

# **Richtlinie zum sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden**

## **Erkennen, Bewerten und Instandsetzen**

(3., überarbeitete Fassung vom 01.06.2022)

Eine Empfehlung des

**Bundesverbandes öffentlich bestellter und vereidigter sowie  
qualifizierter Sachverständiger e. V.**

Frank Deitschun und Dr. Thomas Warscheid

Unter Mitarbeit von:

Dr. Ernst J. Baumann, Dr. Mario Blei, Gerhard Ehl, Dr. Werner Ehl,  
Christian Ellebracht, Anja Haerkötter, Mario Hänsele, Holger Harazin,  
Hermann Hirschbiel, Heinrich Immoor, Oliver Keitz, Dr. Klaus Klus,  
Matthias Kraus, Irina Kraus-Johnsen, Ralph Mathes, Herbert Meinardus,  
Nicolas Mittelstedt, Norbert Müller, Stephan Oberschmid,  
Mathias Riehl, Frank Schowitz, Dr. Michael Sturm,  
Jörg Vieth, Klaus Witzisk, Thorsten Seitz und  
Michael Weng

## IMPRESSUM

Frank Deitschun

ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Hermann-Böse-Straße 17 • 28209 Bremen  
www.deitschun.info

Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Thomas Warscheid  
ö.b.u.v. Sachverständiger für mikrobielle Schäden im  
Bauwesen  
Schwarzer Weg 27 • 26215 Wiefelstede  
E-Mail: warscheid@lbw-bioconsult.de

Senator h.c. Dr. Ernst J. Baumann  
Bereichsleiter Unternehmensstrategie eines  
zertifizierten Sanierungsbetriebs  
Richard-Dunkel-Straße 120 • 28199 Bremen  
www.belfor.de

Dr.-Ing. Dipl.-Biologe Mario Blei  
ö.b.u.v. Sachverständiger für Messen und Beurteilen von  
mikrobiologischen Belastungen in Innenräumen  
Rodatalstraße 8,  
07751 Jena-Zöllnitz  
www.blei-institut.de

Dipl.-Ing. Gerhard Ehl  
ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Landstraße 14 • 66802 Altforweiler  
www.ehl-sv-bau.de

Dr.-Ing. Werner Ehl Bauphysiker  
Höhenstraße 22 • 66606 St. Wendel-Winterbach  
www.oekobau-buero.de

Christian Ellebracht Bausachverständigenbüro  
Lesteweg 38 • 33106 Paderborn  
www.bb-ellebracht.de

Ehrenmitglied Dipl.-Ing. Arch. Anja Haerkötter  
Hermann-Böse-Straße 17 • 28209 Bremen,  
ahaerkotter@googlemail.com

Mario Hänsele  
EU-zertif. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden,  
TG Feuchte- u. Schimmelpilzschäden  
Am Schultenbrink 48 • 45549 Sprockhövel  
www.sv-mh.de

Dipl.-Ing. Holger Harazin  
ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Landsberger Straße 40 • 04157 Leipzig  
www.harazin.de

Dipl.-Ing. Hermann Hirschbiel  
ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Kirchenstraße 20 • 67177 Limburgerhof  
E-Mail: hhirschbiel@gmx.de

Heinrich Immoor  
Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht  
Zweite Schlachtpforte 7 • 28195 Bremen  
www.castringius.de

Oliver Keitz  
Sachverständiger für Schimmelpilzschäden in Innenräumen  
Herzog-Alf-Weg 51 • 22457 Hamburg  
www.wolfgang-keitz.de

Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Klaus Klus  
ö.b.u.v. Sachverständiger für Schimmelpilze in Innenräumen  
Universitätsstraße 142 • 44799 Bochum  
www.bma-labor.de

Klaus Witzig  
Von der IHK Nordrhein-Westfalen ö.b.i.v. Sachverständiger  
für Wärme und Feuchteschutz  
Dorstener Straße 51, I 46348 Raesfeld  
www.sv-witzisk.de

Dipl.-Ing. Univ. Architekt BVAK Matthias Kraus  
Sachverständiger für Schäden an Gebäuden und  
Schimmelpilze in Innenräumen (Euro-Zert)  
Kolbermoorer-Str. 74a • 83109 Großkarolinenfeld  
www.bauschaden-bayern.de

Dipl.-Ing., Architektin Irina Kraus-Johnsen Sachverständige  
für die Erkennung, Bewertung und Sanierung von  
Schimmelpilzbelastungen (TÜV)  
Tangstedter Landstraße 239 • 22417 Hamburg  
www.kraus-johnsen.de

Dipl.-Ing. (FH) Ralph Mathes  
ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Gottlieb-Daimler-Straße 15 • 78224 Singen  
www.bsv-mathes.de

Dipl.-Ing. Architekt Herbert Meinardus  
ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Wangerlandstraße 19 • 26215 Wiefelstede  
www.sv-meinardus.de

Nicolas Mittelstedt  
Niederlassungsleiter eines zertifizierten Sanierungsbetriebs  
für Brand-, Wasser- und Schimmelpilzschäden  
Mercatorstraße 40 • 21502 Geesthacht  
www.sanierungsservice.de

Dipl.-Ing. Norbert Müller  
ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Erlenwiese 11 • 35794 Mengerskirchen-Waldernbach  
www.bausachverstaendigenbuero-mueller.de

Stephan Oberschmid  
Sachverständiger für das Erkennen, Bewerten und  
Sanieren von Schimmelpilzen in Gebäuden  
Geschäftsführer eines zertifizierten Sanierungsbetriebes  
Stockerweg 10, 89331 Burgau  
www.tronex.de

Dipl.-Ing. Mathias Riehl  
Sachverständiger für die Erkennung, Bewertung und  
Sanierung von Schimmelpilzbelastungen (TÜV)  
Im Düneneck 20 • 26556 Eversmeer-Westerholt  
www.der-baubiologe.de

Frank Schöwitz  
Sachverständiger für die Erkennung, Bewertung und  
Sanierung von Schimmelpilzbelastungen (TÜV)  
Furthmühlgasse 2 • 99084 Erfurt  
www.gutachten-erfurt.de

Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Michael Sturm  
Higienezentrum Dr. Sturm GmbH,  
Wiss. Berater und Lehre im Bereich Hygiene,  
Infektionslehre und klinische Mikrobiologie Gabrieler  
Straße 2, Stock 1, Tür 2, 2340 Mödling, Austria  
www.sv-sturm.at

Jörg Vieth  
Geschäftsführender Gesellschafter eines zertifizierten  
Sanierungsbetriebs  
Krautgraben 28a • 22159 Hamburg  
www.csv-gmbh.de

Michael Weng  
Technisches Büro für Bauwesen  
Friedhofstraße 1 • 89547 Gerstetten  
www.weng-baubuero.de

Thorsten Seitz  
Technischer Leiter eines zertifizierten Sanierungsbetriebs,  
Fachberater für das Erkennen, Sanieren und Vermeiden  
von Schimmelpilzschäden in Gebäuden  
Stockerweg 10, 89331 Burgau  
www.tronex.de

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Grundlagen, Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen.....</b>	<b>5</b>
1.1	Grundlagen .....	5
1.2	Anwendungsbereich.....	5
1.3	Mikrobiologische Belastungen in Innenräumen .....	6
<b>2</b>	<b>Vorkommen von Schimmelpilzen in Innenräumen .....</b>	<b>7</b>
2.1	Schimmelpilzbildung aus mikrobiologischer Sicht.....	7
2.2	Schimmelpilzbildung aus medizinischer und hygienischer Sicht .....	7
2.3	Schimmelpilzbildung aus Sicht des Bausachverständigen.....	10
2.4	Schimmelpilzbildung aus Sicht des Sanierers .....	11
2.5	Schimmelpilzbildung aus juristischer Sicht .....	11
<b>3</b>	<b>Messtechniken .....</b>	<b>11</b>
3.1	Methodik zur Erfassung von Schimmelpilzbewuchs .....	11
3.2	Mess- und Berechnungsmethodik der Bausachverständigen .....	13
3.3	Trocknungstechniken der Sanierer .....	15
<b>4</b>	<b>Feststellungen und Maßnahmen.....</b>	<b>16</b>
4.1	Grundlagen .....	16
4.2	Feststellung von Schimmelpilzbewuchs .....	17
4.3	Erstbegehung.....	17
4.4	Sicherung des Schadenbereiches .....	17
4.5	Beratung durch sachkundige Personen.....	17
4.6	Sofortmaßnahmen .....	18
4.7	Einteilung der Schadensfälle in Schadenstypen nach Ursache .....	18
4.8	Schadensausmaß .....	18
4.9	Einteilung mehrerer Arbeitsbereiche im Schadensbereich.....	18
4.10	Arbeits- und Sicherheitsplan (A- u. S-Plan) .....	19
<b>5</b>	<b>Gefährdungsbereiche .....</b>	<b>19</b>
5.1	Definition der Sanierungsbereiche und Gefährdungsbeurteilung.....	19
5.2	Ausdehnung des kontaminierten Bereiches .....	20
5.3	Hinzuziehung von weiteren Sachverständigen .....	20
<b>6</b>	<b>Instandsetzung.....</b>	<b>20</b>
6.1	Ursachenbeseitigung.....	20
6.2	Baustelleneinrichtung.....	20
6.3	Schutzmaßnahmen .....	21
6.4	Einweisung der beteiligten Personen .....	21
6.5	Räumarbeiten .....	21
6.6	Rückbau.....	21
6.7	Entsorgung.....	22
6.8	Feinreinigung und hygienische Intensivreinigung .....	22
6.9	Technische Gebäudetrocknung .....	22
6.10	Erfolgskontrolle .....	23
6.11	Abbau der Schutzmaßnahmen.....	23
6.12	Wiederherstellung .....	23
6.13	Abnahme.....	23

<b>7</b>	<b>Abnahmekontrolle .....</b>	<b>23</b>
7.1	Erfolgskontrolle .....	23
7.2	Flankierende Prüfungen.....	24
7.3	Förmliche Abnahme .....	25
<b>8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>Anlagen .....</b>	<b>26</b>

„Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern soll der sprachlichen Vereinfachung halber als geschlechtsneutral zu verstehen sein.“

# 1 Grundlagen, Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen

## 1.1 Grundlagen

Schimmelpilze und andere Mikroorganismen sind natürliche Bestandteile der Umwelt und haben im ökologischen Zusammenhang vielfältige Funktionen. Sie können in Gebäuden zu gesundheitlichen und bautechnischen Beeinträchtigungen führen, sofern sie sich über das normale Maß hinaus vermehren, wobei zur Bewertung sowohl der Gesundheitszustand der Betroffenen als auch der Zustand der vorhandenen Bausubstanz maßgeblich sind.

Diese Richtlinie des Netzwerk Schimmel e. V. ist eine Empfehlung des Bundesverbandes öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e. V. (BVS). Sie beschreibt die systematische Vorgehensweise zur Ermittlung der Gegebenheiten und die Festlegung des Instandsetzungszieles in Verbindung mit der Erstellung eines Maßnahmenkataloges.

Sie strukturiert die Aufgaben und Verantwortlichkeiten für alle Beteiligten im Feststellungs-, Bewertungs-, Planungs- und Ausführungsprozess (vgl. **Anlage 1** „Ablaufschema zur Richtlinie Schimmelpilzsanierung“).

Das Hinzuziehen weiterer qualifizierter Sachverständiger (u. a. für Baukonstruktion, Bauphysik, Mikrobiologie, Umweltmedizin) ist fallbezogen zu prüfen. Im Zusammenhang mit der Sanierungsbereichseinteilung sollten für jede Tätigkeit eine Gefährdungsbeurteilung vorgenommen sowie Maßnahmen festgelegt und dokumentiert werden.

Ausgehend von den festgestellten Gegebenheiten und deren Ursachen werden insbesondere im Hinblick auf den Arbeits- und Gesundheitsschutz die verschiedenen Arbeitsbereiche und die dort anzuwendenden Arbeitsverfahren im Arbeits- und Sicherheitsplan definiert.

Ziel der Instandsetzung von Schimmelpilzschäden in Gebäuden muss dabei die Wie-

derherstellung der üblichen Gebrauchstauglichkeit sein. Dies bedeutet im Einzelnen, dass nach der Instandsetzung

- I kein Schimmelpilzbewuchs mehr vorhanden ist;
- II keine auffällige mikrobiell-organische Kontamination oder biogene Raumluftbelastung verbleibt;
- III keine schadensbedingten Geruchsbelästigungen mehr bestehen;
- IV keine Feuchtebelastung mehr vorhanden ist, die über die nutzungsbedingte Ausgleichsfeuchte hinausgeht sowie
- V die Schadensursache grundlegend beseitigt ist.

Die Richtlinie wird unter Berücksichtigung der Fortschreibung der Schadens- und Sanierungserfahrung der in diesem Bereich Tätigen fortlaufend aktualisiert.

## 1.2 Anwendungsbereich

Die Richtlinie dient zur Bewertung von feuchtigkeitsbedingten Schäden durch Schimmelpilze und andere Mikroorganismen in Innenräumen, soweit nicht andere gesetzliche Anforderungen gelten. Ziel dieser Richtlinie ist die praxisgerechte Erkennung, Bewertung und Instandsetzung von Schäden unter Berücksichtigung von bereits existierenden Regelwerken und Leitfäden. Es wird eine übliche Nutzung unter Betrachtung der hygienischen Belange vorausgesetzt. Vorbeugende Maßnahmen zur Vermeidung von Schimmelpilzschäden werden in dieser Richtlinie nicht behandelt; wir verweisen in diesem Zusammenhang auf entsprechende Verbraucherleitfäden bzw. einschlägige Literaturquellen. Die Details zur Durchführung von in dieser Richtlinie empfohlenen mikrobiologischen und bauphysikalischen Methoden werden nicht näher beschrieben. Diese werden in den entsprechenden Regelwerken behandelt (Leitfäden des Umweltbundesamtes, VDI-Richtlinien, DIN-Normen, siehe Abschnitt 8).

Die Richtlinie zum sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden wendet sich an Gebäudenutzer, Bauplaner und Bauunternehmen, Sachverständige, Mikrobiologen, Umweltmediziner, Sanierungsunter-

nehmen und Juristen sowie Versicherer und Behörden.

Alle in der Richtlinie enthaltenen Hinweise und Handlungsempfehlungen stehen zur jeweiligen Anwendung frei. Die Richtlinie erhebt nicht den Anspruch, allgemein anerkannte Regeln der

Technik aufzustellen, da insbesondere die Bewertung und Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen zu Schimmelpilzschäden grundsätzlich Einzelfallbetrachtungen sind und in betroffenen Fachkreisen stark divergierende Auffassungen vertreten werden.

Die Richtlinie ist gedacht als Hilfestellung für die Bewertung und die Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen der Instandsetzung. Diese sind mit Sachverstand im jeweiligen Fall anzuwenden mit dem Ziel, gesundheitliche Gefahren abzuwenden. Dazu sollte ein Zustand erreicht werden, der bei gleichen Arten von Objekten jeweils ohne Schädigung üblich ist.

Daneben können Maßnahmen erforderlich sein, wenn sich bauübliche mikrobielle Kontaminationen innerhalb von Bauteilquerschnitten zwar nicht auf die Innenraumhygiene auswirken, aber Bauteile durch Feuchteinwirkung geschädigt werden können. Ist dies nicht der Fall, steht die Auswirkung eines mikrobiellen Befalls innerhalb von Bauteilen auf die Innenraumhygiene im Fokus dieser Richtlinie und der Handlungsempfehlungen.

Aufgrund der großen Bedeutung mikrobiologischer Aspekte sind in der **Anlage 4** weitergehende Erläuterungen zur Strategie der Probenahme und deren praktische Durchführung, zu den Möglichkeiten und Grenzen mikrobiologischer Analyseverfahren und der Bewertung der betreffenden Untersuchungsergebnisse im Rahmen der Schadensfeststellung und Sanierung von Schimmelpilzbewuchs in Innenräumen ausführlich dargestellt.

### 1.3 Mikrobiologische Belastungen in Innenräumen

Infolge von Feuchteinwirkungen an Bauteilen kann es zum Wachstum unterschied-

licher Organismen, wie z. B. Schimmelpilzen, Bakterien, Aktinobakterien, Hefen und Milben kommen. Der Leitfaden des Umweltbundesamtes zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden (UBA, 2017) hat deshalb den Sammelbegriff „Schimmel“ für Schimmelpilze, Bakterien und Hefen eingeführt.

Im Gegensatz dazu beschreibt der Begriff „Schimmelpilze“ die filamentösen (fadenförmigen) Pilze wie Deuteromyceten (imperfekte Pilze), Zygomyceten (Jochpilze) und Ascomyceten (Schlauchpilze); er wird im deutschsprachigen Raum oft umgangssprachlich nur als „Schimmel“ bezeichnet. Oft mit Schimmelpilzen assoziierte Organismen wie Bakterien, Aktinobakterien, Hefen und Milben sind bei mikrobiologischen Untersuchungen in Innenräumen definitionsgemäß nicht als Schimmel zu bezeichnen.

Bakterien treten bei Feuchteschäden immer auf, verlieren jedoch aufgrund ihrer hohen Feuchtigkeitsansprüche mit zunehmender Trocknung deutlich an Wachstumsfähigkeit. Sie tragen in der Regel zu keiner relevanten Biomasseanreicherung in Baustoffen bei und besitzen als eher geruchlich auffällige Fäkalbakterien oder thermophile, potenziell infektiöse Aktinomyceten ausschließlich eine mögliche hygienische Bedeutung. Aufgrund ihrer flexiblen und länger anhaltenden Vermehrungs- und Wachstumseigenschaften bleibt damit der mikroskopische Nachweis von strukturiertem Schimmelpilzbewuchs der entscheidende Untersuchungsparameter für die Analyse und Bewertung eines Feuchteschadens in Gebäuden. Mit der Anreicherung der gewachsenen Pilzbiomasse kommt häufig auch schimmelpilzverzehrenden Milben und deren potenziell allergenen Exkrementen eine hygienische Bedeutung zu, die ebenfalls mikroskopisch erfasst werden kann.

Wie im „Schimmelleitfaden“ des Umweltbundesamtes ausdrücklich empfohlen, sind somit vorzugsweise die Feststellung und Analyse der Art und Verbreitung von Schimmelpilzwachstum als Leitparameter zur hygienischen Beurteilung eines Schimmelschadens heranzuziehen.

## 2 Vorkommen von Schimmelpilzen in Innenräumen

### 2.1 Schimmelpilzbildung aus mikrobiologischer Sicht

Schimmelpilze sind ein wichtiger ökologischer Bestandteil der Umwelt. Im Rahmen der Mineralisierung und Zersetzung von organischem Material besitzen sie maßgeblichen Anteil an der Bildung und Regeneration von landwirtschaftlich nutzbaren Böden und besitzen neben der Herstellung von Lebensmitteln (z. B. Käse, Zitronensäure) und pharmazeutischen Wirkstoffen (z. B. Antibiotika) zunehmend auch biotechnologische Bedeutung (z. B. Enzyme).

In Innenräumen können Schimmelpilze allerdings Gesundheitsbeeinträchtigungen bewirken und zudem Schadensprozesse an Baustoffen auslösen, deren Wirkungsweisen nach chemischen und physikalischen Mechanismen (u. a. Biorosion und Biofouling) unterschieden werden.

In Wohn- und Arbeitsräumen sind daher das Wachstum und die Verbreitung von Schimmelpilzen über ein natürliches Maß hinaus sowohl aus hygienischen, ästhetischen als auch materialtechnischen Gründen nicht akzeptabel. Es besteht dabei das Gebot der Minimierung von Schimmelpilz- und Bakterienbelastungen auf ein gebrauchstübliches Maß (Hintergrundkonzentration).

Um effektive Instandsetzungsmaßnahmen bei bestehendem Schimmelpilzbefall zu ergreifen, ist es notwendig, die mikrobiellen Wachstumsbedingungen auf Baustoffen zu kennen. Schimmelpilze benötigen zum Wachstum vor allem Nährstoffe und Feuchtigkeit. Die Ansprüche an deren Nutzung sind dabei so minimal, dass bereits geringste Mengen an organischen Nährstoffen (z. B. Baumaterialien oder Verschmutzungen), wie sie in der Praxis nahezu unvermeidbar sind, ausreichen, um den Pilzen ein Wachstum zu ermöglichen. Weitere wichtige, das Wachstum der Schimmelpilze beeinflussende Faktoren sind u. a. unterschiedliche Temperaturen und der pH-Wert des Untergrundes.

### 2.2 Schimmelpilzbildung aus medizinischer und hygienischer Sicht

Mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen hängen maßgeblich von der Expositionsdauer bzw. -intensität und der individuellen Konstitution (Prädisposition) der Gebäudenutzer (z. B. Allergiker, immungeschwächte Personen) ab. Die umweltmedizinische Bewertung von Schimmelpilzbefall in Innenräumen ist komplex und muss daher dem erfahrenen Mediziner vorbehalten bleiben (AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie 2016).

Für einen Zusammenhang zwischen Schimmelpilzbefall in Innenräumen und allergischen Reaktionen sowie Erkrankungen der Atemwege – akut oder chronisch – liegen keine quantitativen Dosis-Wirkung-Beziehungen vor, sodass auch keine entsprechend validen Grenzwerte abgeleitet werden können. Im Sinne der gesundheitlichen Vorsorge sollte vornehmlich eine Beschränkung der mikrobiellen Belastung auf ein bauübliches Maß angestrebt werden.

Die möglichen gesundheitlichen Reaktionen umfassen vor allem die allergene Wirkung von Pilzsporen und Zellbestandteilen primär auf die Atemwege (z. B. Schnupfen = Rhinokonjunktivitis mit tränenden, juckenden Augen; Asthma bronchialis mit Atemnot und Husten), aber auch auf die Haut (Nesselsucht, Urticaria, Verschlimmerung einer Neurodermitis). Außerdem können Schimmelpilze bzw. deren Bestandteile zu Irritationen führen (z. B. Reizungen der Schleimhäute von Augen und Nase). Bei Personen, die eine genetische Veranlagung zur Ausprägung einer Allergie besitzen, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass eine längerfristig andauernde Exposition gegenüber Belastungen mit Allergenen zu einer Sensibilisierung und nachfolgend zur Ausprägung allergischer Symptome führt. Bezogen auf die Schimmelpilze muss berücksichtigt werden, dass eine solche Situation gegeben ist, wenn einzelne Schimmelpilzarten im Vergleich zur natürlich vorhandenen Hintergrundkonzentration langfristig in erhöhten Konzentrationen in der Raumluft auftreten.

Schimmelpilze können durch Ausscheidung gasförmiger Substanzen, darunter verschiedene Alkohole, Aldehyde, Ketone und terpenartige Verbindungen (d. h. MVOC = microbial volatile organic compounds), typisch muffige Gerüche erzeugen, die zwar nach heutigem Kenntnisstand in den nachweisbaren Konzentrationen keine toxischen Eigenschaften haben, jedoch zu unterschiedlichen Befindlichkeitsstörungen (z. B. Übelkeit, Kopfschmerzen) führen können.

Mykotoxine (d. h. Pilzgifte, wie Aflatoxine, Ochratoxine, Trichothecene) können bei Einnahme von verschimmelten Lebensmitteln zu nachhaltigen Schädigungen von Leber, Nieren, Atemwegen und Nerven führen. Ob die Bildung von Mykotoxinen durch Schimmelpilze und damit das Vorhandensein solcher Giftstoffe in den Bioaerosolen von Innenräumen eine gesundheitliche Bedeutung besitzt, ist Gegenstand aktueller wissenschaftlicher Untersuchungen. Demnach ist bei höheren Konzentrationen, wie sie im Verlauf einer Sanierung auftreten können, eine beeinträchtigende Wirkung nicht auszuschließen, sodass vor allem bei dem Rückbau von schimmelpilzbehafteten Baustoffen ein entsprechender Arbeitsschutz gemäß DGUV 201-028 vorzu-

sehen ist. Für die Bildung relevanter Mykotoxine benötigen Schimmelpilze allerdings ein entsprechend hohes Nährstoff- und Feuchtigkeitsangebot.

Die Anfälligkeit für eine Pilzinfektion (Mykose) der Haut, der Schleimhäute oder innerer Organe setzt in der Regel eine entsprechende gesundheitliche Disposition des Gebäudenutzers (z. B. Immunsuppression bei Transplantations-, Krebs- oder AIDS-Patienten) voraus. Durch innenraumrelevante Schimmelpilze ausgelöste Infektionen sind nach heutigem Kenntnisstand sehr selten, dennoch sollten bei immunsupprimierten Personen besondere Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden.

Eine wichtige Neuerung im überarbeiteten Schimmelleitfaden des Umweltbundesamtes (2017) im Hinblick auf etwaige Hygieneanforderungen ist die Einführung von Raumnutzungsklassen, die allerdings in Fachkreisen wieder in der Diskussion ist. Bei der hygienischen Bewertung von mikrobiologischen Befunden und der Festlegung von Art und Umfang von Sanierungsmaßnahmen sollen die jeweiligen Hygieneanforderungen für die unterschiedlichen Raumnutzungsklassen berücksichtigt werden:

Nutzungs-klasse	Anforderungen an die Innenraumhygiene	Beispiel	Anmerkungen
I	spezielle, sehr hohe Anforderungen wegen individueller Disposition	Räume für Patienten mit Immunsuppression	Nicht in diesem Leitfaden behandelt; die Anforderungen bedürfen gesonderter Vereinbarungen.
II	normale Anforderungen	Innenräume zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen: Wohn- oder Büroräume, Schulen, Kitas etc. einschließlich dazugehöriger Nebenräume	Es gelten die gleichen Anforderungen für alle genutzten Räume (d. h. bei Wohnungen alle Räume einschließlich der in der Wohnung liegenden Nebenräume).
III	reduzierte Anforderungen	nicht dauerhaft genutzte Nebenräume außerhalb von Wohnungen, Büros, Schulen etc., z. B. Kellerräume 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.

