, wiederholt Reinigungen und gegebenenfalls auch Desinfektionen durchgeführt werden. In privaten Wohnungen ist dies in der Intensität nicht der Fall, ohne dass deswegen hygienisch problematische Situationen entstünden.

Erst seit ca. 20 Jahren werden Abdichtungen im Verbund mit den Belägen verarbeitet, welche die Innenbereiche von Fußbodenaufbauten gegenüber der Wassereinwirkung von oben schützen. Dabei können auch bei diesen die Bauteilschichten zwischen Abdichtung und Oberkante des Belags ständig feucht sein, ohne dass dadurch hygienische Probleme in Innenräumen entstehen oder zu erwarten sind.

Innerhalb von Außenwänden oder innerhalb von Dachquerschnitten liegt ebenfalls häufig bestimmungsgemäß Feuchtigkeit vor.

Bei der Umfrage wurde in solchen Fällen von keinem Teilnehmer hygienische Probleme genannt. Offensichtlich kommt es bei bestimmungsgemäß feuchten Bauteilen nicht zu Problemen mit Schimmel, Nutzer bemerken ihn nicht.

7.4 Laboruntersuchungen

Die im Labor durchgeführten Untersuchungen zur abschotteten Wirkung unterschiedlicher, bauüblicher Baustoffe und Bauteile belegen, dass sie gegenüber Schimmelsporen dicht sind. Bei bauüblichen Bauteilen waren keine Übertragungen aus der sog. „Schwarzkammer“ in die „Weißkammer“ festzustellen.

Auch die Anschlüsse von z. B. Fußbodenkonstruktionen an Wandflächen weisen nach den Prüfungen einen hohen Durchdringungswiderstand gegenüber Bestandteilen von Schimmelpilzen auf, wenn die Fugen zwischen den Bauteilen mit Dämmstoffen gefüllt oder mit Dichtstoff verschlossen sind. Die Abschottungen verlieren erst ihre Wirkung, wenn Anschlussfugen vollständig offen sind und Sporen ungehindert aus dem Hohlraum der Fußbodenkonstruktion in die Raumluft gelangen können. Diese Situation ist aber schon aus feuchteschutztechnischer Sicht zu vermeiden.

7.5 Geruchsbildung

Um die für die Versuchsdurchführung nötige Flugfähigkeit von Sporen sicherzustellen, waren sowohl das Klima in der Prüfkammer als auch das jeweilige Prüfmedium trocken. In dieser Umgebung konnten trotz des installierten des entsprechenden Indikatorpilzes keine Geruchsübertragungen festgestellt werden, weswegen MVOCs nicht gemessen wurden. Die klimatische Situation im Labor unterscheidet sich deutlich von der in Dachböden oder in Räumen mit erdberührter Sohle, bei denen aufgrund hiervon abweichenden Randbedingungen (höhere Luftfeuchten) Umstände vorliegen, die die MVOC-Bildung begünstigen können.

Das Übertragen von Gerüchen konnte daher im Rahmen dieser Untersuchung nicht geprüft werden. Allerdings zeigt sich in der Praxis kein Problem bei bestimmungsgemäß feuchten Fußbodenaufbauten in z. B. Nassräumen oder älteren Badezimmern, in denen Abdichtungen unter Estrichen angeordnet sind. Gerüche sind dort nach sachverständiger Erfahrung der Autoren regelmäßig auf befallene, feuchte Stellen zurückzuführen,

die gegenüber Innenräumen offen sind und damit in unmittelbarem Verbund mit der Raumluft stehen.

7.6 Luftdichtheit von Dächern unter Baustellenbedingungen

Im Versuchsaufbau wurden unverschmutzte Bauteile und Dichtbänder eingesetzt. Unter Baustellenbedingungen anhaftender Schmutz kann die Adhäsion mindern oder aufheben. Nachträgliche Ablösungen von Klebe- und Dichtbändern von Luftdichtheitsebenen, z. B. in Leicht- oder in Steildächern sind nach Fertigstellung oft nicht mehr einsehbar. Dann übernimmt die innere Bekleidung die Luftdichtheitsfunktion. Diese kann aber auch von vorneherein nach DIN 4108-7 als luftdichte Ebene ausgebildet werden, was die Inspektion auf Leckstellen erst ermöglicht bzw. stark vereinfacht [FLIB AIBAU IBP 2017].