Hygienische Bewertung von Schimmelschäden nach Nutzungsklassen; Quelle: Schimmelleitfaden, UBA 2017

Die Einführung der Nutzungsklassen impliziert die Notwendigkeit, bei der Schadensbeurteilung und Festlegung der Dringlichkeit und des Umfangs von Sanierungsmaßnahmen auch die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit einer stofflichen Einwirkung auf Personen zu berücksichtigen. Für die Raumnutzungsklassen I und IV ist von unterschiedlichen Hintergrundbelastungen auszugehen. In diesem Sinne kann ein frühes Stadium von Schimmelpilzwachstum in einem Raum der Nutzungsklasse I eine hygienisch bedenkliche und zu sanierende Schimmelquelle sein, wenn sich diese auf die Innenraumhygiene auswirken kann. Im Unterschied dazu könnte der gleiche Materialbefund in einem Raumbereich der Nutzungsklasse IV keine weiteren Maßnahmen erfordern.

Der Nachweis von Schimmelquellen in Gebäuden muss nicht grundsätzlich zum Ausbau eines mikrobiell behafteten Baustoffes führen. Das Ziel einer Schimmelsanierung besteht darin, die Schimmelbelastung auf ein bauübliches Niveau zurückzuführen, das bei vergleichbaren Gebäuden auch vorliegen kann; in diesem Zusammenhang sind auch Hintergrundbelastungen aus dem Herstellungsprozess der verwendeten Baumaterialien wie auch die spezifischen Umgebungsbedingungen bei der Bauerstellung zu berücksichtigen.

In der Vergangenheit haben Bau- und Hygienesachverständige die Beurteilung eines Schimmelschadens weitgehend aus der Befundung und der Kommentierung der angeforderten Analyseberichte des von ihnen beauftragten Labors übernommen. Mikrobiologische Labore können ihre Untersuchungsbefunde jedoch ohne Kenntnis der objekt-spezifischen Bedingungen und jeweiligen Nutzungsklassen nur allgemein anhand von empirischen Orientierungswerten einstufen.

Die bauartbedingten Einflussgrößen bei der natürlichen Verschmutzung von Baustoffen (z. B. Estrichdämmschichten) sind erfahrungsgemäß auf jeder individuellen Baustelle klimatisch und bautechnisch unterschiedlich ausgeprägt, daher können sogenannte Hintergrundwerte oder Anhaltswerte für wachstumsfähige Pilzsporen keine wirklich bewertbare Vergleichsbasis für ein „nicht unerheb-

liches Maß an Schimmelpilzen“ in einem jeweiligen Bauvorhaben bilden. Insbesondere ein mikroskopisch nachgewiesener Schimmelpilzbewuchs kann diese Abweichung vom „Normalfall“ beschreiben: wachstumsfähige Schimmelpilzsporen können je nach bauartbedingten Verunreinigungen durchaus in erhöhter Zahl vorliegen, jedoch nur ein mikroskopisch erkennbarer, strukturierter Schimmelpilzbewuchs ist als eindeutiger Nachweis einer „nicht unerheblichen Belastung an feuchtebedingt ausgewachsenen Schimmelpilzsporen zu bewerten“ (Warscheid, 2019).

Da in Gebäuden oft staubdicht gegenüber der Raumluft abgeschottete Bereiche existieren, bei denen nicht von einer Freisetzung potenziell hygienisch-relevanter Pilzsporen und Hyphenfragmente auszugehen ist (d. h. Hohlräume und Dachkonstruktionen), hat das Umweltbundesamt im Rahmen des Schimmelleitfadens 2017 eine eigene Nutzungsklasse für solche abgeschotteten Objektbereiche eingeführt. Auch in belasteten Estrichböden können bereits intakte, bauübliche Randschlüsse die Freisetzung von Pilzsporen und Hyphenfragmenten verhindern; ein etwaiger Pumpeffekt von Estrichdämmschichten wurde in der Baupraxis bisher noch nicht nachgewiesen.

Demnach sind die hygienischen Anforderungen für die Nutzungsklasse IV geringer zu bemessen, sofern entsprechende Abschottungen dauerhaft wirksam und zuverlässig hergestellt werden können. Das kann analog auch für Estrichdämmschichten gelten, da auch in der Ebene der Fußbodenbeläge zuverlässig wirksame Abschottungen bauüblich möglich sind unter der Voraussetzung, dass eventuelle Feuchtigkeit oder die vorhandene Mikroflora die betreffenden Baustoffe nicht schädigen.

Für schimmelpilzbewachsene Materialien, welche fallbezogen nur mit sachverständig begründet unverhältnismäßigem Aufwand entfernt werden können, kann auch eine dauerhafte partikel- bzw. sporendichte Abschottung ein Sanierungsziel darstellen“ (WTA 4-12, 5-2021). Die Frage, ob eine mikrobiologische „Auffälligkeit“ einer Probe vorliegt und welche Maßnahmen im konkreten Fall zur Sanierung geeignet wären, kann letztlich nur vom Sach-

verständigen beantwortet werden, der vor Ort den Schaden aufgenommen und die Proben entnommen hat. Bausachverständige sollten daher pauschale Aussagen zu Schadensbewertungen und Sanierungsempfehlungen in Laborberichten aufgrund ihres Kenntnisstands der Örtlichkeit kritisch würdigen können.

In diesem Zusammenhang gehören Aussagen zu möglichen Gesundheitsgefährdungen weder in die Prüfberichte von Laboren noch in die Gutachten von Sachverständigen; derartige Aussagen können nur unter Berücksichtigung der gesundheitlichen Prädisposition von exponierten Personen getroffen werden und müssen kompetenten Umweltmedizinern vorbehalten bleiben.

Maßnahmen zur Sanierung von Schimmelschäden sind nicht durch ein konkretes Gesundheitsrisiko begründet. Anders als bei Schadstoffen (z. B. Asbest, PCB) gibt es keine gesetzliche Verpflichtung für die Ermittlung und Sanierung von Schimmelpilzquellen. Es ist die Aufgabe von Sachverständigen, bei deutlichen Anhaltspunkten für Feuchteschäden und Schimmelpilzwachstum, Eigentümer und Nutzer davon zu überzeugen, die Schadensursache und das Schadensausmaß im Sinne der hygienischen Vorsorge zur ermitteln.

Das Sanierungsziel liegt abschließend darin, den für die jeweilige Raumnutzungsklasse üblichen Hygienestandard wiederherzustellen und diesen nach Möglichkeit nachhaltig sicherzustellen.

### 2.3 Schimmelpilzbildung aus Sicht des Bausachverständigen

Voraussetzungen für die nachhaltige Beseitigung eines Schimmelpilzbewuchses sind die Ursachenermittlung durch Anamnese der Gesamtsituation und eine fundierte Bauwerksuntersuchung. Mit zunehmender Luftfeuchte steigt die Wahrscheinlichkeit des Wachstums von Schimmelpilzen; kondensierende Feuchtigkeit, also Wasser in flüssiger Form, ist hierfür nicht erforderlich (vgl. hierzu den „Ursachenbaum“, Oswald, AiBau [2003] und den „Ursachenbaum für Schimmelfall auf Bau-

teilen“ nach Oswald, 2003, überarbeitet von Zöller, Aachener Institut für Bauschadensforschung [AiBau] 2014).

Vorrangiges Ziel der Untersuchung durch den Bausachverständigen ist daher die Feststellung von Feuchtigkeit und deren Ursache. Hierbei ist zu prüfen, ob die Feuchtigkeit als Oberflächenfeuchte (Tauwasser- bzw. Kondensationsschaden, im folgenden Kondenswasser) oder innerhalb eines Bauteils (Durchfeuchtungsschaden) auftritt; dabei können mehrere Ursachen gleichzeitig vorliegen.

Im Rahmen von (gerichtlichen oder außergerichtlichen) Streitfällen muss vom Sachverständigen oft die Frage geklärt werden, ob und welche gebäudebedingten Ursachen für Schimmelpilzschäden infrage kommen. Bei der Suche nach gebäudebedingten Ursachen von Schimmelpilzschäden kann der Schaden in vielen Fällen nicht eindeutig einer (einzigen) Ursache zugeordnet werden. Es soll deshalb nach dem Ausschlussprinzip vorgegangen werden, um die möglichen gebäudebedingten Ursachen einzeln ausschließen oder nicht ausschließen zu können. Im Rahmen der Ursachensuche sind vom Sachverständigen die folgenden zwei Punkte zu klären:

- (1) Nachweis und Verbreitung von Feuchtigkeit an und in Bauteilen
- (2) Feststellung von feuchterelevanten Bauschäden (z. B. Risse, Schlagregendichtigkeit, Luftundichtheit), die hinsichtlich des festgestellten Schadensbildes ursächlich sein können

Wenn in den beiden genannten Untersuchungsbereichen keine kausalen Zusammenhänge hinsichtlich eines mikrobiellen Befalls festgestellt werden, können gebäudebedingte Ursachen ausgeschlossen werden.

#### 2.3.1 Durchfeuchtungsschäden

Nachfolgend werden einzelne Ursachen für Durchfeuchtungsschäden beispielhaft aufgeführt.

Gebäudebedingte Ursachen:

- Kapillar wirkende Feuchte
- Abdichtungsfehler
- Schadhafte Gebäudehülle
- Diffusionsschaden
- Havarie (z. B. Leitungswasserschaden)
- Neubaufeuchte

Nutzerbedingte Ursachen:

- Unachtsamer bzw. unsachgemäßer Umgang mit Wasser

### 2.3.2

#### Kondensationsschäden

Nachfolgend werden Ursachen für Kondensationsschäden beispielhaft aufgeführt.

Gebäudebedingte Ursachen:

- Ungenügende Dämmung der Außenhülle
- Konvektionsschaden (Luftundichtheiten)
- Unzulässige Wärmebrücken
- Unfachmännische Innendämmung, bei der konvektive Hinterströmung aus der (warmen) Raumluft zur Innenseite der (kühlen) Außenwand stattfinden kann
- Sommerkondensation

Nutzerbedingte Ursachen:

- Hohe Luftfeuchtigkeit bzw. Feuchteproduktion
- Geringe Luftwechselrate bzw. Luftbewegung
- Niedrige Raumtemperatur bzw. Bauteilerwärmung
- Hausstaubbelastungen durch mangelhafte Pflege von Inventar und RLT-Anlagen

### 2.4

#### Schimmelpilzbildung aus Sicht des Sanierers

Wegen der Komplexität möglicher Feuchte-schäden mit Schimmelpilzbildung muss jeder Schaden individuell beurteilt, die Ursache festgestellt und im Rahmen technischer Möglichkeiten beseitigt werden. Zur dauerhaft erfolgreichen Instandsetzung ist vor allem die Beseitigung der Schadensursache unabdingbar. Ziel und Konzept sind im Rahmen

der technischen Machbarkeit vor Beginn der Maßnahmen festzulegen und zu kalkulieren. Ziel einer Schimmelpilzinstandsetzung ist die Wiederherstellung eines gebrauchstüblichen Zustandes in hygienischer und baulicher Sicht.

### 2.5

#### Schimmelpilzbildung aus juristischer Sicht

Schimmelpilze können im Kauf-, Miet- und Werkvertrags-(Bau-)recht ggf. im Arbeits- und Versicherungsrecht relevant sein. Durchweg geht es dabei um die Ermittlung der konkreten Voraussetzung (Ursache) und der Auswirkungen (Hygiene, Bausubstanz) eines Schimmelpilzschadens einschließlich der Kosten für die Beseitigung und Wiederherstellung. Die Hinzuziehung von Sachverständigen erfolgt aufgrund eines Privatauftrages oder gerichtlichen Beweisbeschlusses. Der Sachverständige hat die Befundursachen (= Ist-Zustand) darzustellen und einen hygienisch üblichen Zustand, bei dem die uneingeschränkte Nutzbarkeit vor einem Schadenseintritt oder die von vergleichbaren Objekten gewährleistet ist (= Soll-Zustand) mit Beschreibung seiner konkreten Arbeitsmethode nachvollziehbar darzulegen. Unternehmen sind in der Regel im Privatauftrag tätig. Aus Gründen der nachvollziehbaren Dokumentation ist zu empfehlen, den Inhalt des Auftrages, einschließlich Instandsetzungsziel, Vergütung, Haftung und Abnahme, schriftlich zu verfassen. Im Einzelfall ist dem Kreis der Betroffenen besondere Beachtung bei der Festlegung des Instandsetzungsziels und dessen praktischer Umsetzung zu widmen (z. B. bei Schulen, Kindergärten, Pflegeheimen, Krankenhäusern etc.).

### 3

#### Messtechniken

##### 3.1

#### Methodik zur Erfassung von Schimmelpilzbewuchs

Bei einer vermuteten mikrobiellen Belastung ist durch Untersuchung und Bewertung von Baustoffproben zwischen einem strukturierten Schimmelpilzbewuchs (d. h. zusammenhängende Hyphengeflechte, ausgebildete

Sporenträger), einer Kontamination (d. h. nicht wachsende Keime, Sporen, Hyphenbruchstücke) bzw. einer gebrauchstüblichen bzw. natürlichen mikrobiellen Hintergrundkonzentration zu unterscheiden.

Mikrobielles Wachstum auf Bauteilen kann im einfachsten Fall durch Sichtkontrolle (z. B. Verfärbungen, Auflagerungen) festgestellt werden. Zur näheren Charakterisierung eines vorliegenden mikrobiellen Wachstums, der Festlegung des notwendigen Instandsetzungsaufwandes und der abschließenden Kontrolle des Sanierungserfolges bieten mikroskopische Analysen, unterstützt durch spezifische Anfärbungen von Klebefilmpräparaten, wichtige Informationen über die Art und Tiefe des mikrobiellen Bewuchses. Die Kultivierung von wachstumsfähigen Keimen und Sporen von Baustoffproben kann zur Charakterisierung des Artenspektrums der vorhandenen Mikroorganismen herangezogen werden. Die Bewertung der Anzahl kultivierbarer Mikroorganismen und Sporen im Hinblick auf ein aktives Wachstum, eine Kontamination, Verschmutzung oder die natürliche Hintergrundbelastung ist aufgrund im Einzelfall kaum festzulegender Referenzwerte schwierig und sollte daher immer durch mikroskopische Analysen von Klebefilmpräparaten und/oder Baustoffproben auf Plausibilität geprüft werden. Verfahren zum Nachweis der Biomasse bzw. stoffwechselphysiologische Messungen (z. B. Proteinbestimmung, ATP-Hygieneprüfung) können auch zur ergänzenden Abschätzung einer mikrobiellen Belastung herangezogen werden. Diese Methoden sollten jedoch niemals ohne begleitende mikroskopische Analysen bewertet werden und setzen in der Anwendung einschlägige Erfahrungen des mikrobiologischen Labors und in der Bewertung eine ausreichende Validierung voraus.

Abklatschproben sind für die Bewertung eines mikrobiellen Befalls aufgrund von möglichen sedimentierten Anflugsporen nicht geeignet und sollten auch bei der Kontrolle von Sanierungen keine Verwendung finden. Mit einer raumlufthygienischen Messung der mikrobiellen „Sporenbelastung“ in der Raumluft (z. B. Impaktionsverfahren zur Bestimmung der Lebendkeime bzw. Gesamtsporen mittels Kultivierung bzw. direkter Zählung) können

mögliche, versteckte mikrobielle Befallsherde nachgewiesen, aber nicht lokalisiert und bei negativen Befundungen auch nicht vollends ausgeschlossen werden.

Ist ein Schimmelpilzbewuchs bereits makroskopisch erkennbar, ergeben material-mikrobiologische bzw. raumlufthygienische Untersuchungen wenig Sinn, da u. a. eine unmittelbare gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse aufgrund einer fehlenden Dosis-Wirkungs-Beziehung nicht durch den Sachverständigen, sondern nur personenbezogen durch einen erfahrenen Mediziner erfolgen kann. Speziesdifferenzierte mikrobiologische Untersuchungen von Baustoff- und Raumluftproben können dabei die medizinische Abschätzung potenzieller gesundheitlicher Beeinträchtigungen für die Nutzer eines feuchtebelasteten Gebäudes erleichtern, wobei für die ganzheitliche Bewertung stets auch der mögliche Aufnahmepfad (z. B. Umgebungsbedingungen, Luftgängigkeit von Sporen und Partikeln) berücksichtigt werden muss. Die Bestimmung des Schimmelpilzallergengehaltes in Baustoff- und Luftproben kann eine zusätzliche Information für eine Abschätzung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen liefern, setzt aber auch hier einschlägige Erfahrungen des mikrobiologischen Labors und in der Bewertung eine ausreichende Validierung voraus.

Die Messung von flüchtigen mikrobiellen Stoffwechselprodukten (MVOC) als möglicher Indikator für eine Schimmelpilzbelastung ist nur sehr eingeschränkt verwendbar, weil viele MVOC auch aus Sekundärquellen (z. B. Baustoffe, Mobiliar, Inventar) stammen können. Eine eindeutige Korrelation zwischen MVOC-Konzentration in der Raumluft und Schimmelpilzbewuchs wurde bisher in der wissenschaftlichen Literatur nicht nachgewiesen.

Der Einsatz von Schimmelpilz-Spürhunden zur Lokalisation eines mikrobiellen Befalls ist nach heutigem Kenntnisstand nicht unmittelbar objektivierbar. Nach Markieren des Hundes muss auf jeden Fall der Umfang und die Relevanz einer mikrobiellen Kontamination bzw. eines Bewuchses für das Gebäude durch weitere mikrobiologische Untersuchungen belegt werden.

Zur Abnahme von Sanierungs- und Instandsetzungsarbeiten werden zunächst mikrobiologische Materialuntersuchungen (d. h. Klebefilmpäparate, Direktmikroskopie) und validierte stoffwechselphysiologische Untersuchungen (ATP-Hygieneprüfung) empfohlen; abschließende raumlufthygienische Freimessungen bieten dann die Möglichkeit, abschließend eine bauübliche mikrobiell-hygienische Bausituation sicherzustellen. Zur Durchführung der hier beschriebenen Methoden sowie zur Bewertung der jeweiligen Ergebnisse wird neben den Ausführungen in Abschnitt 4 auf die entsprechenden Regelwerke wie ISO 16000 und die Leitfäden des Umweltbundesamtes verwiesen.

## 3.2

### Mess- und Berechnungsmethodik der Bausachverständigen

Die von Bausachverständigen durchgeführten Messungen beziehen sich zumeist auf die Feststellung von Feuchtigkeit und Temperatur in und auf Bauteilen sowie auf die Ermittlung von Klimadaten im betroffenen Gebäude, welche dann mit einem Referenzklima oder mit dem Außenklima verglichen werden. Bei der Verwendung von Messgeräten sind deren regelmäßige Kalibrierung sowie die möglichen Messtoleranzen bei der Bewertung zu berücksichtigen. Messmethoden sind hier beispielhaft aufgeführt, deren fallbezogene Auswahl und Anwendung liegt im Verantwortungsbereich des Bausachverständigen.

#### 3.2.1

##### Messung der Bauteilfeuchte

##### 3.2.1.1

##### Elektrische Widerstandsmessung und kapazitive Messung

Zur Tendenzmessung von Material- und Oberflächenfeuchte stehen die elektrische Widerstandsmessung mit Elektroden sowie die kapazitive Messung mit der Kugelkopfsonde zur Verfügung. Vorteil dieser Verfahren ist die schnelle und weitgehend zerstörungsfreie Messung vor Ort. Das Risiko von Fehlmessungen ist allerdings hoch, da bei metallischen Untergründen, salzbelasteten Baustoffen oder unterschiedlichen Baustoffen die Messergebnisse verfälscht werden können;

diese Methoden der Bauteilfeuchtemessung sind daher als rein tendenziell zu bewerten.

##### 3.2.1.2

##### Calciumcarbit-Methode (CM-Methode)

Die Messergebnisse aus der CM-Methode sind nur bauteilzerstörend zu ermitteln und stellen bei der Vor-Ort-Messung ausschließlich die Feuchtesituation im Bereich der jeweiligen Probeentnahmestelle dar. Die erhaltenen Daten entsprechen auch nicht dem tatsächlichen Feuchtigkeitsgehalt der betreffenden Baustoffe, da nur das freie, nicht gebundene Wasser durch chemische Reaktion nachgewiesen wird; auch hier handelt es sich demnach nur um ein eingeschränkt quantitatives Messverfahren.

##### 3.2.1.3

##### Gravimetrische Methode

Im Rahmen der sogenannten Darr-Methode wird die Bauteilfeuchte ebenfalls bauteilzerstörend ermittelt und die Messung bleibt nur auf die jeweilige Probeentnahmestelle beschränkt. Die Darr-Methode ist jedoch die exakteste Art, den Feuchtegehalt eines Baustoffkörpers zu bestimmen und gilt als wissenschaftlich und auch juristisch anerkannt.

##### 3.2.1.4

##### Hygrothermische Methode

Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit in einem luftdicht abgeschotteten Hohlraum (z. B. abgedichteter Bohrkanal) mittels Thermohygrometer.

##### 3.2.1.5

##### Mikrowellen-Messung

Der Einsatz von Mikrowellen zur Feuchtebestimmung erlaubt zerstörungsfreie Messungen in verschiedenen Profiltiefen der Bauteile ohne störende Einflüsse etwaiger Salze. Die Auswertung der Messwerte setzt jedoch spezielle fachliche Kenntnisse und auch entsprechende Erfahrung voraus.

### 3.2.1.6 Neutronen-Messung

Die Neutronensonde kann ebenfalls zur zerstörungsfreien Feuchtemessung bis in eine Tiefe von 30 cm herangezogen werden. Auch bei dieser vergleichsweise aufwendigen Messmethode sind bei der Anwendung und Auswertung spezielle fachliche Kenntnisse sowie auch entsprechende Erfahrungen unbedingt notwendig.

### 3.2.1.7 KRL-Messung

Bei der korrelierenden relativen Luftfeuchtemessung (KRL) wird Probenmaterial entnommen, wobei Einfluss von Wärme zu vermeiden ist. Das Probenmaterial wird möglichst zerkleinert und luftdicht in eine Box oder in einen dichten Beutel verpackt und dort mit einem Luftfeuchtefühler kontinuierlich gemessen. Stellt sich ein einheitlicher Luftfeuchtwert ein, kann bei Baustoffen mit vergleichsweise direkter Änderung des Sorptionsfeuchtegehalts zur relativen Umgebungsfeuchte auf die Materialfeuchte geschlossen werden.

## 3.2.2 Messung der raumklimatischen Bedingungen

### 3.2.2.1 Messung der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit

Das Innenklima eines Gebäudes, die klimatischen Bedingungen auf den umgebenden Bauteilen und das Außenklima werden mithilfe von Thermohygrometern ad hoc bestimmt. Im Rahmen der Messung der Luftfeuchtigkeit wird zwischen dem relativen, auf die Umgebungstemperatur bezogenen, und dem absoluten Feuchtegehalt unterschieden. Mithilfe von Datenloggern oder Thermohygrografen kann in der Heizperiode das Raumklima in von Schimmelpilz gefährdeten oder bereits befallenen Räumlichkeiten über längere Zeiträume gemessen und dokumentiert werden. Durch die zeitgleiche Dokumentation des Außenklimas und der jeweiligen Bauteiltemperatur sind Rückschlüsse auf das Heiz- und Lüftungsverhalten der Nutzer möglich.

### 3.2.2.2 Messung der Oberflächentemperatur

Die Feststellung der Oberflächentemperatur, innen wie außen, erlaubt Rückschlüsse auf den Mindestwärmeschutz außenluftberührender Bauteile eines Gebäudes, einschließlich Wärmebrücken sowie Fehlstellen in der luftdichten Ebene. Zur Bewertung derartiger Messdaten sind jedoch ausreichende Temperaturunterschiede zwischen innen und außen notwendig, sodass derartige Klimamessungen üblicherweise nur während der Heizperiode sinnvoll sind. Neben Thermometern und Anlegefühlern eignen sich für die Messung der Oberflächentemperatur auch Infrarotthermometer oder Wärmebildkameras. Die Messergebnisse sind stets unbedingt auf Plausibilität zu prüfen.

### 3.2.3 Bauphysikalische Messungen

Kurzfristige Ad-hoc-Messungen von Raum- und Außenklimadaten sowie von Oberflächentemperaturen können nicht als absolut verbindliche Grundlage für bauphysikalische Berechnungen (z. B.  $f_{rsi}$ -Wert,  $a_w$ -Wert) herangezogen werden. Hierfür wäre ein stationärer bzw. „eingeschwungener“ Zustand notwendig, der im Regelfall aufgrund natürlicher Tages- und Nachtunterschiede, aber auch aufgrund von sonstigen erheblichen Temperaturschwankungen, auch im Winter, nicht gegeben ist. Bauphysikalische Messungen besitzen daher eher einen tendenziellen oder indiziellen Aussagewert, der eine vorsichtige Annäherung an die tatsächlichen Gegebenheiten ermöglicht. Der Aussagewert kann jedoch geschärft werden, wenn die Ergebnisse mit anderen Erkenntnissen und Erfahrungen kombiniert werden.

So können rechnerische Verfahren, wie das stationäre Glaser-Verfahren oder dynamische Berechnungsprogramme (z. B. Wufi oder Delphi), die Beurteilung der Gefahr von Tauwasser- bzw. Kondensatausfall auf und in einem Gebäudebauteil verbessern. Diese Verfahren beziehen sich jedoch nur auf ungestörte Bauteilflächen; mögliche, verdeckte Fehlstellen in der vorhandenen Konstruktion können bei diesen Berechnungsverfahren nicht erfasst werden.

Die Berechnung des  $a_w$ -Wertes an Oberflächen ist eine weitere Möglichkeit, das Risiko der Bildung von Schimmelpilzbewuchs zu bewerten. Mittels bauphysikalischer Berechnungen kann dieser Wert am konkreten Bauteil (u. a. Wände, Decken etc.) bestimmt und über verschiedene Software-Tools ausgewertet werden. Die rechnerische Bestimmung des  $a_w$ -Wertes bildet jedoch auch nur den theoretischen Zustand ab. Der Sachverständige muss daher die Ergebnisse anhand der konkreten Situation vor Ort auf Plausibilität überprüfen und bewerten; dabei kann auch eine Überprüfung von Wärmebrücken hinsichtlich des Risikos der Bildung von Schimmelpilzen erfolgen.

### **3.2.4 Ergänzende Mess- und Untersuchungsmethoden**

Ergänzend zu den oben beschriebenen Messverfahren können unterstützend die nachfolgend genannten Mess- und Untersuchungsmethoden zur Anwendung kommen:

#### **3.2.4.1 Luftdichtheitsmessungen („Blower-Door-Test“)**

Das Differenzdruckverfahren wird zum Nachweis der Luftdichtheit von Baustellen oder Gebäudehüllen angewandt; so können Fehlstellen in der Luftdichtheitschicht grundsätzlich festgestellt und ggf. auch lokalisiert werden.

#### **3.2.4.2 Wärmebrückenermittlung in der Gebäudehülle (z. B. Thermografie)**

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen ausreichend groß ist (d. h. 10 bis 15 K°) ermöglichen hochwertige Wärmebildkameras durch eine differenzierte Erfassung der Wärmestrahlung das Auffinden von Wärmebrücken und etwaigen Fehlstellen in der luftdichten Ebene.

### **3.2.4.3 Leckageortung an wasserführenden Leitungen**

Leitungswasserschäden sind eine häufige Ursache für Schimmelpilzbewuchs in Gebäuden. Zur zerstörungswarmen Leckageortung gibt es verschiedene Untersuchungsverfahren, u. a. Druckprobe, Einsatz von Spürgas, Videoendoskopie, akustische Messung, Neutronensonde und Oberflächentemperaturmessungen.

#### **3.2.4.4 Überprüfung der Schlagregensicherheit von Außenwänden**

Die Schlagregensicherheit und Durchfeuchtungstendenz von Mauerwerk und Fassaden kann z. B. mithilfe von sogenannten Karsten'schen Prüfröhrchen und die nachfolgende Berechnung des Wasseraufnahmekoeffizienten ( $w$ -Wert) zerstörungsfrei geprüft werden.

### **3.3 Trocknungstechniken der Sanierer**

Fachunternehmen für Gebäudetrocknung verfügen über verschiedene Geräte zur Raumluft- oder Bauteil- bzw. Hohlraumtrocknung (z. B. Kondensationstrockner, Adsorptionstrockner, Infrarottrocknungsplatten, Mikrowellentrockner), um überschüssige Feuchtigkeit aus der schadensgegenständlichen Bausubstanz zu entfernen. Die Trocknungsverfahren sollen schadensmindernd so früh wie möglich eingesetzt werden und sind von den Fachunternehmen so zu wählen bzw. zu kombinieren, dass unbelastete Bauteile und Gebäudebereiche durch einen raschen Trocknungsfortschritt nicht unnötig mikrobiell kontaminiert werden.

#### **3.3.1 Saugverfahren**

Umgangssprachlich wird das Saugverfahren auch als „Vakuumverfahren“ bezeichnet. Die Nässe wird dabei mittelbar oder unmittelbar aus dem Hohlraum (z. B. Dämmschichtebene) gesaugt, gefiltert und die feuchte Luft ins Freie befördert; damit wird die Verbreitung von Sporen und anderen mineralischen wie organischen Partikeln im Rahmen der Trock-

nung zuverlässig verhindert. Die Temperatur und Feuchtigkeit der einströmenden Luft kann dabei jedoch nur begrenzt gesteuert werden, sodass es schwierig ist, mit der so erzeugten Luftströmung alle erforderlichen Flächen und Ebenen zu erreichen.

### 3.3.2 Druckverfahren

Bei diesem Trocknungsverfahren wird entfeuchtete und ggf. temperierte Luft in die Dämmung bzw. Hohlräume (z. B. Holzbalkendecken) eingeblasen, nimmt dort die Nässe in Form von Dampf auf und treibt diesen über Ränder oder Ausgleichsöffnungen in den Raum zurück. Unter Umständen können auf diese Weise auch bereits vorhandene Schadstoffe (z. B. ältere Mineralwollefasern und auch Schimmelpilzsporen) durch die starken Luftbewegungen mobilisiert und so ggf. zusätzlich belastend in den Raum abgegeben werden.

### 3.3.3 Kombiniertes Saug-Druck-Verfahren

Bei diesem Verfahren wird mittels Sorptions-trockner vorkonditionierte Trockenluft in die zu trocknende Konstruktion eingeblasen. In einem mittels Anemometer eingemessenen Abstand wird durch Turbinen die eingebrachte Luft abgesaugt und gefiltert an die Außenluft abgeführt. Zur Vermeidung von Schadstoff- oder Schimmelpilzeinträgen in die Raumluft ist sicherzustellen, dass die eingebrachte Trockenluft sich nicht dem Saugeffekt der Turbine entziehen kann.

### 3.3.4 Sensorgestützte Trocknungssteuerung

Bei diesem Trocknungsverfahren wird bei den eingesetzten Trocknungsgeräten/-anlagen der Trocknungsvorgang mittels Sensortechnik derart gesteuert, dass das gewünschte Trocknungsziel unter Optimierung von Prozessdauer und benötigtem Energieaufwand erreicht wird.

## 4 Feststellungen und Maßnahmen

### 4.1 Grundlagen

Mit Schimmelpilz behaftete bzw. bewachsene Bauteile in Innenräumen müssen im Rahmen einer Sanierung fachgerecht ausgetauscht bzw. instandgesetzt werden. Ziel der Instandsetzung ist die Wiederherstellung des hygienischen und baulichen Zustandes vor Schadenseintritt, d. h. dass

- I kein Schimmelpilzbewuchs mehr vorhanden ist;
- II keine auffällige mikrobiell-organische Kontamination oder biogene Raumluftbelastung verbleibt;
- III keine schadensbedingten Geruchsbelästigungen mehr bestehen;
- IV keine Feuchtebelastung mehr vorhanden ist, die über die nutzungsbedingte Ausgleichsfeuchte hinausgeht sowie
- V die Schadensursache grundlegend beseitigt ist.

Unter einer Schimmelpilzsanierung werden alle Maßnahmen und Tätigkeiten verstanden, die zur Instandsetzung der durch Schimmelpilz belasteten Bauteilflächen im kontaminierten Bereich erforderlich sind. Dazu zählen Sofortmaßnahmen, Dekontamination, Reinigung, Trocknung, Austausch betroffener Baustoffe, Einweisung der Nutzer sowie die Erfolgskontrolle durch Sachverständige. Die Reihenfolge der einzelnen Maßnahmen kann variieren. Für die Durchführung dieser Arbeiten ist ein Instandsetzungskonzept zu erstellen, in dem festgelegt wird, in welchem Umfang und mit welchen Verfahren die schimmelpilzgeschädigten Bauteile zurückzubauen sind und wie der Zustand vor Schadenseintritt in Abstimmung mit dem Auftraggeber herzustellen ist. Das Instandsetzungsziel ist mit dem Instandsetzungskonzept in Schriftform von den Beteiligten zu fixieren und stellt die Grundlage der vertraglichen Vereinbarungen dar. Der Nutzer sollte in angemessenem Rahmen informiert werden.

## 4.2 Feststellung von Schimmelpilzbewuchs

Nach makroskopischer Feststellung (d. h. augenscheinlich erkennbar) von Schimmelpilzbewuchs stellt die unverzügliche Hinzuziehung von sachkundigen Personen sicher, dass rechtzeitig in der richtigen Weise und in angemessenem Umfang die Instandsetzung eingeleitet wird. Die qualifizierte Beurteilung der Schadenssituation vor Ort hat entscheidenden Einfluss auf die gesamte Schadensabwicklung, insbesondere für Schimmelschäden mit höherem Gefährdungspotenzial.

## 4.3 Erstbegehung

Ziel der Erstbegehung ist es, den Schadensumfang abzuschätzen und die von der Schadensstelle möglicherweise ausgehende Gefährdung vorläufig einzuschätzen. Darauf aufbauend sind die nachfolgenden Sofortmaßnahmen festzulegen:

- Vor dem Betreten der Schadensstelle kann es zum Schutz der beteiligten Personen sinnvoll sein alle verfügbaren Informationen einzuholen, die eine vorläufige Gefährdungseinschätzung ermöglichen.
- Dazu gehören Informationen über das Schadensausmaß, die mögliche Schadensursache, Gebäudekonstruktionen, Erstellungsjahr, wesentliche bisherige Instandsetzungen, die Art und Nutzung, die technischen Installationen und im Industriebereich weitergehende Informationen über Produkte, Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe und/oder besondere Gefahrenstoffe und biologische Arbeitsstoffe.
- Vom Ergebnis der vorläufigen Gefährdungseinschätzung sind die für die Erstbegehung zu treffenden erforderlichen Schutzmaßnahmen abzuleiten. In diesem Zusammenhang ist unbedingt die übliche Nutzung zu berücksichtigen; hierbei kann die Einteilung in die bereits erwähnten Nutzungsklassen des UBA im Schimmelleitfaden 2017 eine sinnvolle Hilfe sein.

## 4.4 Sicherung des Schadenbereiches

Aufgrund der allgemeinen Hinweispflicht des Nutzers und der Verkehrssicherungspflicht des Eigentümers des betroffenen Gebäudes ist zur Verhinderung der Gefährdung Dritter der Schadenbereich gegen den nicht betroffenen Bereich abzugrenzen. Dies ist auf verschiedene Arten (siehe auch unter 4.6 Sofortmaßnahmen) möglich.

## 4.5 Beratung durch sachkundige Personen

Vor Beginn der Sanierungsarbeiten sind sowohl hygienische als auch bauliche Bewertungen vorzunehmen und sanierungstechnische Entscheidungen zu treffen, für die Eigentümer und Nutzer des Gebäudes sowie die verantwortlichen Schadensregulierer in der Regel sachkundige Unterstützung durch qualifizierte Sachverständige und/oder Sanierungsunternehmen benötigen.

Die Sanierungsbewertung und Instandsetzungsplanung müssen von sachkundigen Personen durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung und Erfahrung in der Lage sind, die Schadensursache und deren Gefährdungspotenzial zu bewerten. Um eine präzise und zuverlässige Beurteilung des Schadens zu gewährleisten, muss die beauftragte sachkundige Person über eine ausreichende praktische Erfahrung in der Beurteilung von Schimmelschäden verfügen (z. B. Art und Umfang der Probenahme, Bewertung mikrobiologischer Analyseergebnisse etc.). Darüber hinaus sollte die Person sowohl Kenntnisse über die einsetzbaren Arbeitsverfahren als auch über den Arbeits- und Gesundheitsschutz, die TRGS 524 (Schutzmaßnahmen in kontaminierten Bereichen) und die DGUV Information 201-028 (Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung BG Bau 2006) besitzen sowie über Erfahrungen bei der Erstellung von Sanierungskonzepten verfügen.

Bei Schimmelschäden ist es in der Regel notwendig, mit allen am Schadensfall beteiligten Institutionen und Personen in Kontakt zu treten und gemeinsam nachhaltige und vertretbare Lösungskonzepte zu entwickeln. Dazu

gehören ggf. auch präventive Maßnahmen, wie z. B. ein zu änderndes Nutzerverhalten (z. B. Beheizung, Belüftung oder die Nutzung des Gebäudebereiches).

#### 4.6 Sofortmaßnahmen

Im Hinblick auf den Personen- und Umgebungsschutz, eine mögliche Schadensbegrenzung und die Schadensminderungspflicht müssen unter Berücksichtigung etwaiger Zutrittsbeschränkungen (z. B. im Zuge der Ursachenermittlung) in vielen Fällen möglichst kurzfristig sichernde und präventive Sofortmaßnahmen durchgeführt werden. Dazu gehören z. B.:

- Sicherung des Schadenareals gegen den Zutritt Unbefugter;
- Abkapseln der Schadensfläche;
- Abschottungsmaßnahmen (Schwarz-Weiß-Trennung und ggf. Be- und Entlüftung über H 13-Filter und gerichtete Luftführung);
- Trocknungsmaßnahmen (natürliche und technische Trocknung);
- Empfehlungen zur weiteren Nutzung.

Vor Durchführung der Sofortmaßnahmen ist eine Gefährdungsbeurteilung gemäß der in Abschnitt 4.5 genannten, einschlägigen Regelwerke für die dabei vorgesehenen Tätigkeiten durchzuführen.

#### 4.7 Einteilung der Schadensfälle in Schadenstypen nach Ursache

Bagatellschäden sind Schimmelpilzschäden mit räumlich eng begrenzter Ausdehnung, die nach Klärung der Ursache ohne größeren Aufwand beseitigt werden können.

Hinsichtlich der Ursache werden sanierungsrelevante Schäden wie folgt unterschieden:

##### Schadenstyp I

Kondenswasserschaden (d. h. hauptsächlich Feuchtigkeit an der Bauteiloberfläche und in oberflächennahen Schichten) nach Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Oberfläche und/oder als Folge zu hoher Luft-

feuchtigkeit bei überwiegend oberflächlichem Schimmelpilzbewuchs.

##### Schadenstyp II

Durchfeuchtungsschaden aufgrund einer Havarie, eines bestimmungswidrigen Wassereintritts oder noch erhöhter Neubaufeuchte (d. h. Feuchtigkeit im Bauteil) aufgrund durchdringender Feuchtigkeit mit flächiger und häufig auch in tiefere Schichten eindringender Schimmelpilzbildung, die überwiegend nutzerunabhängig auftritt.

Zur Einteilung der beteiligten Schadenstypen kann es erforderlich sein, weitere sachkundige Personen einzuschalten, die die Ursache des Schadens umfassend bewerten können.

#### 4.8 Schadensausmaß

Es wird zwischen Bagatellschäden (z. B. schimmelbehaftete Dichtfugen, Fliesen oder Glasscheiben), die ohne weitere sachkundige Begleitung beseitigt werden können, und sanierungsrelevanten Schäden, die eine fachlich fundierte Begleitung benötigen, unterschieden. Eine grundsätzliche Einteilung in Kategorien mit festen Unter- und Obergrenzen ist nicht ohne weiteres möglich. Das Schadensausmaß ist sachkundig zu dokumentieren und zu beurteilen; die im UBA Schimmelleitfaden 2017 (Seite 113, Tabelle 8) genannten Schadenkategorien können dabei Hilfestellung geben.

#### 4.9 Einteilung mehrerer Arbeitsbereiche im Schadensbereich

Ein Arbeitsbereich ist ein räumlich und organisatorisch begrenzter Teil des Schadensbereiches, in dem Tätigkeiten zur Schimmelpilzsanierung durchgeführt werden. Die Einteilung in Arbeitsbereiche erfolgt durch die Verknüpfung der nach Abschnitt 4.7 festgelegten Schadenstypen, des Schadensausmaßes und der räumlichen Gliederung des Schadensobjektes.

Es wird in der Praxis immer so sein, dass in Abhängigkeit von den vorhandenen Schäden die verschiedenen Objektbereiche des betref-

fenden Gebäudes unterschiedlich stark belastet sind. Im Zuge der Sanierungsplanung ist die Einteilung der Arbeitsbereiche durchzuführen und während der Sanierung laufend anzupassen.

#### **4.10 Arbeits- und Sicherheitsplan (A- u. S-Plan)**

Ausgehend von der Einteilung in Arbeitsbereiche sind die der Schimmelpilzsanierung vorangehenden Arbeitsverfahren und Tätigkeiten aufeinander abzustimmen. Auf Grundlage einer sachkundigen Ermittlung und Bewertung der mit der vorgesehenen Arbeit verbundenen Gefährdung sind tätigkeitsbezogene Arbeitsschutzmaßnahmen festzulegen; darüber hinaus sind auch die allgemeinen Grundsätze des Arbeitsschutzes zu berücksichtigen.

Maßnahmen zum Personen- und Umgebungsschutz sollten in qualifizierten Ausschreibungen, Angeboten und Abrechnungen als solche deutlich ausgewiesen sein. Die Sanierungs- und Entsorgungsarbeiten sind, ggf. unter Kontrolle eines Sachverständigen, auf Grundlage dieser Planungsunterlagen durchzuführen. Werden bei der Sanierung von Schimmelpilzschäden verschiedene Firmen tätig, sind ggf. Koordinierungspflichten durch den Auftraggeber sowie der einzelnen Unternehmer zu beachten. Diese Koordinierungspflichten ergeben sich u. a. aus dem Arbeitsschutzgesetz, der Betriebssicherheitsverordnung, der Biostoff- und Gefahrstoffverordnung, der Baustellenverordnung und in Anlehnung an die DGUV-Regel 101-004 – Kontaminierte Bereiche (bisher: BGR 128). Die Planung und Durchführung der Instandsetzungsmaßnahmen sind zu dokumentieren (siehe Sanierungsprotokoll in Anlage 3).

## **5 Gefährdungsbereiche**

Die Einteilung in Gefährdungsbereiche hat grundsätzlich Bedeutung für die Arbeitssicherheit der an der Sanierung beteiligten Personen. Die Ableitung einer möglichen Gesundheitsgefährdung für den Gebäudenutzer kann daraus nicht unmittelbar erfolgen und muss separat beurteilt werden. Es ist zwi-

schen Arbeitsbereichen (Schwarzbereich), die vom Nutzer nicht betreten werden dürfen, und den Nutzungsflächen (Weißbereich) zu unterscheiden.

### **5.1 Definition der Sanierungsbereiche und Gefährdungsbeurteilung**

Der Sanierungsbereich ist ein räumlich abgetrennter Gebäudebereich, der durch Schimmelpilze belastet ist. Durch mikrobiologische Untersuchungen können Daten herangezogen werden, die es ermöglichen, das Schadensausmaß über die augenscheinliche Wahrnehmung hinaus einzuschätzen. Das kann durch den Mikrobiologen vor Ort und/oder durch die Auswertung standardisiert und dokumentiert entnommener Baustoffproben in qualifizierten Laboren erfolgen. Eine Einteilung in die Gefährungsklasse 0 bis III wird nach DGUV 201-028 entsprechend der während der Sanierungsmaßnahme zu erwartenden Schimmelpilzbelastung in Abhängigkeit vom Sanierungsverfahren und der Dauer der Tätigkeit vorgenommen. Die Gefährungsklasse ist die Grundlage für die Festsetzung der notwendigen Schutzmaßnahmen. Für die Festlegung nach DGUV 201-028 sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

GK 0 Ohne besondere Gefährdung

GK I Mäßige Freisetzung von Staub und Sporen, Tätigkeitsdauer < 2 Std.

GK II Mäßige Freisetzung von Staub und Sporen, Tätigkeitsdauer > 2 Std.

GK III Stark staubintensive Arbeitsverfahren ohne z. B. wirksame lokale Absaugung

Die erforderlichen Schutzmaßnahmen richten sich nach den in der Handlungsanleitung DGUV 201-028 der BG Bau detailliert beschriebenen Maßnahmen, abgestimmt auf die jeweiligen Gefährungsklassen für den Personen- und Umgebungsschutz. Diese Gefährungsklassen beziehen sich auf den Arbeitsschutz; darüber hinaus müssen Auswirkungen auf die Nutzer und ggf. sonstige beteiligte Personen berücksichtigt werden.

## 5.2

### Ausdehnung des kontaminierten Bereiches

Um eine Ausdehnung des kontaminierten Bereiches zu verhindern und den Schaden nicht unnötig zu vergrößern, ist es wichtig, eine Voreinschätzung der örtlichen Gegebenheiten (Objekt und Person), des Schadenausmaßes, der davon ausgehenden Gefahren und der Folgen vorzunehmen. Daraus resultieren die notwendigen sowie möglichen Maßnahmen, um die räumliche Verschleppung von Schimmelpilzbestandteilen zu verhindern.

Lüftungsmaßnahmen (manuell über Fenster oder technisch über Filtereinrichtungen), Abschottung der Schadensfläche, Abdeckung oder sichere Verbringung des Inventars, staubdichte Raumabtrennungen, Arbeitsbereichabtrennung über Schleusen, Schwarz-/Weiß-Bereiche, Luftfilterung, gerichtete Luftführung im Schadensbereich, Sicherung der Lauf-/Arbeitswege, Trocknung, unmittelbare Verbringung schimmelpilzbehafteter Baustoffe nach außen sowie Zugangssperre. Die präventiven Maßnahmen müssen an die örtliche Situation durch eine sachkundige Person individuell angepasst werden. Bezüglich der technischen Trocknung muss geprüft werden, ob diese ohne unkontrollierbare Belastung weiterer Bereiche möglich ist. Hierbei muss der Gesamttablauf der Sanierung berücksichtigt werden. Spezialisierte Unternehmen stellen angepasste Methoden, Verfahren und extra geschultes Personal zur Verfügung, was eine technische Trocknung meist auch bei höherer Gefährdungslage und Komplexität möglich macht.

## 5.3

### Hinzuziehung von weiteren Sachverständigen

Unabhängig von der wirtschaftlichen Bedeutung eines Schadensbildes kann es zur Bewertung der schimmelpilzbedingten Gefahren im Schadenbereich für die Verantwortlichen notwendig sein, verschiedene Sachverständige zur Beratung heranzuziehen. Die Auswahl der entsprechenden Sachverständigen ist fallbezogen in Abhängigkeit von den vorhandenen Gefahren zu treffen (z. B. statische Gefährdungen durch länger andauernde

Feuchtebelastungen in baukonstruktiven Teilen, mikrobiell-bedingte Schadensprozesse an Baustoffen). Die Bewertung möglicher mikrobiell-hygienischer Belastungen sollte ggf. von entsprechend medizinisch sachkundigen Personen vorgenommen werden (AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie, 2016). Bei Auftreten von Hausfäule- und Bauholzpilzen sollten Sachverständige für Holz- und Bautenschutz einbezogen werden.

## 6

### Instandsetzung

Die Instandsetzung von Schimmelpilzschäden gliedert sich in nachstehende Einzelschritte; sie können in der Reihenfolge variieren und sind ggf. nicht alle zwingend erforderlich:

- Ursachenbeseitigung
- Baustelleneinrichtung
- Schutzmaßnahmen
- Einweisung der beteiligten Personen
- Räumarbeiten
- Rückbau
- Entsorgung
- Hygienische Intensivreinigung
- Technische Trocknung
- Feinreinigung
- Erfolgskontrolle (Abschnitt 7.1)
- Abbau der Schutzmaßnahmen
- Wiederherstellung
- Abnahme (Abschnitt 7.3)

### 6.1

#### Ursachenbeseitigung

Die Ursache für den Feuchteschaden bzw. das Schimmelpilzwachstum sollte, soweit wie möglich, unmittelbar festgestellt und beseitigt werden; unter Umständen muss dabei die Ursachensuche in den Verlauf der Sanierung eingeplant werden.

### 6.2

#### Baustelleneinrichtung

Wenn der Zugang des Schadenbereiches nicht direkt möglich ist, sollte der Arbeitsbereich mit Werkzeugen, Material und Gerätschaften so eingerichtet werden, dass die

Frequentierung der übrigen, nicht betroffenen Nutzungsbereiche minimiert wird.

### **6.3 Schutzmaßnahmen**

Maßnahmen hinsichtlich des Schutzes von Personen und Gebäuden, Nutzungseinschränkungen, Sicherheitsvorkehrungen und Maßnahmen zur Minimierung der Ausdehnung von kontaminierten Bereichen sind entsprechend DGUV 201-028 zu treffen.

### **6.4 Einweisung der beteiligten Personen**

Nutzer und Personen, die die Baustelle betreten oder sich im direkten Umfeld aufhalten, müssen in die Nutzungseinschränkungen und Sicherheitsvorkehrungen (PSA) im Gefahrenbereich eingewiesen werden. Das ausführende Fachpersonal muss über die baustellen-spezifischen Arbeitssicherheitsmaßnahmen und, falls erforderlich, in ein spezifisches Vorgehen bei den Sanierungsschritten zur Minimierung der Partikelexpansion und unkontrollierten Schimmelverbreitung eingewiesen werden.