7.7 Dauerhaftigkeit

Alle untersuchten Baustoffe verfügen jeweils über Materialstrukturen, die sich hinsichtlich der abschottenden Wirkung im Laufe der Nutzungsdauer nicht wesentlich ändern, wie das bei z. B. nachlassender Flexibilität bei Weichmacherverlust der Fall wäre. Weder bei den Hölzern, noch den Holzwerkstoffen, noch mineralisch gebundenen Werkstoffen, auch nicht bei Bauteilen aus Kunststoffen, sind Gründe erkennbar, wodurch sich die Durchlässigkeit im Laufe der Nutzungsdauer erhöhen sollte.

In der Fachliteratur werden nur grundsätzliche Aussagen zu Nutzungsdauern von Bauteilen und -stoffen getroffen. So geben Hersteller für Dichtstoffe – perspektivisch zum Zeitpunkt der Ausführung – eine zu erwartende Nutzungsdauer von fünf Jahren an. Allerdings trifft diese Prognose nur selten zu. Sie stellt auf die Flexibilität und die teilweise davon abhängende Adhäsion sowie Kohäsionsfestigkeit ab. Tatsächlich aber treten weder Risse, noch Ablösungen an fehlerfrei verarbeitenden Dichtmassen in einer Häufigkeit auf, dass die Nutzungsdauer allgemein begrenzt wäre. Unversehrte Fugenverschlüsse sind aber dicht. Die retrospektivischen, tatsächlichen Nutzungsdauern weichen oft erheblich von den perspektivischen Angaben ab.

Die Untersuchungen haben zudem gezeigt, dass an Estrichrandfugen bereits ein Randstellstreifen abschottende Wirkung erzielt – auch ohne Fugenverschluss. Risse und Ablösungen von Dichtstofffugen könnten aber vom Innenraum erkannt und durch Austausch beseitigt werden, was oft schon für den Feuchteschutz erforderlich ist.

7.8 Pumpeffekte an Estrichen

Die Verwirbelungen durch die verwendeten Computerlüfter während der durchgeführten Versuchsreihen an Estrichaufbauten sollten vereinfachte Luftdruckdifferenzen simulieren. In einer weiteren Versuchsreihe wurden durch je einen Gummiballon konvektive Ströme zwischen den Kammern erzeugt. Damit sollten ggf. konvektive Strömungen beim Begehen eines Estrichs in Verbindung mit nicht luftdichten Randfugen simuliert werden. Dabei wurden ebenfalls keine Übertragungen von Schimmelpilzbestandteilen von der Schwarzkammer in die Weißkammer festgestellt.

Im Rahmen der bisherigen Untersuchungen war aber nicht validierbar, ob und wie stark Konvektion die Luft zwischen der Ebene unter und über dem Estrich austauscht und so Partikel unter dem Estrich in Innenräume gelangen können. Dies soll in einer gesonderten Untersuchung festgestellt werden.

8. Zusammenfassung und Ausblick

Bei einem sichtbaren und zugänglichen Schimmelbefall in Situationen der Nutzungsklasse II enthält der UBA-Leitfaden 2017 Handlungsempfehlungen.

An Bauteiloberflächen, die unmittelbar Innenräumen zugewandt und damit der Nutzungsklasse II zuzuordnen sind, sollten die Maßnahmen der folgend nochmals zitierten Abbildung (Abb. 64 bzw. Abb. 1 in Kap. 1) der sofortigen Schadensminderung beachtet werden:

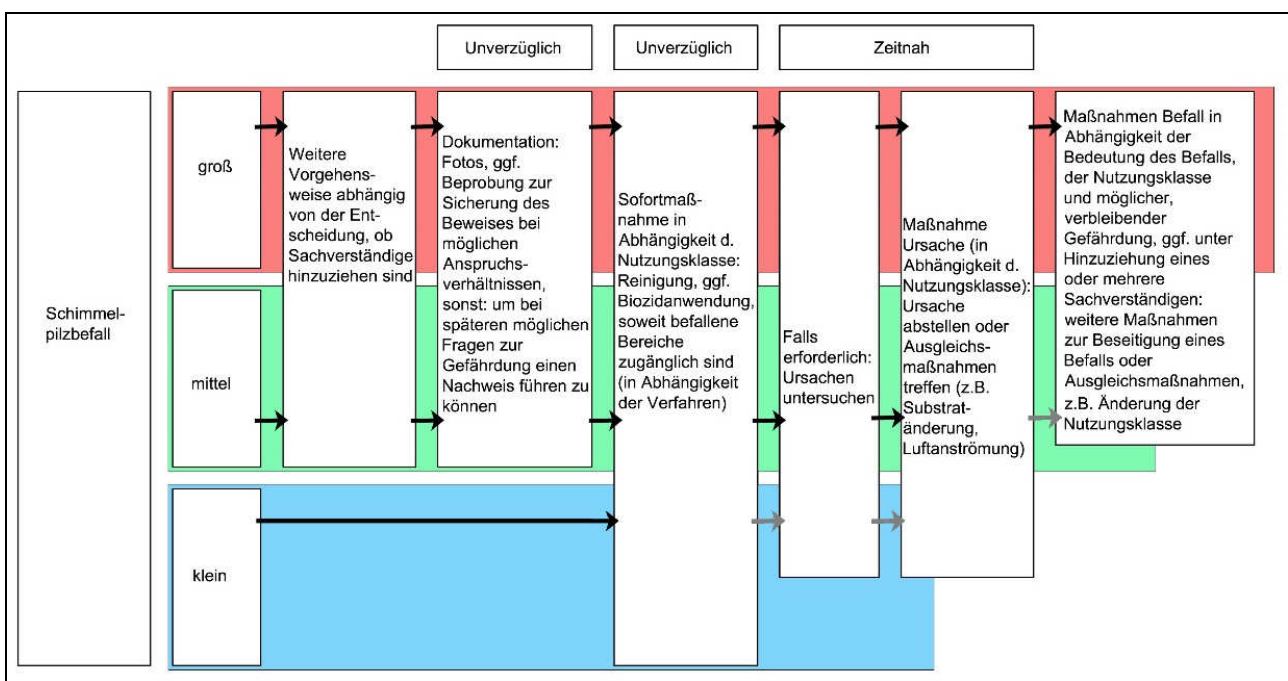


Abb. 64: Handlungsempfehlung bei Schimmelschäden in Nutzungsklasse II und eingeschränkt für Nutzungsklasse III (Zöller)

Bei Raumbereichen, die nicht den Nutzungsklassen II und III, sondern der Nutzungsklasse IV zugeordnet werden können, gibt der Leitfaden zum Umgang mit einem Schimmelbefall (luftdicht abgeschottete Bereiche) keine Entscheidungshilfen. Im Gegenteil, er geht davon aus, dass aus hygienischen Gründen dort keine Maßnahmen erforderlich werden. Der Leitfaden enthält aber keine Anforderung an die Bauteile, die als Abschottungen zwischen Raumbereichen der Nutzungsklasse IV dienen.

Bei verdecktem Schimmelpilzbefall in Hohlräumen werden häufig Entscheidungen über Austausch oder Verbleib betroffener Bauteilschichten nicht nach hygienischen Notwen-

digkeiten getroffen, sondern nach der Option, einen Anspruch gegen Andere (z. B. Mieter gegenüber Hauseigentümer, Käufer gegen Verkäufer, Versicherungsnehmer gegen Versicherer) durchsetzen zu können. Offensichtlich wurden bei den bisherigen Bewertungen und in Richtlinien, Leitfäden oder Merkblättern aber Betroffene vergessen, die keine Ansprüche gegenüber anderen haben und die finanziellen Belastungen für jegliche Instandsetzungen selbst tragen müssen. Solche Fälle werden weniger bekannt, weil sie oft rasch und nur nach Vernunftaspekten bearbeitet werden, aber keinen Anlass zum Streit geben.

Die Beispiele zeigen, dass für Nutzer keine negativen gesundheitlichen Auswirkungen entstehen, wenn innerhalb von Bauteilen Schimmel vorhanden ist, der die Baukonstruktion nicht schädigt und wenn sich der Schimmel nicht auf die Innenräume auswirkt. Auch zeigen sie, dass bereits übliche Bauteilschichten gegenüber Innenräumen abschotten.

Wenn Randfugen bauüblich dicht sind und kein konvektiver Luftaustausch zwischen der Innenraumluft und den Innenbereichen von Bauteilen stattfindet, hat Schimmelpilzbewuchs in Bauteilen keine Auswirkung auf die Innenraumluftthygiene. Sofern anhaltende Geruchsbelästigungen sowie feuchtigkeitsbedingte oder biogene Materialschäden auszuschließen sind, können Schimmelschäden in Bauteilen i. d. R. auch ohne Rückbau und Ersatz durch neue Bauteile instandgesetzt werden.

Die Resultate der Forschungsarbeit sind ein erstes Ergebnis, aufzuzeigen, dass in den meisten Fällen übliche Bauteile reichen, um befallene Bereiche der Nutzungsklasse IV des UBA-Schimmelleitfadens von Innenräumen der Nutzungsklasse II abzutrennen.