### **6.5 Räumarbeiten**

Arbeitsbereiche sind freizuräumen und die umliegenden Nutzungsbereiche sowie unbewegliches Inventar sind durch staubdichte Abdeckung, Abschottung oder Einpacken zu schützen. Bei vermeintlicher Kontamination des Inventars sollte dieses zur Vermeidung der Verbreitung von Sporen oder sonstigen Pilzbestandteilen vor dem Ausräumen fachgerecht gereinigt werden oder auf direktem Wege in den Außenbereich verbracht und dort gereinigt oder entsorgt werden. Wenn der Transport durch nicht kontaminierte Bereiche erfolgen muss, sollte das Inventar vorher verpackt werden. Schimmelpilzbefallene Textilien oder ähnliche Gegenstände sind zu entsorgen; bei ausschließlicher Kontamination durch Pilzsporen oder andere mikrobielle Bestandteile können textile Gegenstände durch Waschen oder gründliches Absaugen gereinigt und erhalten werden.

### **6.6 Rückbau**

Bei Rückbau-, Abbruch- und Transportarbeiten muss die Staubbelastung auf ein Minimum reduziert werden; dabei ist der allgemeine Staubgrenzwert nach TRGS 900 einzuhalten. Dies gilt nicht nur für die mögliche Verschleppung etwaiger mikrobieller Partikel in nicht kontaminierte Bereiche, sondern dient auch dem Schutz des Sanierungspersonals sowie der Bewohner. Die Arbeiten sind unter Einhaltung der notwendigen Schutzmaßnahmen gemäß DGUV 201-028 ggf. bei erhöhtem Luftwechsel sowie unter Einsatz von HEPA-Luftwäschern (Filter H12/13 entsprechend DIN EN 60335-2-69) durchzuführen. Schimmelpilzbelastete Wandverkleidungen (z. B. Tapete) sind nass abzulösen und zu entsorgen. Sind (unterliegende) Putzschichten nachweislich schimmelpilzbehaftet oder stark beschädigt, sollten sie staubmindernd abgetragen (z. B. Putzfräsen mit Absaugung) oder komplett entfernt werden. Feuchtegeschädigte, organische Baustoffe (z. B. Gipskarton oder Holzfaserplatten), die häufig tiefergehend befallen sein können, sind entsprechend des nachweislichen Schimmelpilzbewuchses zu entfernen. Bei massiven Holzbauteilen ist in der Regel ein staubarmer, oberflächlicher Abtrag ausreichend; etwaig verbleibende Verfärbungen von Bläuepilzen gehen auf biogene Pigmente (z. B. Melanin) im Holz zurück und sind hygienisch wie auch materialtechnisch nicht relevant. Bei oberflächlichem Befall von Baustoffen ist abzuwägen, ob eine hygienische Intensivreinigung unter Einsatz von oberflächenaktiven und/oder oxidativen, rückstandsfreien Mitteln (z. B. Isopropanol, Wasserstoffperoxid) möglich und vertretbar ist oder ein Rückbau hygienisch sicherer und ökonomisch sinnvoller erscheint. Dies gilt insbesondere für Objektbereiche, bei denen die Entfernung schimmelpilzbehafteter Baustoffe unverhältnismäßig oder schwer realisierbar ist (u. a. unzugängliche Hohlräume, unverrückbare Aufbauten und Konstruktionen); hier können auch geeignete Methoden zur dauerhaften Abschottung ein Sanierungsziel darstellen.

## 6.7

### Entsorgung

Die entfernten schimmelpilzbehafteten Baustoffe sowie sonstige kontaminierte Gegenstände und Inventar sind auf direktem Wege nach außen zu verbringen oder staubdicht verpackt abzutransportieren. Eine Minimierung der Staubbelastungen sollte durch den Einsatz entsprechender Hilfsmittel, wie äußerlich gereinigte Behälter, saubere Transportmittel oder unbelastete Arbeitskleidung bzw. Schutzkleidung, unterstützt werden.

## 6.8

### Feinreinigung und hygienische Intensivreinigung

Die nach Rückbau verbleibenden, in der Regel noch kontaminierten Bauteiloberflächen müssen einer Feinreinigung unterzogen werden; dabei sind alle Oberflächen, d. h. auch die nicht ohne Weiteres zugänglichen Flächen hinter Einbauten, Nischen, Ecken, Schleusen, Abschottungen und angrenzende Bereiche, nach Möglichkeit einzubeziehen. Je nach Beschaffenheit der jeweiligen Bauteiloberflächen erfolgt die Reinigung durch Absaugen mit leistungsfähigen Saugern der H-Klasse (Filterklasse H 13, entsprechend DIN EN 60335-2-69) unter Einsatz entsprechender Aufsätze oder durch eine feuchte Reinigung, z. B. mittels Wischverfahren; in der Regel reichen dafür Neutralreiniger oder entspanntes Wasser aus.

Ziel der Feinreinigung ist die weitestgehende Entfernung sämtlicher Stäube, Schimmelpilzbestandteile und sonstiger mikrobieller Partikel bis auf eine übliche Hintergrundbelastung. In der Baupraxis gelingt trotz sorgfältigen Arbeitens und Einsatzes von leistungsfähigen Gerätschaften die Entfernung sämtlicher relevanter Partikel aufgrund der Oberflächenstruktur der Baustoffe und dem „Anhaften“ bzw. „Verzahnen“ von Partikeln nur bedingt. Durch die Arbeitsvorgänge lassen sich zudem erhebliche Luftbewegungen und Partikelaufrührungen mit nachträglicher Sedimentation trotz mehrerer Saugvorgänge nicht immer vermeiden.

In Sanierungsfällen, bei denen Baustoffe und Konstruktionen erhalten werden müssen bzw. sollen, die Entfernung der Bauteile unverhältnismäßig ist bzw. Zugänge zu Objektbereichen und Hohlräumen baulich oder aus sonstigen Gründen nicht realisiert werden können, kann es sinnvoll sein, im Rahmen einer hygienischen Intensivreinigung begleitend oberflächenaktive und/oder oxidative, rückstandsfreie Mittel auf Basis von Wasserstoffperoxid oder – bei kleineren Sanierungsbereichen – auch medizinischem Alkohol (d. h. 70 % Isoopropanol) einzusetzen. Bei diesen sowie weiteren immer wieder angebotenen Mitteln ist unbedingt auf deren individuelle Eignung für den Einsatzzweck sowie auf die Baustoffverträglichkeit und die Arbeitssicherheit zu achten. Der Einsatz von persistenten, bioziden Wirkstoffen (u. a. quaternäre Ammoniumverbindungen, Aldehyde etc.) sollte aufgrund potenzieller Rückstände unterbleiben.

## 6.9

### Technische Gebäudetrocknung

Mit der technischen Gebäudetrocknung sollte nach Möglichkeit sofort bzw. kurzfristig nach Eintritt des Feuchteschadens begonnen werden, sodass etwaige Materialschäden aufgrund der Feuchteeinwirkung und hygienischen Belastungen durch Schimmelpilzwachstum möglichst eingeschränkt oder vermieden werden. Grundsätzlich können die meisten Arten von Baustoffoberflächen, Hohlräumen und Dämmschichten in Boden, Wand, Decken und ähnlichen Konstruktionen getrocknet werden; Schüttungen oder schwer zugängliche Bauteile können bei den Trocknungen jedoch Schwierigkeiten bereiten. Der Zeitpunkt des Trocknungsbeginns kann vom Schadensumfang und dem daraus folgenden Ablauf der gesamten Instandsetzung abhängen. Bei technisch unmittelbar notwendigen Trocknungsmaßnahmen muss geprüft werden, ob andere Bereiche tangiert werden und ob die Trocknung ohne unkontrollierte Kontamination weiterer Bauteiloberflächen möglich ist. Es gibt Unternehmen, die sich auf solche Maßnahmen spezialisiert haben und mit speziellen Methoden, Verfahren und explizit geschultem Personal eine technische Trocknung, meist auch bei höherer Gefährdungslage und Komplexität, ermöglichen.

## 6.10 Erfolgskontrolle

Art und Umfang der Erfolgskontrolle sind abhängig vom Schadensausmaß und der vor Instandsetzung gegebenen hygienischen Bedingungen der betreffenden Objekteinheit, der Gefährdungsklasse sowie der Nutzung oder etwaiger besonderer Vereinbarungen der Beteiligten (siehe Abschnitt 7.1).

## 6.11 Abbau der Schutzmaßnahmen

Nach erfolgreicher visueller und mikrobiologischer Sanierungskontrolle sowie Freigabe durch die Verantwortlichen können die Schutzmaßnahmen abgebaut werden. Unter Umständen kann an Übergangsstellen zwischen Sanierungs- und dem übrigen Nutzungsbereich eine weitere Nachreinigung notwendig sein (siehe Abschnitt 6.7).

## 6.12 Wiederherstellung

Nach Abtrocknung und Erfolgskontrolle der Sanierungsbereiche können die Wiederherstellungsmaßnahmen vorgenommen werden. In feuchtegefährdeten Objektbereichen kann durch den Einsatz basischer, offenporiger und feuchtesorptiver Wandbeschichtungen (z. B. kalkbasierte Putze und Schlämme) das Risiko für einen erneuten mikrobiellen Befall deutlich vermindert werden.

## 6.13 Abnahme

Nach der förmlichen Abnahme (siehe Abschnitt 7.3) kann das gereinigte oder notwendigerweise erneuerte Inventar eingeräumt und die Nutzung wieder aufgenommen werden.

## 7 Abnahmekontrolle

Der Abschluss der Instandsetzung erfolgt über die gemeinsame Feststellung der fertigen Leistung durch den Besteller und das Sanierungsunternehmen. Diese Abnahme bezieht sich auf den vorher vertraglich verein-

barten Leistungsumfang bzw. das dabei festgelegte Sanierungsziel. Es wird empfohlen, je nach Sanierungsumfang nach einzelnen Arbeitsschritten auch Zwischenabnahmen durchzuführen und etwaige nicht bearbeitete Altschäden zu dokumentieren (WTA-Merkblatt 4-12, 2021).

## 7.1 Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle ist in der Regel unmittelbar nach der Feinreinigung und vor Beginn der Wiederherstellung durchzuführen. Zusätzliche raumlufthygienische Kontrollmessungen können je nach den baulichen Bedingungen bzw. den Anforderungen des Bestellers auch nach der Wiederherstellung des Gebäudebereiches erfolgen. Der Umfang der Erfolgskontrolle ist abhängig vom Schadensausmaß und der vor Instandsetzung aufgetretenen Kontamination der Nutzungseinheit, der Nutzung und der Gefährdungsklasse (GK analog zur DGUV 201-028/Leitfaden UBA 2017, siehe auch Abschnitt 5.1).

Es gibt die folgenden Mindestanforderungen:

GK 0 Keine Erfolgskontrolle erforderlich

GK I Sichtkontrolle sowie ggf. Sanierungskontrollmessung

GK II Sichtkontrolle sowie ggf. Sanierungskontrollmessung

GK III Sichtkontrolle und Sanierungskontrollmessung

Art und Weise sowie Umfang der materialmikrobiologischen Kontrolluntersuchungen und raumlufthygienischen Freimessungen sind zwischen den Vertragsparteien zu vereinbaren.

### 7.1.1 Sichtkontrolle

Bei der Sichtkontrolle wird überprüft, ob – wie vereinbart – im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten die notwendigen Abschottungsmaßnahmen eingehalten, die mit Schimmelpilz belasteten Baustoffe ausreichend entfernt, etwaige schadensbedingte Geruchsbelastun-

gen beseitigt, die Schadensursache behoben und die abschließenden Feinreinigungsmaßnahmen erfolgreich durchgeführt wurden.

### 7.1.2 Sanierungskontrollmessung

Art und Umfang bautechnischer und mikrobiologischer Kontrollmessungen sind durch eine sachkundige Person festzulegen; dabei sind Selbstüberprüfungen durch den Sanierer nicht zu empfehlen. Durch die Sanierungskontrollmessungen wird überprüft, ob die erhöhte Feuchtebelastung in den sanierten Baubereichen durch Trocknung ausreichend beseitigt und der Rückbau schimmelpilzbelasteter Baustoffe sowie die nachfolgende Feinreinigung erfolgreich durchgeführt wurden. Die formale Abnahme einer Instandsetzungsmaßnahme kann erst erfolgen, wenn die Ergebnisse der Sanierungskontrollmessung vorliegen und die Wiederherstellung eines gebrauchstüblichen Zustandes des sanierten Gebäudebereiches in hygienischer und baulicher Sicht bestätigt werden kann. Diesbezüglich gibt es die nachfolgenden methodischen Ansätze, die alle ihre Vor- und Nachteile aufweisen und für die es aktuell keine verbindlichen Bewertungsmaßstäbe gibt.

#### 7.1.2.1 Materialfeuchtemessungen

Zur Prüfung der erfolgreichen Trocknung ist der verbleibende Feuchtigkeitsgehalt in und auf den betreffenden Bauteilen zu bestimmen (siehe Abschnitt 3.2). Der Nachweis der Beseitigung der Schadensursache kann ebenfalls durch Messung der Materialfeuchte erfolgen.

#### 7.1.2.2 Materialmikrobiologische Untersuchungen

Zur Kontrolle eines ausreichenden Rückbaus schimmelpilzbelasteter Baustoffe können mikroskopische Analysen (Klebefilmpräparate gemäß VDI 4300, Blatt 13) wie auch ergänzend stoffwechselphysiologische Untersuchungen (ATP-Hygieneprüfung) durchgeführt werden. Diese Methoden setzen in der Anwendung einschlägige Erfahrungen des mik-

robiologischen Labors und in der Bewertung eine ausreichende Validierung voraus.

Die Anwendung von Abklatsch- und Wischproben von Bauteiloberflächen zur quantitativen Kultivierung wachstumsfähiger Keime als mikrobiologische Sanierungskontrollmessung ist aufgrund der niemals sicheren Differenzierbarkeit zwischen einer Kontamination durch sedimentierte Anflugsporen und verbleibende mikrobielle Befallsherde nicht geeignet; entsprechend qualitative Aussagen sind deshalb nur in Ausnahmefällen möglich.

#### 7.1.2.3 Raumlufthygienische Untersuchungen

Zur Prüfung der Feinreinigungsmaßnahmen können Kontrollmessungen gemäß WTA-Merkblatt 4-12-21, Ausgabe 05.2021/D, idealerweise vor Wiederherstellung im Abschottungsbereich als Partikelsammlung (Bestimmung der Gesamtsporenanzahl) und ergänzend als Luftkeimsammlung (Lebendkeim) jeweils mit Mobilisierung oder, falls nicht anders möglich, nach Wiederherstellung als Luftkeimsammlung und/oder Partikelsammlung (Gesamtsporen) mit Mobilisierung durchgeführt werden. Diese Messungen können, je nach den baulichen Gegebenheiten, des Weiteren unter zwei alternativen Randbedingungen verglichen werden:

- Messung gegen Außenluft als differenzierter Referenzwert;
- Messungen gegen ungeschädigte Vergleichsräume im selben Gebäude mit gleicher Nutzung, gleicher Bauweise und gleichen Randbedingungen.

MVOC-Messungen können aufgrund der chemischen Persistenz einiger dieser Verbindungen nicht zur Erfolgskontrolle herangezogen werden; außerdem werden hierdurch die hygienisch relevanteren Sporen oder Zellfragmente der Mikroorganismen nicht erfasst. Bei besonderen medizinischen Erfordernissen können weitere ergänzende Sanierungskontrollmessungen notwendig sein.

## 7.2 Flankierende Prüfungen

Offenkundige, sichtbare Schäden an der Leistung von Nebengewerken oder am Bauwerk, die durch die Arbeiten bei der Schimmelpilzentfernung entstanden sein können, sind zu protokollieren.

## 7.3 Förmliche Abnahme

Es wird empfohlen, bei Abschluss der Instandsetzung durch ein gemeinsames Feststellen der Leistung des Bestellers und Unternehmers die Abnahme förmlich durch Erstellen eines Abnahmeprotokolls zu erklären; diese Abnahme bezieht sich auf den vorher vertraglich vereinbarten Leistungsumfang.

## 8 Literatur

- [1] Aachener Bausachverständigentage 2003, Leckstellen in Bauteilen, 2003
- [2] AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“, AWMF-Register-Nr. 161/001 (2016)
- [3] BG Bau: Handlungsanleitung, Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (DGUV Information 201-028, früher BGI 858), 2017
- [4] DIN 18195, Bauwerksabdichtung. Die DIN 18195 wurde 2017 zurückgezogen und als reine Begriffsnorm neu herausgegeben.  
Neue Abdichtungsnormen seit 2017:  
DIN 18531 Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen  
DIN 18532 Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton  
DIN 18533 Abdichtung von erdberührten Bauteilen  
DIN 18534 Abdichtung von Innenräumen
- DIN 18535 Abdichtung von Behältern und Becken
- [5] DIN 4108-2, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, 2013-02
- [6] DIN EN ISO 10211 Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen, Ausgabe April 2008
- [7] DIN EN ISO 16000-17: 2010-06, Innenraumluftverunreinigungen – Teil 17: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Kultivierungsverfahren
- [8] DIN EN ISO 16000-18: 2012-01, Innenraumluftverunreinigungen – Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Impaktion
- [9] DIN EN ISO 16000-19:2014-12, Innenraumluftverunreinigungen – Teil 19: Probenahmestrategie für Schimmelpilze
- [10] DIN EN ISO 16000-20: 2015-11, Innenraumluftverunreinigungen – Teil 20: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Bestimmung der Gesamtsporenanzahl
- [11] DIN EN ISO 16000-21: 2014-05, Innenraumluftverunreinigungen – Teil 21: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme von Materialien
- [12] LGA Baden-Württemberg, Schimmelpilze in Innenräumen: Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement, 2001 (überarbeitet Dezember 2004)
- [13] Oswald, R., Ursachenbaum, in: Aachener Bausachverständigentage, 2003
- [14] Robert-Koch-Institut, Schimmelbelastung in Innenräumen – Befunderhebung, gesundheitliche Bewertung und Maßnahmen, Bundesgesundheitsblatt, Vol. 50, Nr. 10, 2007

- [15] TRGS 524, Schutzmaßnahmen in kontaminierten Bereichen, BMAS 02.2010.
- [16] Umweltbundesamt, Leitfaden – Zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden, 2017
- [17] Umweltbundesamt, Leitfaden – Zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden, Anlage 6: Handlungsempfehlung zur Beurteilung von Feuchteschäden in Fußböden, 2017
- [18] VDI 4300, Blatt 13, Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Durchführung mikroskopischer Analysen von Materialproben zur Beurteilung von mikrobiellem Wachstum, Entwurf
- [19] VdS 3151, Richtlinien zur Schimmelpilzsanierung nach Leitungswasserschäden, GDV, 2020-03
- [20] Warscheid, Th., Schimmel ohne Auswirkungen kann bleiben. 45. Aachener Bausachverständigentage, AiBau2019
- [21] WTA-Merkblatt 4-12-16, Ausgabe 5-2021/D, Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen
- [22] WTA-Merkblatt 6-3-05, Ausgabe 2.2007/D, Rechnerische Prognose des Schimmelpilzwachstumsrisikos
- [23] Zöller, M., Sous, S. und Warscheid, Th., Schimmelinstandsetzung durch Abschottung in Innenräumen, Der Bausachverständige 2, 2019, Seite 32 bis 39

## **9 Anlagen**

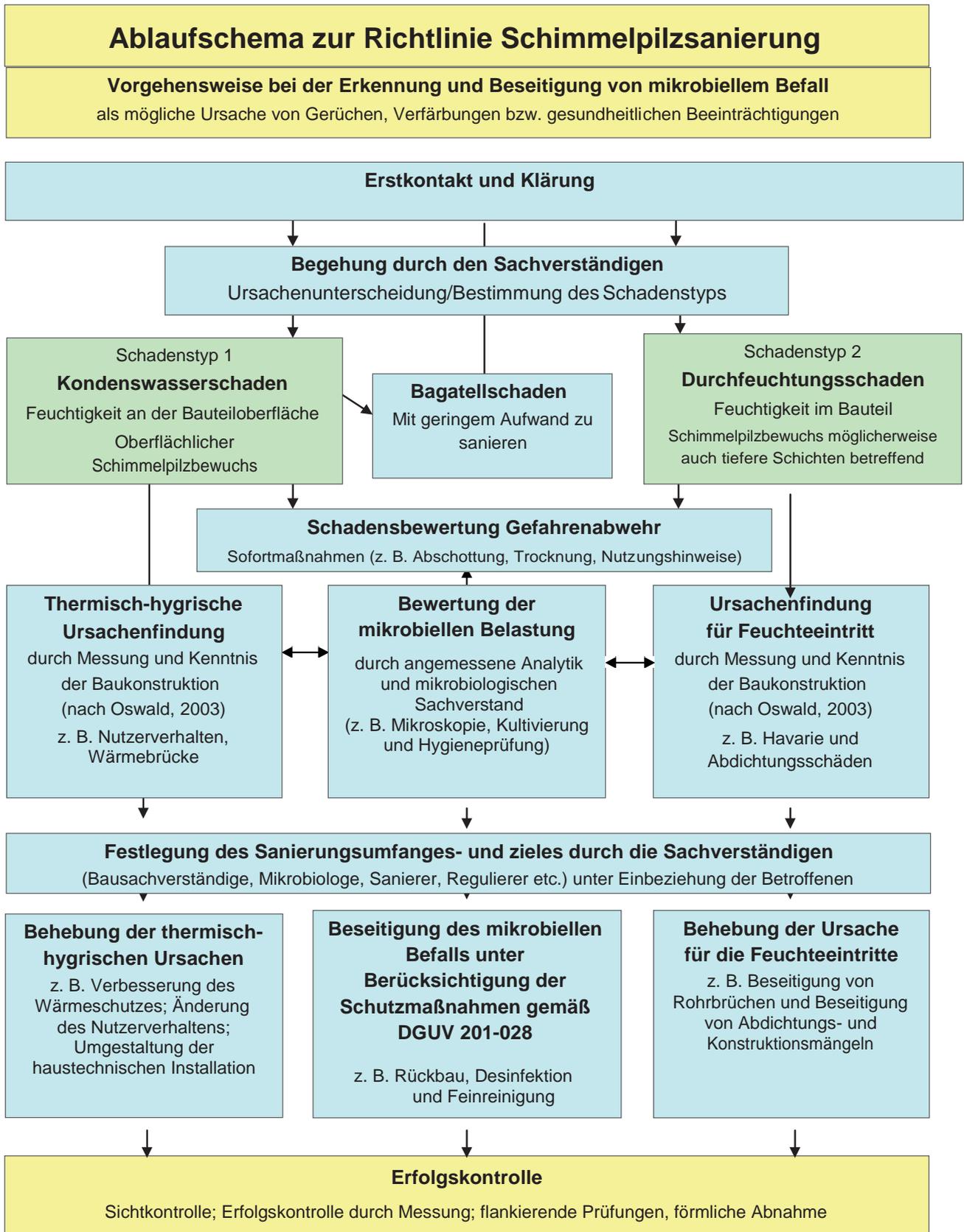
Anlage 1: Ablaufschema zur Richtlinie Schimmelpilzsanierung

Anlage 2: Glossar

Anlage 3: Sanierungsprotokoll

Anlage 4: Mikrobiologische Probenahme, Analyseverfahren und Bewertung

**Anlage 1**



## Anlage 2

### Glossar

Abdichtung	Maßnahmen zum Schutz gegen eindringendes Wasser in flüssiger Form
Abklatschprobe	Bei einer Abklatschprobe werden mittels Nährböden an einer Bauteiloberfläche Kontaktproben entnommen. Abklatschproben werden in der Regel zum Nachweis von mikrobiellen Kontaminationen (nicht Bewuchs!) bei lebensmittelrelevanten und medizinischen Hygieneüberprüfungen eingesetzt. Aufgrund der ubiquitären Verbreitung von Anflugsporen können bei der Sanierungskontrolle falsch positive Befunde auftreten. Eine sichere Differenzierung zwischen Kontamination und Bewuchs ist mit dieser Methode nicht möglich.
Abnahme	Entgegennahme der vereinbarten Leistung durch den Auftraggeber
Abschottung	Trennung der mit Schimmelpilz belasteten von den unbelasteten Bereichen durch geeignete Maßnahmen (auch Schwarz-Weiß-Trennung genannt)
Absolute Luftfeuchte	Menge an Wasser in einem Kubikmeter Luft, meist in Gramm je Kubikmeter angegeben (g/m <sup>3</sup> )
Actinobacteria/Aktinobakterien, Actinomyceten/Aktionomyzeten	Aktinobakterien ist der deutsche Begriff für die Klasse Actinobacteria, der im Jahre 1997 vorgeschlagen wurde, um die große morphologische Diversität der bis zu diesem Zeitpunkt auch als „Aktinomyzeten“ bezeichneten Bakteriengruppe zu berücksichtigen. Aktinomyzeten: Ein mikrobiologischer Parameter für die Praxis, der die auf den Nähragarplatten leicht zu erkennenden myzelbildenden Aktinobakterien umfasst.
Adsorptionstrocknung	Trocknungsverfahren, bei dem die Raumluft mittels Sorptionsrotor getrocknet wird. Die Raumluft wird durch eine Trommel mit einer wabenförmigen Struktur geleitet, deren Oberflächen mit feuchtigkeitaufnehmenden Substanzen beschichtet sind, die der vorbeiströmenden Luft die Feuchtigkeit entziehen.
Alkalische Baustoffe	Alkalisch oder auch basisch nennt man den Zustand über pH 7 bis 14. Der pH-Wert alkalischer Baustoffe wie Kalk, Kalkstein, Zement oder Beton liegt im Allgemeinen über pH 8.
Allergene Wirkung	Allergene Wirkung definiert sich aus folgenden Begriffen: <b>Überempfindlichkeit:</b> eine das normale Maß übersteigende Reizbeantwortung; <b>Sensibilisierung:</b> Allergiebereitschaft, d. h. erhöhte Empfindlichkeit nach wiederholtem Kontakt; <b>Allergie:</b> krankmachende Überempfindlichkeit aufgrund immunologischer Sensibilisierung; <b>Allergene:</b> Antigene, die starke Empfindlichkeitsreaktionen vom Soforttyp auslösen. Es handelt sich dabei um Proteine oder um chemische an Proteinen gebundene Substanzen.

Anamnese	Im Rahmen der Anamnese werden die Vorgeschichte und sonstige relevante äußere Einflüsse des Gebäudes und dessen Nutzung aufgenommen und bei der Ursachenermittlung (Diagnose) berücksichtigt.
Anerkannte Regeln der Technik	Die anerkannten Regeln der Technik sind Regeln, die in der Wissenschaft als theoretisch richtig anerkannt sind, im Kreis der für die Anwendung der Regeln arbeitenden Techniker bekannt sind und sich bei praktischer Anwendung bewährt haben. Allgemein anerkannte Regeln der Technik sind technische Regeln für den Entwurf und die Ausführung baulicher Anlagen, die <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich in der Wissenschaft als theoretisch richtig durchsetzen,</li> <li>• den üblich fortgebildeten Fachleuten bekannt sind,</li> <li>• sich in fortdauernder praktischer Anwendung bewährt haben.</li> </ul>
Anlagentechnik	gebäudetechnische Anlagen, z. B. klima-, lüftungs- und heizungstechnische Anlagen oder elektrische Anlagen der Energieversorgung bzw. Informationstechnik
Arbeits- und Sicherheitsplan	Ablaufplanung der Instandsetzungsmaßnahmen mit Maßnahmen zur Sicherstellung des persönlichen Schutzes der ausführenden Arbeiter
Arbeitsschutz	Maßnahmen, Mittel und Methoden zum Schutz der Arbeiter in gefährdeten Bereichen
Ästhetik	Formschönheit
$a_w$ -Wert	Activity of water; beschreibt die Verfügbarkeit von „freiem“ Wasser, das für die Mikroorganismen zur Verfügung steht. Der $a_w$ -Wert liegt zwischen 0 (trocken) und 1 (kondensierendes Wasser). Vereinfachend kann die oberflächennahe relative Luftfeuchte verwendet werden.
Bagatellschaden	Schaden mit so geringem Umfang, dass er beseitigt werden sollte, wofür aber kein qualifiziertes Sanierungsunternehmen erforderlich ist.
Baukonstruktive Bauteile	Bauteile des Tragwerks sowie solche des Wärme-, Feuchte- und Schallschutzes
Bewuchs	strukturiertes bzw. stoffwechselaktiver Befall von Mikroorganismen auf und in Bauteilen
Bioaerosole	biologische, luftgetragene Partikel
Biofouling	Anreicherung und Aufwuchs mikrobieller Zellverbände und Strukturen auf Werkstoffoberflächen. Diese führen zu Veränderungen der physikalisch-chemischen Eigenschaften von Wirkstoffen im Hinblick auf deren Benetzungs- und Verschmutzungsverhalten und der Diffusions- und Wärmeleitfähigkeit.
Biokorrosion	Mikrobiell induzierte bzw. beeinflusste Korrosion an Werkstoffen durch die Ausscheidung direkt korrosiv schädigender Stoffwechselprodukte (z. B. Säuren). Dies führt zu Veränderungen der Struktur und Stabilität eines Werkstoffes, bis hin zum Abbau der betreffenden Materialien und es entstehen ästhetisch beeinträchtigende Verfärbungen.
Biomasse	Gesamtheit der lebenden, toten und zersetzten Organismen eines Lebensraums, einschließlich der von ihnen produzierten organischen Substanzen

Biozid	Stoff oder Stoffgemisch, das dazu bestimmt ist, auf andere Art als durch bloße physikalische oder mechanische Einwirkung Schadorganismen zu zerstören, abzuschrecken, unschädlich zu machen, ihre Wirkung zu verhindern oder sie in anderer Weise zu bekämpfen.
Darr-Methode	Gravimetrisches Verfahren, bei dem die entnommene Materialprobe bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wird.
Datenlogger	Messgerät, um beispielsweise Klimadaten über längere Zeit aufzuzeichnen
Dekontamination	Beseitigung einer toxischen oder mikrobiell-organischen Verunreinigung
Desinfektion	Eine Maßnahme, bei der die Zahl der Infektionserreger z. B. auf einer Fläche oder einem Gegenstand so weit reduziert wird, dass eine Infektion davon nicht mehr ausgehen kann.
Desinfektionsmittel	chemische oder biologische Mittel zur Prävention oder Beseitigung von mikrobiellen Keimen und Bewuchs
DGUV/-I	Informationsschriften der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, die sich in erster Linie an die ausführenden Unternehmen richten und für diese verbindlich sind.
Erfolgskontrolle	Überprüfung, ob das jeweils vereinbarte Sanierungsziel erreicht wurde.
Erstbegehung	erster Ortstermin einer fachkundigen Person zur Begehung und Sichtung einer fachkundigen Person nach Vermutung oder Feststellung eines Feuchteschadens
Feinreinigung	besonders gründliche Reinigung zur Beseitigung schimmelpilzhaltiger Stäube nach dem Rückbau der befallenen Bauteile vor der Wiederherstellung der sanierten Räume
Feuchtreinigung	feuchte Wischreinigung nicht oder wenig absorbierender Flächen
Filamentös	fadenförmig
Gebrauchstauglichkeit	Zustand einer Sache, die uneingeschränkt zweckbestimmt nutzbar ist.
Gebrauchsüblicher Zustand	Zustand einer Sache, der bei vergleichbaren Gegenständen in überwiegender Anzahl festzustellen ist und bei dem die technische Nutzbarkeit nicht eingeschränkt ist.
Gefährdungsklasse	Zuordnung von Gegenständen oder Raumbereichen nach Risiken, die Personen gefährden können.
Gefahrenbereich	mittel- oder unmittelbares Umfeld des durch das Schadensereignis betroffenen Bereiches
Glaser-Verfahren	Das Glaser-Verfahren dient der näherungsweise Ermittlung der durch Diffusionsvorgänge verursachten Feuchtigkeitsanreicherung innerhalb von (Außen-) Bauteilen mit Tauwasseranfall. Stationäres Verfahren, das nicht für alle Konstruktionen geeignet ist.
Hintergrundbelastung	nicht zu vermeidende, ständig vorhandene Kontamination der Raumluft, Oberflächen oder Baustoffe

Hygiene	Lehre von der Verhütung der Krankheiten und Erhaltung, Förderung und Festigung der Gesundheit (DGHM – Deutsche Gesellschaft für Hygiene)
Imperfekte Pilze	Vertreter der höheren Pilze (Schlauch-, Ständer- oder Jochpilze), deren Vermehrung durch asexuell gebildete Sporen oder rein vegetativ erfolgt.
Infrarottrocknung	Trocknung von Bauteilen durch Bestrahlung mittels Infrarotplatten
Innenraum	Ein Raum, der vor Witterungseinflüssen geschützt ist.
Instandsetzung	Wiederherstellung des Soll-Zustandes, der sich bei Instandsetzungsmaßnahmen häufig an dem Zustand orientiert, der vor Schadenseintritt vorhanden war oder der vereinbart wurde.
Intensivreinigung	durch oxidative oder oberflächenaktive Substanzen unterstützte Reinigung von mikrobiell kontaminierten Bauteiloberflächen mittels Sicherheitsstaubsaugern der Klasse H („HEPA-Absaugung“)
Kalkputze und Kalkfarben (mineralische Putze und Beschichtungen)	Beschichtungs- bzw. Anstrichsystem auf mineralischer Basis mit hohem pH-Wert
Keim	Nicht wissenschaftlicher Sammelbegriff für Mikroorganismen und Viren; wird häufig als Synonym für Krankheitserreger verwendet.
Klebefilmprobe	Mithilfe eines klaren Klebefilmstreifens entnommene Kontaktprobe, die nach Anfärbung direkt mikroskopisch untersucht wird. Zum Nachweis von Schimmelpilzbewuchs gut geeignet.
Klimalangzeitmessung	Erfassung der Klimadaten (relative Feuchte und Temperatur) in Innen- und Außenbereichen über einen längeren Zeitraum
Kondensationstrocknung	Luftentfeuchtungsverfahren durch Abkühlung der durch das Trocknungsgerät geleiteten Luft unter die Taupunkttemperatur; hierdurch kondensiert das in der Luft enthaltene gasförmige Wasser.
Kondenswasser	bei Taupunktunterschreitung anfallendes Wasser
Kontamination	Über die allgemeine Hintergrundbelastung hinausgehende Verunreinigung von Oberflächen oder Materialien durch Mikroorganismen oder deren Bestandteile, die nicht durch das Wachstum von Mikroben verursacht wird.
Konvektionsströmung	Luftströmung, die aufgrund von Temperaturdifferenzen entsteht.
Korrelation	Beziehung zwischen verschiedenen Merkmalen ohne unbedingten kausalen Zusammenhang
Luftdichtheitsmessung	Überprüfung der Gebäudehülle hinsichtlich der Luftwechselrate unter energetischen Aspekten. Während der Luftdichtheitsmessung können mittels einer Wärmebildkamera, eines Anemometers (Luftgeschwindigkeitsmessgeräts) oder Rauchgeneratoren/Rauchröhren auch einzelne Leckstellen in der Gebäudehülle festgestellt werden.
Luftkeimmessung	Messung von mikrobiellen Lebendkeimen in der Raumluft mittels Nährbodenplatten und anschließender Bebrütung im Labor

Luftwechselrate	Faktor des Austauschs des Raumluftvolumens gegen Außenluft je Zeiteinheit (Zuluftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h geteilt durch das Raumluftvolumen in m <sup>3</sup> ergibt den Luftwechsel je Stunde in der Einheit h <sup>-1</sup> )
Mikrobielle Raumlufbelastungen	in der Raumlufte enthaltene partikuläre Verunreinigungen durch Sporen, Keime und Zellfragmente von Pilzen, Bakterien oder Viren
Mikrobiologie	die Lehre von biologischen Kleinstorganismen, z. B. Algen, Pilze, Bakterien
Mikrowellentrocknung	Trocknung durch Bestrahlung mit hoch energetischen elektromagnetischen Kurzwellen, die die in einem Bauteil enthaltenen Wassermoleküle in schnellere Eigenbewegungen versetzen. Die Wassermoleküle erwärmen sich und das Wasser verdunstet, wenn sie an die Raumlufte gelangen. Der Einsatz der Mikrowellentrocknung setzt eine kapillare Verbindung oder eine nicht zu hohe Diffusionsdichtheit zwischen der durchfeuchteten Schicht und der Raumlufte voraus.
Mittlere Art und Güte	allgemein übliche Bauweise, handels-/marktübliche Qualität
MVOC	microbial volatile organic compounds (flüchtige mikrobielle Bestandteile): von Mikroorganismen gebildete flüchtige organische Verbindungen
Myzel	Pilzfadengeflecht, Gesamtheit der Pilzfäden, vegetative Wachstumsform von Pilzen
Neubaufeuchte	Erhöhte Feuchtegehalte von Baustoffen und Bauteilen, denen zur Verarbeitung mehr Wasser zugegeben werden muss, als für die Erhärtung erforderlich ist, oder die durch feuchte Lagerung/Transport einen erhöhten Wassergehalt aufweisen.
Nutzungsuntersagung	zeitweises oder dauerhaftes Verbot der Nutzung einer Sache
Oberflächentemperatur	Temperatur auf der Oberfläche eines Bauteils (z. B. Wandoberfläche)
Partikel	feste oder flüssige Teilchen in schwebefähiger Verteilung in Flüssigkeiten oder Gasen
Persistenz	Eigenschaft von Stoffen, unverändert durch physikalische, chemische oder biologische Prozesse in der Umwelt zu verbleiben
Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	Unter PSA wird die Ausrüstung verstanden, die eine Person als Schutz gegen Risiken trägt oder hält, die ihre Gesundheit oder ihre Sicherheit gefährden.
Präventivmaßnahmen	Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung drohender Schäden
Probenahme	Entnahme von Material zu Untersuchungszwecken
Raumluftebelastung	in der Luft enthaltene Art oder Menge organischer und/oder anorganischer Stoffe
Relative Luftfeuchte	Verhältnis des gasförmigen Wassergehalts der Luft zum maximal möglichen Wassergehalt bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Druck
Rückbauarbeiten	Entfernung von Bauteilen
Sachkundige Person	Person, die in einem oder mehreren Fachgebiet(-en) eine ausreichende Sachkunde aufweist.

Sachverständiger	Person, die in einem oder mehreren Fachgebiet(-en) eine überdurchschnittliche Sachkunde aufweist.
Sanierung	Sanierung ist die Wiederherstellung eines standsicheren, gebrauchstauglichen und zweckbestimmt nutzbaren Zustands
Sanierungserfahrung	Fachkenntnisse, die durch Erfahrungen bei Instandsetzungsmaßnahmen der Vergangenheit gewonnen wurden.
Sanierungskonzept	grundsätzliche Planung der Instandsetzungsmaßnahmen (unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und gesundheitsrelevanter Aspekte)
Sanierungsziel	Herstellung des Zustandes vor Schadenseintritt oder eines anderen vor der Planung und Durchführung der Instandsetzung zu bestimmenden Zustands
Schadenstypen	Klassen von Schadensarten, im Zusammenhang mit Ursache und Wirkung
Schimmelpilzbefall	Besiedlung von Baumaterialien oder Inventar mit Schimmelpilzen, Bakterien oder anderen Mikroorganismen, unabhängig davon, ob die Organismen vital/aktiv darin wachsen oder gewachsen und bereits länger abgestorben sind.
Schimmelpilzbewuchs	strukturiertes Schimmelpilzbewuchs mit zusammenhängenden Hyphengeflechten und Sporenträgern
Schimmelpilze	Fadenpilze. Mikroorganismen, die in Form von Zellfäden (Hyphen) wachsen. Sie bilden ein Myzel (Pilzfadengeflecht, Gesamtheit der Pilzfäden) und Sporen, wodurch sie makroskopisch als (oft gefärbter) Schimmelpilzbelag sichtbar werden. Anmerkung: Schimmelpilze sind keine taxonomisch einheitliche Gruppe.
Schwarz-Weiß-Bereich	Trennung von schmutzigem „Schwarz“ und sauberem „Weiß“, bzw. Außen- und Innenbereichen
Sicherheitsstaubsauger der Klasse H (HEPA-Staubsauger)	Gerät zum Absaugen von Staub mit hochwertigen Filtereinrichtungen der Klasse H 13 und höher entsprechend DIN EN 60335-2-69 zum Ausfiltern feinsten Partikel
Sichtkontrolle	visuelle Überprüfung bei Instandsetzungsmaßnahmen
Sofortmaßnahmen	unverzügliche Maßnahmen nach Schadensfeststellung
Spore	flugfähige Vermehrungseinheit von Pilzen
Statik	Dimensionierung von Tragwerken hinsichtlich deren Standfestigkeit (Tragwerksberechnung)
Staubbelastung	Sammelbezeichnung für feinste feste Teilchen (Partikel), die in Gasen, z. B. in der Luft, aufgewirbelt schweben können (Mehrzahl: Stäube, bei unterschiedlichen Sorten).
Tagwasser	Wasser aus atmosphärischen Niederschlägen, stehendem Wasser oder zutage tretendem Grundwasser
Taxonomische Zusammensetzung	Zusammensetzung der in einem befallenen Bereich wachsenden Schimmelpilzarten (auch Artspektrum)
Thermografie	Messung und Darstellung der Wärmestrahlung von Bauteilen
Thermophil	wärmeliebend/wärmetolerant

Unterdruck-/Saugverfahren	Technisch getrocknete Luft wird über Randfugen oder Entlastungsöffnungen in den zu trocknenden Bereich/Hohlraum gezogen. Die feuchte Luft wird aus dem Dämmmaterial oder Hohlraum abgesaugt.
Validierung	Beweis, dass z. B. ein Produkt, Prozess oder System die Anforderungen für die vorgesehene Nutzung erfüllt.
Wärmebrücke	(stofflich oder geometrisch bedingte) Einzelstelle mit gegenüber der angrenzenden Fläche erhöhtem Wärmestrom
Wärmeleitfähigkeit	Stofflich bedingtes Vermögen, Wärmeenergie durch Strahlung, innere Rotationsströmungen und Anregung benachbarter Moleküle durch ein Bauteil zu leiten (Einheit W/[mK]).
Wasserdampfdiffusion	ungerichteter, durch molekulare Eigenbewegung bedingter Transport von Wassermolekülen
Wasserstoffperoxid	Chemische Formel: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . Starkes Oxidationsmittel, das als Desinfektionsmittel einsetzbar ist. Es zerfällt in Wasser und zu aktivem Sauerstoff, der mit dem Substrat reagiert.
Werkvertrag	Ein Werkvertrag ist ein Typ privatrechtlicher Verträge über den gegenseitigen Austausch von Leistungen, bei dem sich ein Teil verpflichtet, ein Werk gegen Zahlung einer Vergütung (Werklohn) durch den anderen Vertragsteil (Besteller) herzustellen. Der Werkunternehmer ist dabei derjenige, der das Werk erstellt.
Wiederherstellung	Herstellen des Zustandes vor Schadenseintritt
WTA	Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V.

Anlage 3 (Seite 1)

**Sanierungsprotokoll**

als Anlage zur „Richtlinie zum sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden“

<b>Objektdaten:</b>			
(Anschrift, Gebäudetyp, Baujahr, Räume in denen sich der Schimmel befindet)			
<b>Beteiligte:</b>			
(1. Auftraggeber, 2. Eigentümer, 3. Nutzer, 4. Sachverständiger, 5. Sanierer, 6. Versicherer, 7. Sonstige)			
<b>Schaden:</b>			
(genaue Lage, Art des Schadens, räumliche Ausdehnung)			
<b>Schadensursache:</b>			
(welche Schadensursache(n) liegen vor, ist die Ursache beseitigt)			
<b>Schadenstyp:</b>	<input type="radio"/> Bagatellschaden <input type="radio"/> Kondenswasserschaden <input type="radio"/> Durchfeuchtungsschaden <input type="radio"/> Kombination Typ 1 + 2		
(Schadenstyp 0 - Bagatellschaden, Schadenstyp 1 – Kondenswasserschaden, Schadenstyp 2 – Durchfeuchtungsschaden, Kombination)			
<b>Sanierungsziel:</b>			
(exakte schriftliche Definition des Sanierungsziels)			
<b>Sanierungsschritte:</b>			
Beginn Sanierung:		Ende Sanierung:	
Sofortmaßnahmen:	<input type="radio"/> Abkleben <input type="radio"/> Sporenbinder <input type="radio"/> Raum gesperrt <input type="radio"/> Raumlüfter <input type="radio"/> Desinfektion <input type="radio"/> Bereich abgeschottet <input type="radio"/> Sonstiges		
(Beschreibung der ausgeführten Sofortmaßnahmen)			
<b>Abschottung:</b>			
(Beschreibung der ausgeführten Abschottungsmaßnahmen, wie Lage, Umfang, verwendete Materialien etc.)			
<b>Lufthaltung:</b>			
(Beschreibung der ausgeführten Lufthaltung, Luftfilterung etc.)			

**Anlage 3 (Seite 2)**

**Sanierungsprotokoll**

als Anlage zur „Richtlinie zum sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden“

Trocknung:	<input type="radio"/> Kondentrockner	<input type="radio"/> Adsorptionstrockner	<input type="radio"/> Estrichtrocknung + Saugverfahren
<input type="radio"/> Estrichtrocknung – Druckverfahren	<input type="radio"/> sonstige Hohlraumtrocknung	<input type="radio"/> Lüfter/Ventilatoren	<input type="radio"/> Heizung <input type="radio"/> Heizplatten
<input type="radio"/> Sonstiges			
(Beschreibung der ausgeführten Trocknungsmaßnahme)			
Rückbau:			
(Beschreibung der Lage und Ausmaß der zurückgebauten Bauteile, welche Materialien wurden ausgebaut)			
Desinfektion:	<input type="radio"/> Wasserstoffperoxid	<input type="radio"/> Alkohol	<input type="radio"/> Sonstiges
(Beschreibung der durchgeführten Desinfektionsmaßnahme, welche Mittel wurden eingesetzt, Sicherheitsdatenblätter als Anlage)			
(Fein-)Reinigung:			
(Beschreibung der ausgeführten Reinigung, eingesetzten Verfahren, Art und Umfang)			
Sanierungsprotokolle:	<input type="radio"/> Sichtkontrolle	<input type="radio"/> Klebefilmprobe	<input type="radio"/> Materialprobe <input type="radio"/> Mikroskopie vor Ort
<input type="radio"/> Luftkeimsammlung	<input type="radio"/> Partikelsammlung	<input type="radio"/> Sonstiges	
(Beschreibung der durchgeführten Kontrolluntersuchungen, wie Sichtkontrolle, Feuchtemessungen, mikrobiologische Untersuchungen von Oberflächen, Material oder Luft)			
Besonderheiten bei der Sanierung:			
(Beschreibung besonderer Ereignisse während der Sanierung, wie Erweiterung des Schadens etc.)			
Anlagen:			
(Messprotokolle, Sicherheits- und technische Datenblätter, Gefährdungsbeurteilung, Betriebsanweisung, Fotodokumentation etc.)			
Sonstiges:			
Erstellt durch:	Datum:	Unterschrift:	

## **Anlage 4**

### **Mikrobiologische Probenahme, Analyseverfahren und Bewertung**

#### **1**

#### **Grundsätzliche Vorbemerkungen**

In Ergänzung der vorliegenden „Richtlinie zum sachgerechten Umgang mit Schimmelpilzschäden in Gebäuden“ finden sich im Folgenden weitergehende Erläuterungen zur Strategie und praktischen Durchführung der Probenahme vor Ort, den Möglichkeiten und Grenzen mikrobiologischer Analyseverfahren und der angemessenen Bewertung der betreffenden Untersuchungsergebnisse im Rahmen der Schadensaufnahme sowie Sanierung von Schimmelpilzbewuchs in Innenräumen.

Der überwiegende Teil der hier aufgeführten Laboranalysemethoden und Auswertungen wird in der Normenreihe DIN EN ISO 16000, Blätter 17 bis 21, detailliert beschrieben und ist daher stets auf deren Änderungen bzw. Fortschreibungen abzustimmen.

Für die mikrobiologische Probenahme und die Auswahl der geeignetsten Analyseverfahren gibt es aufgrund der Bandbreite unterschiedlicher Schadensfälle keinen allgemeingültigen „Untersuchungsfahrplan“; so ist in jedem Fall eine objektbezogene Einzelfestlegung und vergleichende Bewertung der Gesamtsituation durch den geschulten Sachverständigen erforderlich. Im Idealfall ist eine interdisziplinäre Abstimmung hinsichtlich der Art und des Umfangs der Probenahme mit dem Untersuchungslabor anzustreben.

Der Schadens- und Sanierungsumfang ergibt sich zunächst makroskopisch aus der sichtbaren Verbreitung des mikrobiellen Bewuchses sowie den vorliegenden Feuchtebelastungen bzw. bauphysikalischen Unzulänglichkeiten des betreffenden Objektes.

Bei bereits visuell erkennbarem Schimmelpilzbewuchs auf Bauteiloberflächen ist in der Regel keine mikrobiologische Untersuchung notwendig. Es sei denn, es sind unmittelbare Fragen zu möglichen biogenen Materialschäden, zu versicherungsrelevanten Schadensfeststellungen, zur juristischen Beweissiche-

rung oder der Einschätzung eines gesundheitlichen Risikos zu beantworten. Zudem können bei auffälligen Verfärbungen, die nicht sicher einem mikrobiellen Befall zuzuordnen sind, mikrobiologische Materialuntersuchungen zur Klärung erforderlich sein.

Für die Festlegung der notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen nach DGUV 201-028 können mikroskopische Untersuchungen auf Bauteiloberflächen bzw. die kulturtechnische Anzucht von wachstumsfähigen Keimen in Materialproben dienlich sein.

Bei vermutetem, möglicherweise verstecktem Schimmelpilzbewuchs helfen raumlufthygienische Untersuchungen, erste Hinweise für eine mögliche Innenraumquelle im betreffenden Objekt zu erhalten. Mit der Feststellung einer mikrobiell bedingten Raumluftbelastung muss jedoch stets eine plausible Erklärung verbunden sein, bautechnische bzw. bauphysikalische Schadensursachen abschätzen, aktuelle wie auch zurückliegende Feuchtebelastungen im Bereich mikrobiell empfindlicher Baustoffe und Beschichtungen indizieren und den vermeintlichen Schimmelpilzbewuchs lokalisieren und damit einen angemessenen Sanierungsumfang festlegen zu können. Bei strittigen Fragen in abgeschotteten Objektbereichen (z. B. Wasserschäden in Estrichdämmschichten sowie Tau- bzw. Kondensatschäden in Dach- und Deckenkonstruktionen) ist es notwendig, den vermeintlichen mikrobiellen Bewuchs primär durch mikroskopische Analysen sowie bei Bedarf auch durch kulturtechnische bzw. biochemische Untersuchungen nachzuweisen.