Gegenüber Innenräumen dauerhaft partikel- und sporendichte Abschottungen können

- Kosten für nicht immer erforderliche Instandsetzungen,
- Belastungen für die Umwelt und
- unnötigen Ressourcenverbrauch

vermeiden helfen, ohne gesundheitliche Beeinträchtigungen von Bewohnern und Nutzern zu riskieren.

Verbleiben Bauteile, wird zudem das Risiko einer mit einem Rückbau verbundenen Kontamination ganzer Raumbereiche oder gar ganzer Gebäude durch Schimmelpilzsporen vermieden.

Die Forschungsarbeit behandelt keine vertraglichen Ansprüche. Sie befasst sich ausschließlich mit der Auswirkung von Schimmel in Bauteilen und mit der Wirksamkeit von partikeldichten Abschottungen unter raumlufthygienischen Aspekten.


Die Arbeit behandelt weiterhin keine Schädigungsmechanismen, die sich bei Feuchte in Bauteilen ergeben können. Dazu zählen holzerstörende Pilze in bzw. an Holzbau-teilen. Sie beschäftigt sich auch nicht mit einer möglichen Freisetzung von Gefahrstoffen bei der Trocknung von Bauteilen, z. B. die von Asbest.

Der zur Diskussion stehende Pumpeffekt von begangenen, schwimmend verlegten Estrichen konnte im Rahmen der begrenzten Zeit und Mitteln nicht untersucht werden. Die Forschung soll in dieser Hinsicht fortgeführt werden.

9. Anhang

9.1 Erhebungsbogen

Instandsetzung von Schimmelpilzschäden durch Abschottung



Rückantwort

AIBau
 Aachener Institut für Bauschadensforschung
 und angewandte Bauphysik gGmbH
 Theresienstraße 19
 52072 AACHEN

per Fax: 0241 / 91 05 07 20
 per Mail: silke.sous@aibau.de / matthias.zoeller@aibau.de

Absender:

Ansprechpartner für evtl.Rückfragen:

Zutreffendes bitte ankreuzen bzw. ausfüllen!

I. Ich habe in den letzten zehn Jahren Schimmelpilzschäden begutachtet.
 Ja Nein Anzahl:

II. Handelt es sich hierbei um Schäden im Bereich von:

- Hohlräume in leichten Wandkonstruktionen	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
- Dach Hohlräumen	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
- Fußbodenkonstruktionen	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
- andere Hohlräume?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	

III. Gab es Auswirkungen des aktiven Befalls auf die Bewohner?
 Ja Nein

IV. Wurden Luftkeimmessungen im angrenzenden Innenraum vorgenommen?
 Ja (s. Tabelle) Nein

V. Wenn nicht: Wurde der Zustand unverändert beibehalten?
 Ja Nein

VI. Können die Räumlichkeiten besichtigt und untersucht werden?
 Ja (s. Tabelle) Nein

Adresse des Objektes	Baujahr	Zeitpunkt des Befalls	Gibt es Pläne oder Fotos?

- Detailliertere Angaben mit Fotos oder Skizzen sind erwünscht -

9.2 Literatur

9.2.1 Fachbücher und Fachaufsätze

[Anda Gonzales 2011]

Anda Gonzales, L.; Spitzner, M.: Schimmelpilze in Wohnräumen vermeiden, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin 2011

[AIBAU 2008]

Schimmelpilzbefall bei hochwärmegeämmten Neu- und Altbauten, Bauforschung für die Praxis Band 84, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2008

[AIBAU 2005]

Leitfaden über hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Neubauten, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2005

[Bielecki, Hempel 2000]

Bielecki, R.; Hempel, B.: Schimmelpilze – Alternativen zur Bekämpfung und Vorbeugung, Bauhandwerk, Fachzeitschrift für die gewerkeübergreifende Bauausführung, Ausgabe 4/2000, S. 61, Bauverlag, Gütersloh

[Böhmer 2015]

Böhmer, H. Simon, J.: Kurzstudie Schimmelpilzschäden. Schadensbilder - Ursachen – Folgen, Bauherren-Schutzbund e.V., Berlin 2015

[Fischer 2015]

Fischer, G.: Bestimmung von Hintergrundkonzentration von Schimmelpilzen in Dämmstoffen und anderen Materialien im Innenraum im Hinblick auf Sanierungsempfehlungen, Abschlussbericht, Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Stuttgart 2015

[FLIB AIBau IBP 2017]

Bewertung von Fehlstellen in Luftdichtheitsebenen - Handlungsempfehlung für Baupraktiker, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2017

[Frössel 2006]

Frössel, F.: Schimmelpilze in Wohnungen - Wenn der Pilz zur Untermiete wohnt, Baulino, Waldshut-Tiengen 2006