Der mikrobiologischen Untersuchung von Bauteilen kommt insbesondere bei der Kontrolle von Sanierungsmaßnahmen bei Schimmelpilzschäden eine entscheidende Bedeutung zu. Nachfolgend zur visuellen Sichtbefundung der vollständigen Beseitigung von schimmelpilzbelasteten Bauteilen und der anschließenden Intensivreinigung freigelegter wie anliegender Objektbereiche kann durch sanierungsbegleitende mikroskopische Analysen (d. h. Klebefilmpräparate, Videomikroskopie) oder/und biochemische Untersuchungen an Abstrichproben (d. h. ATP-Hygieneprüfung) der Erfolg von Sanierungsmaßnahmen überprüft werden. Der Er-

folg der abschließenden Feinreinigung sollte dagegen durch raumlufthygienische Kontrollmessungen (z. B. wachstumsfähige Keime und Gesamtsporen) erfolgen.

Aus den Analysedaten der bereits angesprochenen und nachfolgend aufgeführten mikrobiologischen Untersuchungsverfahren ist keine unmittelbare gesundheitliche Bewertung, allenfalls eine Abschätzung der mikrobiell-hygienischen Situation möglich. Medizinische Anamnesen und individuelle Gefährdungsanalysen gehören, soweit notwendig, ausschließlich in die Hand eines erfahrenen Facharztes. Nicht der Gehalt an Schimmelpilzsporen und anderen biogenen Bestandteilen entscheidet hier, sondern vor allem die jeweilige gesundheitliche Disposition der Raumnutzer und deren möglicherweise vorausgegangene, sensibilisierende Exposition.

Ziel einer erfolgreichen Sanierungsmaßnahme bei Schimmelpilzschäden muss es sein, dass

- I kein Schimmelpilzbewuchs mehr vorhanden ist;
- II keine auffällige mikrobiell-organische Kontamination oder biogene Raumluftbelastung verbleibt;
- III keine schadensbedingten Geruchsbelästigungen mehr bestehen;
- IV keine Feuchtebelastung mehr vorhanden ist, die über die nutzungsbedingte Ausgleichsfeuchte hinausgeht sowie
- V die Schadensursache grundlegend beseitigt ist.

## 2

### Probenahmestrategie

Die Auswahl der mikrobiologisch zu untersuchenden Baustoffproben und der Umfang raumlufthygienischer Messungen sollten stets auf eine lösungsorientierte Strategie ausgerichtet sein:

- (1) In welchem Umfang ist ein mikrobieller Bewuchs nachweisbar?
- (2) Wie kann der Schaden in angemessenem Umfang beseitigt werden?
- (3) Sind nach der Sanierung die schadensrelevanten, mikrobiellen Befallsherde ausreichend entfernt und die mikrobiell-hygienische Situation auf ein bauübli-

ches bzw. bauartbedingtes Maß zurückgeführt worden?

Die materialmikrobiologischen Untersuchungen können sich zunächst auf die einfache mikroskopische Analyse (mit und ohne Anfärbungen) sowie ergänzend zeitsparende biochemische Untersuchungen (u. a. ATP-Hygieneprüfung) an und in Baustoffen bzw. Bauteilbeschichtungen beschränken. Mit der kulturtechnischen Anzucht von wachstumsfähigen Keimen und der taxonomischen Charakterisierung von dabei besonders auffälligen Pilzspezies können, soweit notwendig, weitere Rückschlüsse auf mögliche Schadensursachen bzw. Abschätzungen zur mikrobiell-hygienischen Situation gewonnen werden.

Raumlufthygienische Messungen können im Rahmen der Schadensaufnahme mögliche Hinweise auf etwaig versteckte Schimmelpilzquellen, auf einen nicht auszuschließenden Außenlufteinfluss sowie die Erfordernisse einer (Nach-)Reinigung geben. Die betreffenden Raumluftuntersuchungen sollten jedoch vornehmlich, wie bereits ausgeführt, für die Überwachung bzw. die Erfolgskontrolle von Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden. In diesem Zusammenhang sei nochmals unterstrichen, dass aus raumlufthygienischen Messungen kein unmittelbares, gesundheitliches Risiko abgeleitet, wenn überhaupt nur eine potenzielle gesundheitliche Beeinträchtigung abgeschätzt werden kann.

Mit Blick auf die Kosten sollte es stets Ziel fachgerechter mikrobiologischer Untersuchungen sein, mit möglichst minimalem Aufwand den größtmöglichen Nutzen für eine ausreichende Schadenserfassung und einen erfolgreichen Sanierungsablauf zu gewährleisten. Allgemeine Angaben zum Objekt, der möglichen Schadensursache sowie des vermeintlichen Schadens- und Sanierungsumfanges können dabei helfen, den notwendigen Aufwand an mikrobiologischen Proben zu reduzieren. Die Probenahme sollte stets mit frischen bzw. desinfizierend gereinigten Utensilien erfolgen, um etwaige Kontaminationen und damit Fehlinterpretationen zu vermeiden. Die Herkunft der in der Folge ausgewählten Proben ist möglichst umfassend zu dokumen-

tieren und die damit jeweils verbundene Fragestellung zu beschreiben.

### 3 Probenahme und Untersuchungsverfahren

#### 3.1 Bauteiloberflächen

##### 3.1.1 Klebefilmpräparate (Nachweis von Oberflächenbewuchs) [DIN EN ISO 16000-21: 2014-05 sowie in Bearbeitung: VDI 4300, Blatt 13]

Klebefilmpräparate dienen dem mikroskopischen Nachweis von Oberflächenbewuchs auf Baustoffen und Beschichtungen, unterstützt durch die Anwendung geeigneter Anfärbelösungen (u. a. Anilinblau-Milchsäure-Lösung, siehe DIN EN ISO 16000-20, oder Lactophenolblau) erlauben sie insbesondere die Unterscheidung zwischen einem strukturierten Schimmelpilzbewuchs, einer auffälligen Kontamination oder einer bauartbedingten Verunreinigung. Je nach Qualität des Präparates ist dabei auch eine Bestimmung der vorliegenden Schimmelpilzgattungen und somit ein grober Hinweis auf die vermeintliche Schadensursache möglich.

Die Probenahme erfolgt durch Aufdrücken eines klartransparenten Klebefilmstreifens mit leichtem Druck auf die zu beprobende Bauteiloberfläche. Der Streifen ist nach Abnahme auf eine dicke transparente Folie oder einen Glasobjektträger zu kleben und sofort zu beschriften (kein Papier verwenden!).

Benötigte Materialien:

- Kristallklarer Klebefilm
- Sauberer Probenträger: Objektträger oder feste Kunststoffolie (z. B. Dokumentenhülle); vor der Probenahme testen, ob sich der Klebefilm leicht wieder vom Träger lösen lässt!
- Saubere Pinzette oder Einmalhandschuhe

Durchführung der Probenahme:

- Klebefilm (ca. 5 cm) von der Rolle ziehen (stets nur am Rand anfassen!).

- Klebefilm auf eine der betroffenen Stellen kleben und andrücken, abziehen (ggf. mit einer Pinzette) und auf einen versandbaren Probenträger, z. B. auf einen Glasobjektträger (nicht um den Objektträger herumkleben) oder auf eine nicht zu dünne Transparentfolie (Klebefilm muss sich wieder ablösen lassen) kleben und für die spätere Zuordnung beschriften.
- Verschiedene, augenscheinlich unterschiedlich aussehende bzw. verdächtige Stellen des Schadensbereiches beproben!
- Probenprotokoll anfertigen mit Angaben zu Probennummer, Entnahmeort und Datum; Fotos der Entnahmestelle zur Orientierung sind hilfreich.
- Glasobjektträger in gepolsterten Versandtaschen versenden.
- Bei Untersuchung von Tapeten oder Putzen ist es häufig sinnvoller, kleine Stücke (ca. 2 x 2 cm bis 5 x 5 cm von unterschiedlich aussehenden Stellen im Schadensbereich) zur Klebefilmpräparation oder direkten Mikroskopie an das Labor zu schicken, um die Verbreitung des mikrobiellen Bewuchses im Baustoffprofil nachzuweisen und damit die mögliche Schadensursache (d. h. Tau- bzw. Kondensatschaden/Durchfeuchtungsschaden) eingrenzen bzw. den Sanierungsumfang (z. B. Rückbau bzw. Oberflächenbearbeitung) angemessen festlegen zu können.

##### 3.1.2 Abklatsch-/Tupferproben auf Nährböden (Nachweis von Kontamination) [DIN EN ISO 16000-21: 2014-05]

Abklatsch- bzw. Tupferproben dienen im medizinischen und lebensmittelhygienischen Bereich dem Nachweis von mikrobiellen Kontaminationen auf Oberflächen. Diese indirekten, kulturtechnischen Nachweisverfahren eignen sich jedoch nicht für den bautechnischen Bereich, insbesondere da natürliche bzw. bauartbedingte Anflug- und Sedimentationssporen falsch positive Befunde ergeben können.

### 3.1.3 Wischproben

Die Aufnahme von oberflächlich anhaftendem Pilzbewuchs oder mikrobiell-organischen Verunreinigungen auf Bauteiloberflächen durch das Abwischen mit Baumwoll- oder Papiertüchern mit anschließender material-mikrobiologischer Untersuchung ist aufgrund einer fehlenden standardisierten Labormethoden im bautechnischen Bereich nur entsprechend eingeschränkt geeignet und kann ebenfalls aufgrund von Anflug- und Sedimentationssporen falsch positive Befunde ergeben.

### 3.1.4 Abstrichproben (ATP-Hygieneprüfung)

Abstrichproben und die anschließende Bestimmung des ATP-Gehaltes können zum Nachweis von stoffwechselaktiven Mikroorganismen bzw. mikrobiell-organischen Verunreinigungen auf Bauteiloberflächen, insbesondere bei der Sanierungskontrolle, eine ergänzende Anwendung finden.

Die Methode reagiert jedoch sehr empfindlich auf unsachgemäße Anwendung (u. a. Hautkontakt, Verschmutzungen) und besitzt bei bestimmten, dickwandigen Schimmelpilzarten (z. B. *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium globosum*) nur eine eingeschränkte Aussagekraft. Aus diesem Grund ist bei der ATP-Hygieneprüfung immer auch eine mikroskopische Kontrolluntersuchung der dabei beprobten Bauteiloberflächen (bzw. der Abschwemmlösung) erforderlich.

Aufgrund der Vielzahl verschiedener auf dem Markt befindlicher Messsysteme und Reagenzien erfordert die Anwendung und Bewertung von Analysedaten aus der ATP-Hygieneprüfung fachlich fundierte Erfahrung sowie eine regelmäßige laborinterne Validierung, da die Ergebnisse in der Regel untereinander nicht unbedingt vergleichbar sind.

## 3.2 Baustoffe

### 3.2.1 Quantitative Anreicherung wachstumsfähiger Mikroorganismen (Suspensionsverfahren)

**[DIN EN ISO 16000-21: 2014-05, DIN EN ISO 16000-17: 2010-06]**

Der kulturtechnische Nachweis wachstumsfähiger Pilzsporen sowie anderer Mikroorganismen (z. B. Bakterien und Hefen) dient der Feststellung der quantitativen und qualitativen Verteilung verschiedener Pilzspezies und Mikroorganismen innerhalb eines Baustoffes bzw. Bauteils, damit ist unter Umständen auch ein Hinweis auf die vorliegende Schadensursache möglich.

Die quantitativen Ergebnisse werden in KBE/g Baustoff (KBE = Koloniebildende Einheiten) angegeben. Diese Auswertung erlaubt jedoch aufgrund von natürlichen bzw. bauartbedingten Anflug- und Sedimentationssporen nur sehr bedingt eine Unterscheidung zwischen ruhender Kontamination und aktivem mikrobiellem Bewuchs, sodass auch hier eine mikroskopische Analyse als Gegenkontrolle unerlässlich bleibt.

Die Auswahl der Probenstellen richtet sich nach der Art und dem Ausmaß des Schadens und der Zahl unterschiedlicher Schadensbilder bzw. Expositionsbedingungen. Eindeutig zum Rückbau anstehende, sichtlich mikrobiell bewachsene Bauteiloberflächen müssen, wie bereits ausgeführt, grundsätzlich nicht mikrobiologisch untersucht werden (s. o.).

Die entnommenen Materialproben sollten möglichst in ihrer Konsistenz und Struktur erhalten bleiben, um während des Transportes einen optimalen Erhalt des Lebensraums der Mikroorganismen zu gewährleisten.

Für die Entnahme einer Baustoffprobe benötigte Materialien:

- Leicht zu säubernde bzw. zu desinfizierende Werkzeuge (z. B. Schere, Messer, Pinzette, Meißel, Stecheisen, Schraubenzieher)

- Probenbehälter: Für die Aufnahme des entnommenen Probenmaterials eignen sich am besten frische Gefrierbeutel (z. B. mit Zip-Verschluss oder einfach staubdicht umgeschlagen).

#### Durchführung der Probenahme:

- Zur Reinigung und Desinfektion das Werkzeug mit 70 bis 80%igem Alkohol (z. B. Spiritus oder Isopropanol, mit Wasser im Verhältnis 3:1 versetzt) oder mindestens mit sauberem Wasser reinigen.
- Eine repräsentative Probe entnehmen; dafür Material von verschiedenen Stellen (besonders von allen unterschiedlich aussehenden Stellen) des Schadensbereiches entnehmen.
- Probemenge: Breite x Höhe ca. 2 x 2 cm (x 1 cm Tiefe), zumindest aber ca. 1 Teelöffel Material (Tapeteneinzelstücke mindestens 2 x 2 cm).
- Probe in Probenbehälter geben; verschiedene Baustoffe sollten in unterschiedliche Probenbehälter gegeben werden, um mögliche Vermischungen zu vermeiden.
- Probenbehälter verschließen bzw. staubdicht umschlagen.

Die Baustoffproben sind unmittelbar nach Entnahme genau zu kennzeichnen und fortlaufend zu nummerieren; vorzugsweise sollte ein Probenlageplan und eine Fotodokumentation, einschließlich einer Schadensbeschreibung sowie etwaigen Fragestellungen, beigefügt werden.

#### **Sonderfall Estrichdämmschichtproben (Anlage 6 des UBA-Schimmelleitfadens, 2017)**

Bei feuchtebelasteten Estrichen sollten zu Vergleichszwecken auch Referenzproben aus vermeintlich nicht geschädigten Objektbereichen entnommen werden. Dies dient dazu, mögliche überdurchschnittlich hohe, möglicherweise schon vor Schadenseintritt vorliegende, bauartbedingte Kontaminationen der Estrichdämmschicht mit wachstumsfähigen Keimen ausschließen zu können. Um zudem bauartbedingte Verunreinigungen aus dem Estrichrandfugenbereich auszuschließen, sind die betreffenden Bohrkerne mit mindestens jeweils 30 bis 50 cm Abstand von

den anliegenden Wandoberflächen zu entnehmen.

Bei der Beprobung von Estrichen empfiehlt sich die möglichst zeitnahe Verwertung von Dämmstoff-Bohrkernproben (Durchmesser mindestens 4 cm), die bei der Installation der Saugtrocknung anfallen; ansonsten muss der Estrich bis zur Dämmschicht aufgestemmt werden. Für die immer auch notwendige, mikroskopische Untersuchung des betreffenden Probenmaterials ist die Orientierung der Probe zu kennzeichnen (z. B. die Oberseite), damit die entscheidende Unterseite der betreffenden Dämmschicht im Bohrkern im unberührten Zustand im Labor untersucht werden kann.

#### Entnahme von Estrichdämmstoffproben durch Kernbohrung oder Stemmen:

- Vor der Probenahme die ausgewählte Stelle von Staub befreien, möglichst desinfizieren (mit 70 bis 80%igem Alkohol, z. B. Spiritus oder Isopropanol, mit Wasser im Verhältnis 3:1 versetzt), mindestens gründlich feucht reinigen und gut trocknen.
- Werkzeuge (z. B. Meißel, Stecheisen, schmale Handstichsäge, Messer) möglichst desinfizieren und gut trocknen.
- Kernbohrung oder Estrich bis zur Dämmschicht aufstemmen.
- Falls gestemmt wurde, das herausgestemmte Material aus dem Loch entfernen und ein Stück Dämmmaterial über die gesamte Dicke der Dämmung (Durchmesser mindestens 4 cm) mithilfe eines Stecheisens, einer Handstichsäge oder eines Messers herausschneiden und z. B. mit einem ausgeklappten Zollstock herausnehmen.
- Bei entnommenem Dämmmaterial Ober- und/oder Unterseite deutlich kennzeichnen (z. B. wird bei Polystyrol im Labor die untere 1 cm dicke Schicht per Direktmikroskopie untersucht bzw. nach Zerkleinern suspendiert, siehe Suspensionsmethode). Bei Mehrschichtdämmung sind die Proben getrennt nach oberer und unterer Schicht zu entnehmen und entsprechend zu kennzeichnen. Proben fortlaufend nummerieren. Bei KMF-Dämmung nur aus der unteren Schicht Material entnehmen.

- Proben in saubere Beutel verpacken.
- Es sind Angaben zur Probenahmestelle zu machen (z. B. Proben aus Schadensbereich, Entfernung der Probenahmestelle vom Estrichrand, Referenz aus einem trockenen Bereich); vorzugsweise sollten ein Probenlageplan und eine Fotodokumentation, einschließlich einer Schadensbeschreibung sowie etwaiger Fragestellungen, beigelegt werden.

### 3.2.2

#### Direktmikroskopie

##### [DIN EN ISO 16000-21: 2014-05]

Bei der mikrobiologischen Untersuchung von Baustoffen ist es das Ziel, den vermeintlich aktiven, mikrobiellen Bewuchs durch mikroskopische Analyse nachzuweisen. Neben den bereits oben erwähnten Klebefilmpräparaten ist es auch möglich, kleine Materialproben (ca. 2 x 2 cm bis 5 x 5 cm, evtl. mit 1 cm Tiefenprofil) zu nehmen, um die Verbreitung des mikrobiellen Bewuchses im Baustoffprofil unter Umständen mit Unterstützung von geeigneten Anfärbelösungen (u. a. Anilinblau-Milchsäure-Lösung, siehe DIN EN ISO 16000-20, Lactophenolblau, PAS-Perjodessig-Schiff-Reaktion, FDA-Fluoresceindiacetat) unter dem Auflichtmikroskop nachzuweisen. Dies dient dazu, die mögliche Schadensursache (d. h. Tau- bzw. Kondensatschaden/Wasserschaden) einzugrenzen, bzw. den Sanierungsumfang (z. B. Rückbau bzw. Oberflächenbearbeitung) angemessen festlegen zu können. Die mikroskopische

Auswertung von Klebefilmpräparaten und Baustoffen wird aktuell im VDI-Arbeitskreis NA 134-04-04-05 UA „Erfassung von Mikroorganismen“ weiter validiert.

### 3.3

#### Raumluft

##### 3.3.1

#### Bestimmung der Lebendkeimzahl in der Raumluft (Luftkeimsammlung)

##### [DIN EN ISO 16000-18: 2012-01,

##### DIN EN ISO 16000-17: 2010-06]

Der Nachweis von keimfähigen Sporen oder vermehrungsfähigen Pilzbestandteilen in der Raumluft wird bei vermutetem Schimmel-

pilzbewuchs zur Abschätzung einer möglicherweise versteckten Innenraumquelle im betreffenden Gebäude sowie zur raumlufthygienischen Kontrollmessung eines schadensgegenständlichen Objektes nach der Sanierung durchgeführt. Nach quantitativer und qualitativer Auswertung der nachweisbaren Schimmelpilzspezies in der Raumluft ist keine unmittelbare, aber unter Umständen eine potenzielle gesundheitliche Beeinträchtigung abzuleiten.

Die zu untersuchenden Räumlichkeiten sollten acht Stunden vor dem Beginn der Messungen nicht gelüftet werden, um den möglichen Einfluss der mikrobiellen partikulären Belastung der Außenluft (Referenz) zu reduzieren. Sollte dies nicht möglich sein, muss der mögliche Außenlufteinfluss bei der Bewertung entsprechend deutlich berücksichtigt werden; eine Bewertung bezüglich eines Hinweises auf etwaige Schimmelpilzquellen im Innenraum ist dann nur bedingt, im Sommer häufig nur sehr schwerlich möglich. Darüber hinaus sollten im Vorfeld raumlufthygienischer Messungen auch keine Luftreinigungsgeräte betrieben werden.

Die Auswahl der zu messenden Räumlichkeiten, die fachgerechte Durchführung der Messung sowie die Bewertung der Analysedaten setzen einen hohen Sachverstand voraus und sollten nur von erfahrenen, sachkundigen Personen durchgeführt werden.

##### 3.3.2

#### Bestimmung der Partikelbelastung in der Raumluft (Objektträger – Bestimmung der Gesamtsporenanzahl)

##### [DIN EN ISO 16000-20: 2015-11]

Die Bestimmung der Partikelbelastung in der Raumluft dient zum Nachweis der keimfähigen als auch der nicht oder nur bedingt keimungsfähigen Pilzsporen und anderer Mikroorganismen (Gesamtsporen), biogener Zellfragmente und anderer partikulärer Belastungen. Die Methode ist daher besonders geeignet bei einem vermuteten Schimmelpilzbefall von gering, aber charakteristisch sporulierenden Pilzspezies (z. B. *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium globosum*). Die Methode ist weniger verwendbar für die Gattungen *Aspergillus spec.* und *Penicillium*

*spec.*, da die Sporen dieser Gattungen mikroskopisch nicht eindeutig unterschieden werden und daher hier nur als Grobabschätzung angegeben werden können.

Aufgrund inzwischen durchgeführter Ringversuche kann die Untersuchungsmethode als ausreichend validiert angesehen werden. Die Bestimmung der Gesamtsporen kann ebenso wie die Lebendkeimzahl helfen, Hinweise auf einen versteckten Schimmelpilzbewuchs zu finden bzw. den Erfolg einer Sanierung ergänzend zu dokumentieren. Auch bei einigen speziellen Fragestellungen, wie z. B. bei der Kontrollmessung nach Sanierung eines ehemals durch *Stachybotrys spec.* oder *Chaetomium spec.* belasteten Objektbereiches, ist die Methode als Ergänzung sehr gut geeignet (WTA-Merkblatt 4-12, 2021).

Auch hier gilt nach quantitativer und qualitativer Auswertung der nachweisbaren Schimmelpilzspezies in der Raumluft, dass daraus keine unmittelbare, sondern lediglich eine potenziell gesundheitliche Beeinträchtigung abzuleiten ist.

Die raumluftgängigen Pilzsporen und anderen Mikroorganismen, biogenen Zellfragmente sowie Partikel werden mittels kalibriertem Luftkeimsammler aus einem definierten Raumvolumen auf standardisierte, adhäsiv beschichtete Objektträger eingesogen (Impaktion). Die zu untersuchenden Räumlichkeiten sollten acht Stunden, bei Kontrolluntersuchungen nach Sanierung zwölf Stunden vor dem Beginn der Messungen nicht gelüftet werden, um den möglichen Einfluss der partikulären Belastung der Außenluft (Referenz) zu reduzieren; auch hier sollten im Vorfeld keine Luftreinigungsgeräte betrieben werden.

Im Rahmen der Gesamtsporenbestimmung spielt insbesondere die Erfassung von Asco- und Basidiosporen zur Abschätzung eines Außenlufteinflusses eine wichtige Rolle, um Fehldiagnosen durch Bestimmung der Lebendkeimzahl (Methode 3.1) zu minimieren.

Die Auswahl der zu messenden Räumlichkeiten, die fachgerechte Durchführung der Messung sowie die Bewertung der Analysedaten setzen ebenfalls einen hohen Sachverstand

voraus und sollten nur von erfahrenen, sachkundigen Personen durchgeführt werden.

### 3.3.3 Weitere Methoden für spezielle Fragestellungen

#### 3.3.3.1 Bestimmung mikrobieller Ausgasungen (MVOC-Messung)

Gasförmige Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen und Bakterien (MVOC – microbial volatile organic compounds) können als möglicher Hinweis auf einen versteckten mikrobiellen Bewuchs dienen. Der Nachweis von MVOC in der Raumluft ist jedoch nicht geeignet, einen mikrobiellen Bewuchs sicher festzustellen, da einige der betreffenden Substanzen auch in Baustoffen selbst auftreten können. Aufgrund der chemischen Persistenz der MVOC kann deren Analyse auch nicht zur Erfolgskontrolle nach einer Schimmelpilzsanierung herangezogen werden.

Die gasförmigen Stoffwechselprodukte werden mittels einer kalibrierten Pumpe aus einem definierten Raumvolumen in vorbereitete Sammelröhrchen eingesogen. Die zu untersuchenden Räumlichkeiten sollten auch hier acht Stunden vor dem Beginn der Messungen nicht gelüftet werden, um den möglichen Einfluss der natürlichen Belastungen der Außenluft (Referenz) weitgehend auszuschließen.

Die Auswahl der zu messenden Räumlichkeiten, die fachgerechte Durchführung der Messung sowie insbesondere die Bewertung der Analysedaten setzen einen hohen Sachverstand voraus und sollten nur von erfahrenen, sachkundigen Personen durchgeführt werden.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurden von verschiedenen Autoren Bewertungsschemata zu den MVOC veröffentlicht. Die Daten der einzelnen Autoren zeigen, dass sich die zur Bewertung von Schimmelschäden heranzuziehenden MVOC nicht nur in Art und Anzahl der Einzelstoffe, sondern auch in der Summenkonzentration erheblich unterscheiden. Die Gründe für die unterschiedlichen Bewertungsmaßstäbe sind bislang nicht abschlie-

ßend aufgeklärt, sodass die Methode nur noch selten eingesetzt wird.