[Kraus-Johnsen 2018]

Kraus-Johnsen, I.: Schimmelpilz-Handbuch – Praxiswissen zu Schimmelpilzschäden in Gebäuden, Bundesanzeiger Verlag, Köln, 2018

[Lorenz 2005]

Lorenz u.a.: Sanierung von Feuchte- und Schimmelpilzschäden, Rudolf Müller Verlag, Köln 2005

[Lotz 2006]

Lotz, A.; Hammacher, P.: Schimmelschäden vermeiden - Bauphysikalische Grundlagen,

Analyse und Ursachen, Hinweise zur Vermeidung und Sanierung, Fraunhofer IRB, Stuttgart 2006

[Strohmeyer 2018]

Strohmeyer, M.: WTA-Merkblatt 4-12 „Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen“ – kritische Anmerkungen, in: Gebäudeschadstoffe und Innenraumluft, Rudolf Müller Verlag Köln, 2018

[Schulze 2011]

Feuchtebedingte Schäden an Wänden, Decken und Dächern in Holzbauart, Schadenfreies Bauen Band 5, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2011

[Trautmann 2005]

Trautmann, C.: Aussagekraft von Schimmelpilzuntersuchungen, in: Tagungsband der 9. Pilztagung des VDB: Schimmel sicher erkennen, bewerten und sanieren, hrsg. Vom Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V., AnBUS e. V., Fürth 2005

[Warscheid 2007]

Warscheid, T.: Wandbaustoffe aus Kalk. Ein natürlicher Schutz gegen Schimmelpilzbildung in Innenräumen, BauSchäden Jg. 3, Ausgabe 1/2007, S. 11-16

[Warscheid 2016]

Warscheid, T.: Schimmelbewuchs – gilt noch das 80% r.F Kriterium?, In: Aachener Bau-sachverständigentage 2016, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2016

9.2.2 Normen

[DIN 4108-2]

DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, 2013-02

[DIN 4108-3]

DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, 2014-11 / 2018-10

[DIN 4108-4]

DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, 2013-02

[DIN 4108-7]

DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele, 2011-01

[DIN 18534-1]

DIN 18534 Abdichtung von Innenräumen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, 2017-07

[DIN 18534-2]

DIN 18534 Abdichtung von Innenräumen – Teil 2: Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen, 2017-07

[DIN EN ISO 13788]

DIN EN ISO 13788 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren, Ausgabe Mai 2013

9.2.3 Richtlinien, Merkblätter, Leitfäden

[AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie 2016]

AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie "Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen", Gesundheitsamt Köln, Köln 2016

[DHBV 2010]

Merkblatt 01/10/S: Fachgerechte Schimmelpilzbeseitigung in Innenräumen, Deutscher Holz- und Bautenschutzverband e.V., Köln, 2010

[DHBV 2015]

Merkblatt 02/15/S: Schimmelpilzbefall an Holz und Holzwerkstoffen in Dachstühlen, Deutscher Holz- und Bautenschutzverband e.V., Köln, 2015

[DGUV 201-028]

DGUV Information 201-028: Handlungsanleitung – Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, 2006-10

[LGA 2006]

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg im Regierungspräsidium Stuttgart: Leitfaden Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen, 2. Auflage, Stuttgart 2006

[Innenraumhygiene 2008]

Umweltbundesamt: Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden, Berlin 2008

[Netzwerk Schimmel 2014]

Netzwerk Schimmel e.V.: Richtlinie zum sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden des Netzwerk Schimmel e.V., 2. Auflage, Wiefelstede 2014

[UBA 2002]

Umweltbundesamt: Leitfaden Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, Berlin 2002

[UBA 2005]

Umweltbundesamt: Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, Dessau 2005

[UBA 2017]

Umweltbundesamt: Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden, Dessau-Roßlau 2017

[TRBA 430]

Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe: Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz, 1997

[Ufoplan 2004]

Umweltbundesamt: Erhebung von Hintergrundwerten für die Bewertung von Schimmelpilzen im Innenraum, Stuttgart 2004

[VdS 3151]

Richtlinie zur Schimmelpilzbeseitigung nach Leitungswasserschäden, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), VdS 3151: 2014-06

[WTA 4-12]

WTA Merkblatt 4-12-16/D: Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen

[WTA 6-15]

WTA Merkblatt 6-15-13/D: Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile – Teil 1: Grundlagen

[WTA E 6-16]

WTA Merkblattentwurf 6-16-17/D: Technische Trocknung durchfeuchteter Bauteile – Teil 2: Planung, Ausführung und Kontrolle