### 3.3.3.2

#### **Bestimmung der Allergene in der Raumluft**

Die Quantifizierung und Bestimmung von Schimmelpilzarten in der Raumluft erlaubt, wie bereits ausgeführt, lediglich einen indirekten Rückschluss auf eine potenziell vorhandene Gesundheitsbeeinträchtigung für die jeweiligen Raumnutzer.

Im Zusammenhang mit durch Schimmelpilze belasteten Innenräumen sind insbesondere die allergisch bedingten Atemwegserkrankungen vorrangig zu betrachten.

Bei speziellen medizinischen Fragestellungen kann es daher sinnvoll sein, den Allergen-gehalt der Luft zu bestimmen. Mittels Probenahme luftgetragener Partikel und anschließender direkter Quantifizierung der darin enthaltenen Allergene kann, im Vergleich zu einer Referenzprobe nach Allergenmessung (ELISA) und Auswertung, die potenzielle, allergene Gesundheitsbeeinträchtigung besser eingeschätzt werden.

Die Probenahme erfolgt mittels Filtration oder durch ein für den Innenraum optimiertes Verfahren mit einem Luftkeimsammler (Impaktor) und einem speziell entwickelten Sammelkopf direkt in die dort positionierten ELISA-Reaktionsgefäße.

Die Auswahl der zu messenden Räumlichkeiten, die fachgerechte Durchführung der Messung sowie die besondere Bewertung der Analysedaten setzen einen hohen Sachverstand voraus und sollten nur von erfahrenen, sachkundigen Personen durchgeführt werden.

### 3.3.3.3

#### **Gesamtzellbestimmung zum Nachweis von lebenden und abgestorbenen Mikroorganismen**

Diese Methode soll zum Nachweis von lebenden und abgestorbenen Schimmelpilz- und Bakterienzellen dienen. Die bis zu diesem Zeitpunkt für die Gesamtzellzahlbestimmung

angewandten unterschiedlichen Färbeverfahren sind für diesen Anwendungsbereich noch nicht ausreichend validiert und die Ergebnisse entsprechend nicht vergleichbar. Aus diesem Grund wird die Methode hier nicht beschrieben.

### 3.3.3.4

#### **Forensische Nachweisverfahren**

Mithilfe bestimmter UV- bzw. IR-Anregungen können biogene Strukturen zur Eigenfluoreszenz angeregt und mittels verschiedener Filter sichtbar gemacht werden. Trotz der potenziellen Möglichkeiten zur Bewuchserkennung ist der direkte Nachweis von mikrobiellen Befallsherden auf Bauteiloberflächen durch die Ergebnisse der forensischen Untersuchungen nicht immer sicher möglich, sondern nur ergänzend mit mikrobiologischen Untersuchungsverfahren zu führen.

## 4

### **Bewertung mikrobiologischer Analyseergebnisse**

Aufgrund der verschiedenartigen Standort- und Entstehungsbedingungen unterschiedlicher Gebäude (u. a. Neubau/Altbau, Massivbau/Leichtbau, Keller/Wohnraum) gibt es bis heute und wird es auch in Zukunft kaum allgemein verlässliche Hintergrundwerte für einen „mikrobiell-hygienisch bauüblichen Gebäudezustand“ geben. Das Fehlen einer wissenschaftlich abgesicherten Dosis-Wirkungs-Beziehung erschwert zudem die Definition von „hygienisch akzeptablen bzw. gesundheitlich relevanten Keimkonzentrationen“ in Innenräumen.

Die Komplexität und Verschiedenartigkeit von Feuchte- und Schimmelpilzschäden lassen demnach Forderungen nach der Wiederherstellung eines „hygienisch geschuldeten Bauzustandes“ aktuell ähnlich ins Leere laufen wie gesundheitlich relevante Erwartungen an einen „hygienisch einwandfreien Wohnzustand“.

Aus diesem Grund gibt es für mikrobiologische Analyseergebnisse auch keine gesetzlich bindenden Grenz- oder Richtwerte, sondern allenfalls Bewertungshilfen für eine „hy-

gienisch vom Normalzustand abweichende Bausituation“ (Aufmerksamkeitswert).

Diese Abweichung ist nach Maßgabe der einschlägigen Regelwerke dann gegeben, wenn neben besonders auffälligen Keimkonzentrationen ein mikroskopisch nachweislich strukturierter Schimmelpilzbewuchs oder andere aktive mikrobielle Befallsherde über ein vertretbares, bauartbedingtes Maß hinaus vorliegen.

Für die Bewertung mikrobiologischer Analyseergebnisse stehen bislang nur empirische Bewertungshilfen einschlägiger Leitfäden sowie verschiedene individuelle, und damit nicht allgemein anerkannte Bewertungsmaßstäbe unterschiedlicher Labore zur Verfügung.

Um möglichen Fehlinterpretationen auf Basis der bislang vorliegenden Bewertungsgrundlagen entgegenzuwirken, werden im Folgenden mit der Darlegung der zusammenfassenden Auswertungs- und Laborberichtsformulare orientierende Vorschläge für die Definition von sogenannten Aufmerksamkeitswerten für die Bewertung mikroskopischer Analysen, baustoffbezogener Keimzahlbestimmungen sowie raumlufthygienischer Messwerte gemacht.

Die betreffenden Vorschläge stellen einen Kompromiss zwischen den bislang verschiedentlich vorgeschlagenen Bewertungshilfen des Umweltbundesamtes sowie einschlägiger Literaturquellen und den langjährigen Erfahrungen aus Tausenden von Analysen der am Netzwerk Schimmel e. V. beteiligten Mikrobiologen dar.

Die hier dargelegten „Aufmerksamkeitswerte“ sollen dem Sachverständigen im jeweiligen Schadens- oder Streitfall eine plausible und nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage geben. So sind bei Überschreitung des „Aufmerksamkeitswertes“ vom verantwortlichen Sachverständigen angemessene und ökonomisch vertretbare Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren und einzuleiten, die die Wiederherstellung einer bauartbedingten bzw. bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können; man kann den „Aufmerksamkeitswert“ daher auch als „Eingriffswert“ bezeichnen.

#### 4.1 Mikroskopische Analyse von Klebefilmpräparaten und Baustoffen

[DIN EN ISO 16000-21: 2014-05 sowie in Bearbeitung: VDI 4300, Blatt 13]

Die Bewertung der Ergebnisse kann folgendermaßen durchgeführt werden:

- keine bzw. sehr vereinzelte Sporen und/oder Myzelbruchstücke ohne Myzelien und Sporenträger (bauartbedingte Verschmutzung)
- + vereinzelte bzw. mäßig viele Sporen und/oder Myzelbruchstücke ohne zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger (mikrobielle Verunreinigung)
- ++ auffällige Anreicherung von Sporen und/oder Myzelbruchstücken, vereinzelt zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger (mäßiger Befall) (Aufmerksamkeitswert)
- +++ viele bzw. sehr viele Sporen, zusammenhängende Myzelien, mit der Matrix assoziiert, und ausgebildete Sporenträger, d. h. strukturierter Schimmelpilzbewuchs (eindeutiger Befall)

#### Aufmerksamkeitswert:

Der Nachweis eines vereinzelten strukturierten Schimmelpilzbewuchses (d. h. intakte zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger) mittels Klebefilmpräparat oder Direktmikroskopie beschreibt die Überschreitung eines Aufmerksamkeitswertes; auch der Nachweis von auffälligen Anreicherungen an Kotpillen schimmelpilzverzehrender Milben kann als Indiz eines zumindest ehemals ausgeprägten Schimmelpilzbewuchses dienen. An diesem Punkt, und auch bei auffällig erhöhten Kontaminationen von Pilzsporen und Hyphenbruchstücken, sind vom verantwortlichen Sachverständigen etwaige angemessene Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren, die die Wiederherstellung einer bauartbedingten bzw. bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können.

## 4.2 Quantitative Anreicherung wachstumsfähiger Schimmelpilzbestandteile in Baustoffen (Suspensionsverfahren) [DIN EN ISO 16000-21: 2014-05 und DIN EN ISO 16000-17: 2010-06]

Für die Bewertung der Ergebnisse, die in KBE/Masse in g angegeben werden, ist es wichtig, die Dichte des Materials zu berücksichtigen. Zum Beispiel ist die Grenze zwischen normalem Hintergrund und erhöhter Belastung bei „leichtgewichtigen“ Polystyrolschaum (EPS = Expandiertes Polystyrol), der eine sehr geringe Dichte aufweist (ca. 0,02 bis 0,05 g/cm<sup>3</sup> bzw. ca. 20 bis 50 cm<sup>3</sup>/g), aufgrund des relativ großen Volumens pro Gramm hoch an-

zusetzen. Bei „kompaktem“ Putz, der eine höhere Dichte aufweist (ca. 1,5 g/cm<sup>3</sup> bzw. ca. 0,7 cm<sup>3</sup>/g), ist sie dagegen aufgrund des relativ geringen Volumens pro Gramm sehr viel niedriger zu definieren. Da mit dem kulturtechnischen Nachweis nur sehr bedingt eine Unterscheidung zwischen mikrobiellem Bewuchs und Kontamination möglich ist, wird mit den Ergebnissen der Keimzählung immer nur indirekt die Wahrscheinlichkeit von mikrobiellem Wachstum angegeben. Die deutliche Kontamination einer Materialprobe mit wachstumsfähigen Sporen muss kein aktives Schimmelpilzwachstum bedeuten; dieses Schimmelpilzwachstum ist daher stets durch mikroskopische Analysen zu verifizieren!

### 4.2.1 Bewertungsschema für Baustoffe hoher Dichte

Die Ergebnisse der quantitativen Anreicherung wachstumsfähiger Schimmelpilze auf Baustoffen hoher Dichte (z. B. Putz, Tapete) sind nach folgenden Einstufungen zu bewerten:

-	bauartbedingte Verschmutzung:	< 1.000 KBE/g
+	mikrobielle Verunreinigung:	1.000 bis 5.000 KBE/g
++	Hinweis auf mäßigen Bewuchs ( <b>Aufmerksamkeitswert</b> ):	5.000 bis 50.000 KBE/g
+++	eindeutiger Bewuchs:	> 50.000 KBE/g

Die Bewertung der mikrobiell-organischen Belastung ist u. a. von der Art des befallenen Materials und der Repräsentativität der Probe abhängig. Die Konzentrationsspielräume ergeben sich aufgrund der Streubreite der mikrobiologischen Auswertung.

#### Aufmerksamkeitswert:

Der indirekte Nachweis eines möglichen Schimmelpilzwachstums bei einer deutlich erhöhten Konzentration an wachstumsfähigen Pilzsporen und Pilzbestandteilen (5.000 bis 50.000 KBE/g Baustoffprobe hoher Dichte) beschreibt die Überschreitung eines Aufmerksamkeitswertes. An diesem Punkt sind unter Berücksichtigung der mikroskopischen Analyse (!) und allgemeiner wie objektbezogener Hintergrundkonzentrationen vom verantwortlichen Sachverständigen etwaige angemessene Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren, die die Wiederherstellung einer bauartbedingten bzw. bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können. Berücksichtigt

werden muss bei der Bewertung zudem, dass die nachweislich aufgewachsenen Schimmelpilze auch feuchteschadenstypische Spezies darstellen und nicht auf vornehmlich ubiquitäre, außenlufttypische Arten zurückgehen.

### 4.2.2 Bewertungsschema für Baustoffe geringer Dichte

Die Ergebnisse der quantitativen Anreicherung wachstumsfähiger Schimmelpilze auf Baustoffen geringer Dichte (z. B. Polystyrolschaum, Mineralwolle) sind nach folgenden Einstufungen zu bewerten (vgl. auch Anlage 6 des UBA-Schimmelleitfadens, 2017):

Baustoff	<b>Bauartbedingte Verschmutzung</b> (unauffällige Kontamination und kein Bewuchs)	<b>Mikrobielle Verunreinigung</b> (leichte Kontamination oder sehr geringer Bewuchs)	<b>Mäßiger Bewuchs</b> (deutliche Kontamination, oder geringer bzw. lokaler Bewuchs) <b>(Aufmerksamkeitswert)</b>	<b>Eindeutiger Bewuchs</b> (deutliche Kontamination und strukturierter Bewuchs)
Polystyrol oder Mineralwolle	<b>Kultivierung</b> < 10 <sup>4</sup> KBE/g	<b>Kultivierung</b> 10 <sup>4</sup> – 2 x 10 <sup>5</sup> KBE/g	<b>Kultivierung</b> 2 x 10 <sup>5</sup> – 5 x 10 <sup>5</sup> KBE/g	<b>Kultivierung</b> > 5 x 10 <sup>5</sup> KBE/g
	und/oder <sup>1)</sup>	und/oder <sup>1)</sup>	und/oder <sup>1)</sup>	und/oder <sup>1)</sup>
	<b>Mikroskopie:</b> keine bzw. sehr vereinzelte Sporen und/oder Myzelbruchstücke <u>ohne</u> Myzelien und Sporenträger	<b>Mikroskopie:</b> vereinzelte bzw. mäßig viele Sporen und/oder Myzelbruchstücke <u>ohne</u> zusammenhängende Myzelien und ausgebildete Sporenträger	<b>Mikroskopie:</b> auffällige Anreicherung von Sporen und/oder Myzelbruchstücken vereinzelt zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger vereinzelte Milben(-kotpillen)	<b>Mikroskopie:</b> viele bzw. sehr viele Sporen, zusammenhängende Myzelien und ausgebildete Sporenträger (strukturierter Schimmelpilzbewuchs) viele Milben(-kotpillen)

<sup>1)</sup> „und/oder“ bedeutet Kultivierung und Mikroskopie oder ausschließlich Mikroskopie.

### Aufmerksamkeitswert:

Der Nachweis eines strukturierten Schimmelpilzbewuchses (d. h. intakte zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger) bzw. einer auffällig erhöhten Kontamination von Pilzsporen und Hyphenbruchstücken mittels Klebefilmpräparat oder Direktmikroskopie beschreibt, insbesondere im Zusammenhang mit einer deutlich erhöhten Konzentration an wachstumsfähigen, feuchteschadenstypischen Pilzsporen (> 200.000 KBE/g Baustoffprobe) oder einer deutlichen Anreicherung hygienisch besonders relevanter Schimmelpilzarten (u. a. *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium globosum*), die Überschreitung eines **Aufmerksamkeitswertes**; auch der Nachweis von auffälligen Anreicherungen an Kotpillen schimmelpilzverzehrender Milben kann als Indiz eines zumindest ehemals ausgeprägten Schimmelpilzbewuchses dienen. Treffen diese dem Aufmerksamkeitswert entsprechenden mikrobiologischen Auffälligkeiten auf mehr als 30 % einer repräsentativen Probenanzahl zu, ist an diesem Punkt vom verantwortlichen Sachverständigen zu entscheiden, ob und wie angemessene Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren sind, die die Wiederherstellung einer bauart-

bedingten bzw. bauüblichen mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können.

Ergänzende Hinweise zur Bewertung der Bakterienbelastung: Erfahrungswerte einzelner Laboratorien zeigen, dass die Konzentrationen in den jeweiligen Beurteilungskategorien um ca. eine Zehnerpotenz höher liegen als die Konzentrationen von Schimmelpilzen. Hier ist anzunehmen, dass ab extremen Konzentrationen von > 10<sup>7</sup> KBE Bakterien/g Material der **Aufmerksamkeitswert** überschritten wird. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu bedenken, dass Bakterien im Zuge einer ausreichenden Trocknung kaum überlebensfähig sind und in der Regel eher einen vernachlässigbaren Anteil an vermeintlicher Biomasse in Baustoffen darstellen; damit ist die bakterielle Befundung von untergeordneter Bedeutung bei der hygienischen Bewertung von Feuchteschäden. Signifikante Anreicherungen von Fäkalbakterien sind dagegen allein schon aufgrund der damit häufig verbundenen Geruchsbelastungen inakzeptabel; das würde auch für potenziell infektiöse, thermophile Aktinomyceten, sofern unter den vergleichsweise kühlen Baubedingungen nachweisbar, gelten.

### 4.3 Raumlufthygienische Kontrollmessung im Rahmen der Sanierungskontrolle [DIN EN ISO 16000-18: 2012-01, DIN EN ISO 16000-17: 2010-06, DIN EN 16000-20: 2015-11]

Die Bewertungshilfen des Umweltbundesamtes („Schimmelpilzleitfaden“) bei raumlufthygienischen Untersuchungen (z. B. wachstumsfähige Pilzsporen bzw. Gesamtsporen) dienen in erster Linie der Feststellung einer „hygienisch vom Normalzustand abweichenden Bausituation“, deren Ursache zu suchen und zu beseitigen ist.

Für die Abnahme einer erfolgreichen Sanierung des Schadens eignen sich die dargelegten UBA-Bewertungshilfen aufgrund ihrer engen Auslegung für die Baupraxis jedoch nicht. Daher werden auch hier entsprechend angepasste „Aufmerksamkeitswerte“ genannt, die bei Unterschreitung erlauben, die betreffenden Räumlichkeiten bzw. Objektbereiche nach der Sanierung eines Schimmelpilzschadens wieder zur Nutzung freizugeben.

Die raumlufthygienische Kontrollmessung erfolgt vorzugsweise nach dem Rückbau der mit Schimmelpilz belasteten Baumaterialien mit anschließender Feinreinigung, kann aber auch nach der Wiederherstellung der Räume durchgeführt werden. In beiden Fällen ist unbedingt sicherzustellen, dass im Laufe der sanierungsbegleitenden Kontrolluntersuchungen (d. h. Sichtbefundungen, mikroskopische Analysen oder biochemische Nachweisverfahren) keine schadensursächlichen mikrobiellen Befallsherde bzw. auffälligen mikrobiell-organischen Verunreinigungen mehr feststellbar sind.

Die Raumluftmessung kann mittels Impaktion der Sporen auf beschichteten Objektträgern (Bestimmung der Gesamtsporenanzahl gemäß DIN EN ISO 16000-20) oder mittels Probenahme mit kultivierungsbasiertem Nachweis (Impaktion auf Nährböden oder Filtration mit anschließender Kultivierung, Bestimmung der wachstumsfähigen Pilzsporen: DIN EN ISO 16000-18, DIN EN ISO 16000-16 und DIN EN ISO 16000-17) durchgeführt werden. Aufgrund inzwischen durchgeführter Ringversuche kann die Bestimmung der Gesamtsporenanzahl als ausreichend validierte Methode angesehen werden.

Gemäß „WTA-Merkblatt 4-12, 05.2021“ wird die Messung nach einer Mobilisierung der ggf. noch vorhandenen Stäube und Schimmelpilzbestandteile durchgeführt.

Als grundsätzliche Orientierung gilt: Räume können nach der Sanierung eines Schimmelpilzschadens zur Nutzung freigegeben werden, wenn die Ergebnisse der visuellen Kontrolle eine fachgerechte Reinigung indizieren und die Messergebnisse der Gesamtsporensammlung die in der Tabelle des WTA-Merkblattes und die Bestimmung der wachstumsfähigen Pilzsporen die in der folgenden Tabelle aufgeführten Kriterien erfüllen:

Bewertungskriterien nach „WTA-Merkblatt 4-12, 05.2021“ (Basis: Auswertung diverser Labormessungen) zur Beurteilung des Feinreinigungserfolges durch Messung der Schimmelpilzbestandteile (Gesamtsporen) in der Raumluft:

Pilztyp	Aufmerksamkeitswerte	
	Konzentration im Vergleich zur Außenluft [Gesamtsporen/m <sup>3</sup> ]	
	<u>vor</u> Mobilisierung	<u>nach</u> Mobilisierung
Typ Aspergillus/Penicillium	300	800
Chaetomium	50	100
Hyphenstücke	100	300
Stachybotrys	20	50
Typ Scopulariopsis/Doratomyces	100	300

**Bewertungskriterien zur Beurteilung des Feinreinigungserfolges durch Bestimmung der kultivierbaren Schimmelpilze (Impaktion auf Nährböden):**

Gruppe	Aufmerksamkeitswerte	
	Konzentration im Vergleich zur Außenluft [KBE/m <sup>3</sup> ] <u>vor</u> Wiederherstellung <sup>1)</sup>	<u>nach</u> Wiederherstellung
Summe innenraumrelevanter Arten	≤ 500	≤ 300
einzelne innenraumrelevante Arten	≤ 300	≤ 150
- Arten mit geringer Keimfähigkeit auf Nährböden, mit vergleichsweise schlechter Luftgängigkeit, deutlich feuchteschadenstypisch bzw. von besonderer hygienischer Bedeutung	≤ 50	≤ 30

Die für die Partikelsammlung und Bestimmung der wachstumsfähigen Pilzsporen angegebenen Aufmerksamkeitswerte stellen einen in der Praxis auftretenden durchschnittlichen Grenzbereich dar und sind so gewählt, dass sich darunter liegende Werte nach derzeitigem Stand der Erfahrungen im Bereich einer üblichen Hintergrundkonzentration nach Sanierung befinden; d. h., bei Unterschreitung sind in der Regel keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Nach dem WTA-Merkblatt kann das Ergebnis der Bestimmung der Gesamtsporenanzahl, wenn alle anderen Ergebnisse der visuellen Kontrolle eine fachgerechte Reinigung indizieren, auch dann akzeptiert werden, wenn die Anzahl für einen Typ oder eine Gattung geringfügig überschritten wird (bis max. 50%); das gilt auch für das Ergebnis der Bestimmung der Konzentration kultivierbarer Schimmelpilze. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass bei Kontrollmessungen vor Wiederherstellung häufig noch offene, nicht vollständig zu entstaubende Flächen (z. B. freiliegendes Ziegelmauerwerk oder Beton-

flächen nach Entfernung von Verputz bzw. Estrich) vorliegen, wodurch eine in der Praxis erreichbare Konzentration in der Regel höher liegt als nach Wiederherstellung; auch hier können Überschreitungen in entsprechendem Maße akzeptiert werden.

Falls die gesamten oder einzelne dieser Kriterien nicht erfüllt sind, muss – im Einzelfall in Abhängigkeit von den Rahmenbedingungen – entschieden werden, ob trotzdem eine sofortige Freigabe möglich ist oder erst nach Durchführung weiterer Maßnahmen (z. B. gezielte Reinigung ohne weitere Kontrollmessung oder erneute Feinreinigung mit Kontrollmessung). Bei dieser Entscheidung müssen u. a. mögliche zur Kenntnis gelangte gesundheitliche Beschwerden der Raumnutzer (durch strengere Auslegung der Aufmerksamkeitswerte) sowie die durchschnittliche Raumnutzung berücksichtigt werden (z. B. seltene Nutzung: großzügigere Auslegung der Aufmerksamkeitswerte). Hierbei kann die Einteilung in Nutzungsklassen des UBA im Schimmelleitfaden 2017 (Seite 125, Tabelle 11) hilfreich sein.

## 5

### Auswertungs- und Laborberichtsformulare (Beispiele und Hinweise)

Adresse Auftraggeber

Ihr Ansprechpartner:

Telefondurchwahl:

E-Mail:

Datum:

### Laborbericht

Auftraggeber:

**Adresse Auftraggeber**

Ihr Auftragsdatum:

Labor-Auftragsnr.:

Ihre Auftrags-/Projektnr.:

Labor-Probennr.:

Probeneingang:

Analysezeitraum:

Probennehmer:

Berichtsnr.:

### Prüfgegenstand/Prüfmaterial

Die Proben wurden dem Labor vom Auftraggeber zugeschickt.

Projekt/Objekt	Probenart	Probenanzahl
	Klebefilmpräparate	
	Materialproben	
	Impaktionsagarplatten	
	Partikelsammlung	
	Klebefilmpräparate	

### Untersuchung

Quantitative und qualitative Analyse von Schimmelpilzen einschließlich Bewertung

#### 1. Prüfverfahren

Verfahren	Norm	Modifikation/Hinweis
<u>Luftproben</u> (Impaktion)	Analyse: DIN EN ISO 16000-17: 2010-06	Die Angaben zum gezogenen Luftvolumen stammen vom Auftraggeber.
<u>Gesamtsporenzahlbestimmung</u>	Analyse: DIN EN ISO 16000-20: 2015-11	Die Angaben zum gezogenen Luftvolumen stammen vom Auftraggeber.
<u>Luftproben</u> (Filtration)	Analyse: DIN EN ISO 16000-17: 2010-06	
<u>Materialproben</u> (Suspension)	Aufarbeitung: DIN EN ISO 16000-21: 2014-05 Analyse: DIN EN ISO 16000-17: 2010-06	
<u>Klebefilmprobe</u>	Analyse: DIN EN ISO 16000-21: 2014-05	
<u>Abstrichprobe</u>	Aufarbeitung/Analyse: DIN EN ISO 16000-21: 2014-05	
<u>Abklatschprobe</u>	Kultivierung/Analyse: DIN EN ISO 16000-21: 2014-05 DIN EN ISO 16000-17: 2010-06	
Die Verantwortlichkeit für die Einhaltung normativer Vorgaben zu Probenahme, Lagerung und Transport obliegt dem Auftraggeber. Die Einhaltung ist vom Auftragnehmer nicht prüfbar.		

## 2. Untersuchungsergebnisse

### 2.1 Klebefilmpräparate und Direktmikroskopie von Baustoffen (Nachweis von Oberflächenbewuchs)

Probenr.	Probenbezeichnung/Probenahmestelle (Bezeichnung des Auftraggebers)	Probenart		
1		Klebefilmpräparat Klebefilmpräparat von der Materialprobe		
2				
3				
Probennummer		1	2	3
Pilzart				
<i>Acremonium</i> sp.				
<i>Aspergillus glaucus</i> -Komplex				
<i>Aspergillus penicillioides</i> / <i>Aspergillus restrictus</i>				
<i>Aspergillus</i> sp. (Typ <i>A. versicolor</i> )				
<i>Cladosporium</i> spp.				
<i>Penicillium</i> spp.				
<i>Stachybotrys chartarum</i>				
steriles Myzel				
nicht bestimmte Schimmelpilze				
<b>Gesamtbewuchsdichte</b>				

- Legende:
- keine bzw. sehr vereinzelte Sporen und/oder Myzelbruchstücke ohne Myzelien und Sporenträger (bauartbedingte Verschmutzung)
  - + vereinzelte bzw. mäßig viele Sporen und/oder Myzelbruchstücke ohne zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger (mikrobielle Verunreinigung)
  - ++ auffällige Anreicherung von Sporen und/oder Myzelbruchstücken, vereinzelt zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger (mäßiger Befall) (Aufmerksamkeitswert)
  - +++ viele bzw. sehr viele Sporen, zusammenhängende Myzelien und ausgebildete Sporenträger, d. h. strukturierter Schimmelpilzbewuchs (eindeutiger Befall)

#### Aufmerksamkeitswert:

Der Nachweis eines vereinzelten strukturierten Schimmelpilzbewuchses (d. h. intakte zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger) mittels Klebefilmpräparat oder Direktmikroskopie beschreibt die Überschreitung eines Aufmerksamkeitswertes; auch der Nachweis von auffälligen Anreicherungen an Kotpillen schimmelpilzverzehrender Milben kann als Indiz eines zumindest ehemals ausgeprägten Schimmelpilzbewuchses dienen. An diesem Punkt, und auch bei auffällig erhöhten Kontaminationen von Pilzsporen und Hyphenbruchstücken, sind vom verantwortlichen Sachverständigen etwaige angemessene Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren, die die Wiederherstellung einer bauartbedingten bzw. bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können.

## 2.2

### Quantitative Anreicherung wachstumsfähiger Mikroorganismen in Baustoffen (ausgenommen Estrichdämmungen)

Probennr.	Probenbezeichnung/ Probenahmestelle	Material	Suspension:		Agar		
	(Bezeichnung des Auftraggebers)		g	ml			
1		Putz (nass)			DG-18 MEA		
2		Putz (trocken)					
3		künstliche Mineralfaser					
Probennummer		1		2		3	
Pilzart	KBE/g	Wachstum <sup>3)</sup>	KBE/g	Wachstum <sup>3)</sup>	KBE/g	Wachstum <sup>3)</sup>	
Acremonium strictum							
Alternaria sp.							
Aspergillus glaucus-Komplex (früher Eurotium spp.)							
Aspergillus restrictus							
Aspergillus versicolor-Sektion							
Chaetomium globosum							
Cladosporium sphaerospermum							
Penicillium brevicompactum							
Penicillium chrysogenum							
Stachybotrys chartarum							
steriles Myzel							
nicht bestimmte Schimmelpilze							
Gesamt-KBE Schimmelpilze <sup>1)</sup>							
Gesamt-KBE Hefen							
Nachweisgrenze <sup>2)</sup>							
Schimmelpilzbelastung der Materialprobe <sup>3)</sup>							

<sup>1)</sup> Zur Bestimmung der Gesamt-KBE wird in der Regel das Ergebnis der DG-18-Agarplatten verwendet. Schimmelpilzarten, die auf DG-18-Agar nicht kultiviert werden können, werden auf Malzextrakt-Agar kultiviert, ausgezählt und zu den auf der DG-18 Platte ermittelten KBE hinzugezählt.

<sup>2)</sup> Nachweisgrenze in KBE/g Material entspricht 1 KBE auf 1 Agarplatte der konzentrierten Suspension (100 µl).

<sup>3)</sup> Stufen der Schimmelpilzbelastung bei Materialproben (Kontamination oder Wachstum, ausgenommen Estrichdämmungen aus Polystyrol/künstlicher Mineralfaser). Die Belastung des Gesamtschadens ist u. a. von der Art des befallenen Materials und der Repräsentativität der Probe abhängig. Die großen Konzentrationsspielräume sind aufgrund der stark variierenden Dichte und der unterschiedlichen Feuchtegehalte der Materialien erforderlich (1. Wert: Baustoffe hoher Dichte; 2. Wert: Baustoffe geringer Dichte):

- keine Belastung/normaler Hintergrund: < 1.000 KBE/g und < 10.000 KBE/g
- + Kontamination oder geringes Schimmelpilzwachstum: 1.000 bis 5.000 KBE/g und 10.000 bis 200.000 KBE/g, vorwiegend Indikatorarten für Feuchteschäden
- ++ Schimmelpilzwachstum (**Aufmerksamkeitswert**): 5.000 bis 50.000 KBE/g und 200.000 bis 500.000 KBE/g, vorwiegend Indikatorarten für Feuchteschäden
- +++ starkes Schimmelpilzwachstum: > 50.000 KBE/g und > 500.000 KBE/g

**Anmerkung:** Keine Fotos von entwickelten Kulturplatten; diese implizieren beim Laien immer eine starke Belastung, da er die Anzahl an KBE pro g oder m<sup>3</sup> Luft nicht umrechnen und bewerten kann!

**Aufmerksamkeitswert:**

Der indirekte Nachweis eines möglichen Schimmelpilzwachstums bei einer deutlich erhöhten Konzentration an wachstumsfähigen Pilzsporen (5.000 bis 50.000 KBE/g Baustoffprobe hoher Dichte bzw. 200.000 bis 500.000 KBE/g Baustoffprobe geringer Dichte) beschreibt die Überschreitung eines Aufmerksamkeitswertes. An diesem Punkt sind unter Berücksichtigung der mikroskopischen Analyse (!) und allgemeiner wie objektbezogener Hintergrundkonzentrationen vom verantwortlichen Sachverständigen etwaige angemessene Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren, die die Wiederherstellung einer bauartbedingten bzw. bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können. Berücksichtigt werden muss bei der Bewertung zudem, dass die nachweislich aufgewachsenen Schimmelpilze auch feuchteschadenstypische Spezies darstellen und nicht auf vornehmlich ubiquitäre, außenluft-typische Arten zurückgehen.

## 2.3

### Untersuchung von Dämmmaterial aus Fußbodenaufbauten (Polystyrolschaum, künstliche Mineralfasern)

#### 2.3.1

##### Konzentration kultivierbarer Schimmelpilze

Probe Nr.	Probenbezeichnung / Probenahmestelle	Material	Suspension:		Agar
			g	ml	
1.1		Polystyrolschaum			DG-18, MEA
Probennummer:		1.1			
Pilzart:		KBE / g			
<i>Acremonium murorum</i>					
<i>Aspergillus versicolor</i>					
<i>Fusarium</i> sp.					
<i>Penicillium chrysogenum</i>					
<i>Tritirachium album</i>					
Nicht bestimmte Schimmelpilze					
<b>Gesamt-KBE</b>					
Nachweisgrenze					

#### 2.3.2

##### Klebefilmpräparate und Direktmikroskopie von Baustoffen (Nachweis von Oberflächenbewuchs)

Probe Nr.	Bezeichnung / Probenahmestelle	Probenart
1.2		Klebefilmpräparat von der Materialprobe / Direktmikroskopie
Probennummer:		1.2
Pilzart:		
<i>Acremonium murorum</i>		
<i>Aspergillus versicolor</i>		
<i>Fusarium</i> sp.		
<i>Tritirachium album</i>		

- Legende:
- keine bzw. sehr vereinzelt Sporen und/oder Myzelbruchstücke ohne Myzelien und Sporenträger (bauartbedingte Verschmutzung)
  - + vereinzelt bzw. mäßig viele Sporen und/oder Myzelbruchstücke ohne zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger (mikrobielle Verunreinigung)
  - ++ auffällige Anreicherung von Sporen und/oder Myzelbruchstücken, vereinzelt zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger (mäßiger Befall) (**Aufmerksamkeitswert**)
  - +++ viele bzw. sehr viele Sporen, zusammenhängende Myzelien, mit der Matrix assoziiert, und ausgebildete Sporenträger, d. h. strukturierter Schimmelpilzbewuchs (eindeutiger Befall)

### 2.3.3

#### Bewertungstabelle zum Schimmelpilzbewuchs von Estrichdämmung

Baustoff	Bauartbedingte Verschmutzung (unauffällige Kontamination und kein Bewuchs)	Mikrobielle Verunreinigung (leichte Kontamination oder sehr geringer Bewuchs)	Mäßiger Befall (deutliche Kontamination, oder geringer bzw. lokaler Bewuchs) (Aufmerksamkeitswert)	Eindeutiger Befall (deutliche Kontamination und strukturierter Bewuchs)
	<b>Kultivierung</b> < 10 <sup>4</sup> KBE/g	<b>Kultivierung</b> 10 <sup>4</sup> – 2 x 10 <sup>5</sup> KBE/g	<b>Kultivierung</b> 2 x 10 <sup>5</sup> – 5 x 10 <sup>5</sup> KBE/g	<b>Kultivierung</b> > 5 x 10 <sup>5</sup> KBE/g
Polystyrol	und/oder <sup>1)</sup>	und/oder <sup>1)</sup>	und/oder <sup>1)</sup>	und/oder <sup>1)</sup>
oder Mineralwolle	<b>Mikroskopie:</b> keine bzw. sehr vereinzelte Sporen und/oder Myzelbruchstücke <u>ohne</u> Myzelien und Sporenträger	<b>Mikroskopie:</b> vereinzelte bzw. mäßig viele Sporen und/oder Myzelbruchstücke <u>ohne</u> zusammenhängende Myzelien und ausgebildete Sporenträger	<b>Mikroskopie:</b> auffällige Anreicherung von Sporen und/oder Myzelbruchstücken vereinzelt zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger vereinzelte Milben(-kotpillen)	<b>Mikroskopie:</b> viele bzw. sehr viele Sporen, zusammenhängende Myzelien und ausgebildete Sporenträger (strukturierter Schimmelpilzbewuchs) viele Milben(-kotpillen)

<sup>1)</sup> „und/oder“ bedeutet Kultivierung und Mikroskopie oder ausschließlich Mikroskopie.

#### Aufmerksamkeitswert:

Der Nachweis eines strukturierten Schimmelpilzbewuchses (d. h. intakte zusammenhängende Myzelien und/oder ausgebildete Sporenträger) bzw. einer auffällig erhöhten Kontamination von Pilzsporen und Hyphenbruchstücken mittels Klebefilmpräparat oder Direktmikroskopie beschreibt, insbesondere im Zusammenhang mit einer deutlich erhöhten Konzentration an wachstumsfähigen, feuchteschadenstypischen Pilzsporen (> 200.000 KBE/g Baustoffprobe) oder einer deutlichen Anreicherung hygienisch besonders relevanter Schimmelpilzarten (u. a. *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium globosum*), die Überschreitung eines Aufmerksamkeitswertes; auch der Nachweis von auffälligen Anreicherungen an Kotpillen schimmelpilzverzehrender Milben kann als Indiz eines zumindest ehemals ausgeprägten Schimmelpilzbewuchses dienen. Treffen diese dem Aufmerksamkeitswert entsprechenden mikrobiologischen Auffälligkeiten auf mehr als 30 % einer repräsentativen Probenanzahl zu, ist an diesem Punkt vom verantwortlichen Sachverständigen zu entscheiden, ob und wie angemessene Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren sind, die die Wiederherstellung einer bauartbedingten bzw. bauüblichen mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können.

Ergänzende Hinweise zur Bewertung der Bakterienbelastung: Erfahrungswerte einzelner Laboratorien zeigen, dass die Konzentrationen in den jeweiligen Beurteilungskategorien um ca. eine Zehnerpotenz höher liegen als die Konzentrationen von Schimmelpilzen. Hier ist anzunehmen, dass ab extremen Konzentrationen von > 10<sup>7</sup> KBE Bakterien/g Material der Aufmerksamkeitswert überschritten wird. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu bedenken, dass Bakterien im Zuge einer ausreichenden Trocknung kaum überlebensfähig sind und in der Regel eher einen vernachlässigbaren Anteil an vermeintlicher Biomasse in Baustoffe darstellen; damit ist die bakterielle Befundung von untergeordneter Bedeutung bei der hygienischen Bewertung von Feuchteschäden. Signifikante Anreicherungen von Fäkalbakterien sind dagegen allein schon aufgrund der damit häufig verbundenen Geruchsbelastungen inakzeptabel; das würde auch für potenziell infektiöse, thermophile Aktinomyzeten, sofern unter den vergleichsweise kühlen Baubedingungen nachweisbar, gelten.

## 4 Raumlufthygienische Untersuchungen

### 2.4.1 Bestimmung der wachstumsfähigen Pilzsporen in der Raumluft (Impaktion)

Probennr.	Probenbezeichnung/Probenahmestelle (Bezeichnung des Auftraggebers)						Agar	Luftvol. (l)	Angaben in	
1	<b>Messpunkt 1</b>						DG-18	100	KBE/m <sup>3</sup>	
2							DG-18			
3							MEA			
4	<b>Messpunkt 2</b>						DG-18	100		
5							DG-18			
6							MEA			
Probennummer		1	2	3	4	5	6			
Pilzart										
Acremonium sp.										
Aspergillus fumigatus										
Aspergillus glaucus-Komplex (früher: Eurotium spp.)										
Aspergillus niger-Gruppe										
Aspergillus penicillioides oder Aspergillus restrictus										
Aspergillus versicolor-Sektion										
Chaetomium sp.										
Cladosporium sphaerospermum										
Cladosporium spp.										
Penicillium brevicompactum										
Penicillium chrysogenum										
Stachybotrys chartarum										
steriles Myzel										
nicht bestimmte Schimmelpilze										
Gesamt-KBE Schimmelpilze										
Gesamt-KBE Hefen										

**Fett gedruckte Einzelkonzentrationen:**

Innenraumquelle ist zumindest möglich (Bewertung nach Leitfaden – Zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden, Umweltbundesamt). Für die Bewertung wird der Durchschnittswert der DG-18-Platten verwendet. Ausnahme: kein Wachstum auf DG-18. Diese Bewertung gilt **nicht** für Kontrollmessungen zur Überprüfung des Reinigungserfolges nach Sanierung von Schimmelpilzschäden.

Nachweisgrenze: bei Luftvolumen 100 l: 10 KBE/m<sup>3</sup>

**Kontrolle Feinreinigung:**

**Fett gedruckte Einzelkonzentrationen:**

Konzentrationen, die den Bewertungskriterien nach Tabelle „Aufmerksamkeitswerte zur Beurteilung des Feinreinigungserfolges durch Bestimmung der kultivierbaren Schimmelpilze“ (s. o.) für Kontrollmessungen zur Überprüfung des Reinigungserfolges nach Sanierung von Schimmelpilzschäden (Probenahme nach Mobilisierung, Anlage) nicht entsprechen (ohne Berücksichtigung der Toleranz einer max. Überschreitung bis 50 %, wenn alle anderen Werte eingehalten werden). Zur Mobilisierung werden mindestens 50 % der Oberflächen mit einem Ventilator mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 1 bis 4 m/sec angeblasen.

## 2.4.2

### Bestimmung der Partikelbelastung in der Raumluft (Objektträger, Gesamtsporen)

Probenr.	Probenbezeichnung/Probenahmestelle (Bezeichnung des Auftraggebers)	Luftvol. (l) Holbach Partikelsammler MBAS		Angaben in
1	Messpunkt 1	200		Sporen/m <sup>3</sup>
2	Messpunkt 2	200		
3	Messpunkt 3	200		
Probennummer		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Nachweisgrenze [Partikel/m <sup>3</sup> ]		<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Partikelkonzentration ohne Pilze:		mittel	hoch <sup>1)</sup>	niedrig
Sporen-/Partikelart				
<b>Typ Alternaria/Ulocladium</b>				
Typ <i>Aspergillus glaucus</i> -Komplex/ <i>Aspergillus restrictus</i> -Komplex <sup>4)</sup>				
<b>Typ Aspergillus/Penicillium<sup>3) 5)</sup></b>				
<b>Typ Chaetomium</b>				
<i>Cladosporium</i> spp.				
<b>Typ Scopulariopsis/Doratomyces</b>				
<b>Stachybotrys chartarum</b>				
Typ Ascosporen				
Typ Basidiosporen				
andere Pilzsporen <sup>2)</sup>				
Myzelstücke				
<b>Gesamtsporenzahl</b>				

#### Fett gedruckte Einzelkonzentrationen:

Innenraumquelle ist zumindest möglich (Bewertung nach UBA-Leitfaden – Zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden, Umweltbundesamt). Diese Bewertung gilt **nicht** für Kontrollmessungen zur Überprüfung des Reinigungserfolges nach Sanierung von Schimmelpilzschäden.

#### Kontrolle Feinreinigung:

#### Fett gedruckte Einzelkonzentrationen:

Konzentrationen, die den Bewertungskriterien nach Tabelle 1 des „WTA-Merkblattes 4-12-16“ für Kontrollmessungen zur Überprüfung des Reinigungserfolges nach Sanierung von Schimmelpilzschäden (Probenahme nach Mobilisierung, Anlage) nicht entsprechen (ohne Berücksichtigung der Toleranz einer max. Überschreitung bis 50 %, wenn alle anderen Werte eingehalten werden). Zur Mobilisierung werden mindestens 50 % der Oberflächen mit einem Ventilator mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 1 bis 4 m/sec angeblasen.

- <sup>1)</sup> Hohe Partikelkonzentrationen können schon zu Beginn des Probenahmezeitraums zu einer vollständigen Belegung der Beschichtung auf dem Probenträger führen. Die tatsächlichen Sporenkonzentrationen sind in solchen Fällen möglicherweise höher, als die hier erfassten.
- <sup>2)</sup> Diese Sporen können nicht genauer bestimmt werden, da charakteristische morphologische Merkmale fehlen. In der Gruppe „andere Pilzsporen“ können auch Hefen enthalten sein, die morphologisch nicht eindeutig identifizierbar sind.
- <sup>3)</sup> Typ *Aspergillus/Penicillium* außer Typen *Aspergillus glaucus*-Komplex und *Aspergillus restrictus*-Komplex
- <sup>4)</sup> Für die Bewertungshilfe nach dem „WTA-Merkblatt 4-12-16“ und dem „Schimmelleitfaden“ des Umweltbundesamtes wird diese Sporentyp-Gruppe zum Sporentyp *Aspergillus/Penicillium* gezählt.
- <sup>5)</sup> Auf der Spur befand sich ein **Sporen-Konglomerat von XX Sporen** eines *Aspergillus/Penicillium*-Typs entsprechend XXX Sporen/m<sup>3</sup>.

Bewertungskriterien nach „WTA-Merkblatt 4-12, 05.2021“ (Basis: Auswertung diverser Labormessungen) zur Beurteilung des Feinreinigungserfolges durch Messung der Schimmelpilzbestandteile (Gesamtsporen) in der Raumluft:

Pilztyp	<b>Aufmerksamkeitswerte</b> Konzentration im Vergleich zur Außenluft [Gesamtsporen/m <sup>3</sup> ]	
	<u>vor</u> Mobilisierung	<u>nach</u> Mobilisierung
Typ Aspergillus/Penicillium	300	800
Chaetomium	50	100
Hyphenstücke	100	300
Stachybotrys	20	50
Typ Scopulariopsis/Doratomyces	100	300

Bewertungskriterien zur Beurteilung des Feinreinigungserfolges durch Bestimmung der kultivierbaren Schimmelpilze (Impaktion auf Nährböden):

Gruppe	<b>Aufmerksamkeitswerte</b> Konzentration im Vergleich zur Außenluft [KBE/m <sup>3</sup> ]	
	<u>vor</u> Wiederherstellung <sup>1)</sup>	<u>nach</u> Wiederherstellung
Summe innenraumrelevanter Arten	≤ 500	≤ 300
einzelne innenraumrelevante Art	≤ 300	≤ 150
Arten – mit geringer Keimfähigkeit auf Nährböden – mit vergleichsweise schlechter Luftgängigkeit – deutlich feuchteschadenstypisch – von besonderer hygienischer Bedeutung	≤ 50	≤ 30

### **Aufmerksamkeitswerte für raumlufthygienische Kontrollmessungen**

Die Bewertungshilfen des Umweltbundesamtes („Schimmelpilzleitfaden“) bei raumlufthygienischen Untersuchungen (z. B. wachstumsfähige Sporen bzw. Gesamtsporen) dienen in erster Linie der Feststellung einer „hygienisch vom Normalzustand abweichenden Bausituation“, deren Ursache zu suchen und zu beseitigen ist.

Für die Abnahme einer erfolgreichen Sanierung des Schadens eignen sich die dargelegten UBA-Bewertungshilfen aufgrund ihrer engen Auslegung für die Baupraxis jedoch nicht. Daher werden in den vorangestellten Tabellen „Aufmerksamkeitswerte“ genannt, die bei Unterschreitung erlauben, die betreffenden Räumlichkeiten bzw. Objektbereiche nach der Sanierung eines Schimmelpilzschadens zur Nutzung freizugeben.

Die raumlufthygienische Kontrollmessung erfolgt nach dem Rückbau der mit Schimmelpilz belasteten Baumaterialien mit anschließender Feinreinigung und kann vor wie nach der Wiederherstellung der Räume durchgeführt werden, sollte möglichst jedoch vor der Wiederherstellung erfolgen. In beiden Fällen ist unbedingt sicherzustellen, dass im Rahmen der sanierungsbegleitenden Kontrolluntersuchungen keine mikrobiellen Befallsherde bzw. auffällige mikrobiell-organische Verunreinigungen mehr feststellbar sind.

Die für die Partikelsammlung und Bestimmung der wachstumsfähigen Pilzsporen angegebenen Aufmerksamkeitswerte stellen einen in der Praxis auftretenden durchschnittlichen Grenzbereich dar und sind so gewählt, dass sich darunter liegende Werte nach derzeitigem Stand der Erfahrungen im Bereich einer üblichen Hintergrundkonzentration nach Sanierung befinden; d. h., bei Unterschreitung sind in der Regel keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Nach Maßgabe des WTA-Merkblatts kann das Ergebnis der Gesamtsporensammlung, wenn alle anderen Ergebnisse der visuellen Kontrolle eine fachgerechte Reinigung indizieren, auch dann akzeptiert werden, wenn die Anzahl für einen Typ oder eine Gattung geringfügig überschritten wird (bis max. 50 %); das gilt auch für das Ergebnis der Bestimmung der Konzentration kultivierbarer Schimmelpilze. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass bei Kontrollmessungen vor Wiederherstellung häufig noch offene, nicht vollständig zu entstaubende Flächen (z. B. freiliegendes Ziegelmauerwerk oder Betonflächen nach Entfernung von Verputz bzw. Estrich) vorliegen, wodurch eine in der Praxis erreichbare Konzentration in der Regel höher liegt als nach Wiederherstellung; auch hier können Überschreitungen in entsprechendem Maße akzeptiert werden.

Falls die gesamten oder einzelne dieser Kriterien nicht erfüllt sind, muss – im Einzelfall in Abhängigkeit von den Rahmenbedingungen – entschieden werden, ob trotzdem eine sofortige Freigabe möglich ist oder erst nach Durchführung weiterer Maßnahmen (z. B. gezielte Reinigung ohne weitere Kontrollmessung oder erneute Feinreinigung mit Kontrollmessung). Bei dieser Entscheidung müssen u. a. mögliche zur Kenntnis gelangte gesundheitliche Beschwerden der Raumnutzer (durch strengere Auslegung der Aufmerksamkeitswerte), sowie die durchschnittliche Raumnutzung berücksichtigt werden (z. B. seltene Nutzung: großzügigere Auslegung der Aufmerksamkeitswerte). Hierbei kann die Einteilung in Nutzungsklassen des UBA im Schimmelleitfaden 2017 (Seite 125, Tabelle 11) hilfreich sein.

---

## Notizen

---

## Notizen

**Empfohlen durch den:**



Bundesverband öffentlich  
bestellter und vereidigter  
sowie qualifizierter  
Sachverständiger e.V.

**Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter  
sowie qualifizierter Sachverständiger e.V. ( BVS)**

Charlottenstraße 79/80, 10117 Berlin

Telefon: 030 - 2559380

Telefax: 030 - 25593814

E-Mail: [info@bvs-ev.de](mailto:info@bvs-ev.de)

[www.bvs-ev.de](http://www.bvs-ev.de)

**Verfasser:**



**NETZWERK SCHIMMEL e.V.**

Schwarzer Weg 27

26215 Wiefelstede

Telefon: 0441 - 30942930

Telefax: 0441 - 4089-203

E-Mail: [kontakt@netzwerk-schimmel.info](mailto:kontakt@netzwerk-schimmel.info)

[www.netzwerk-schimmel.info](http://www.netzwerk-schimmel.info)