

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

## **Erkennen, Bewerten und Instandsetzen**

(2. überarbeitete Fassung vom 01.09.2014)

Eine Empfehlung des  
**Bundesverband 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, Heike Böhmer, Gerhard Ehl,  
Dr. Werner Ehl, Josef Feldhaus, Anja Haerkötter, Mario Hänseler,  
Holger Harazin, Hermann Hirschbiel, Heinrich Immoor, Tobias Irmscher,  
Dr. Klaus Klus, Irina Kraus-Johnsen, Manfred Matzdorf, Herbert Meinardus,  
Nicolas Mittelstedt, Norbert Müller, Mathias Riehl, Dieter Robers,  
Jürgen Schäfer, Frank Schowitz, Prof. Jürgen Ulrich, Jörg Vieth

**2014-09-01**

## IMPRESSUM

Frank Deitschun  
von der Handelskammer Bremen öffentl. bestellter u.  
vereidigter Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Hermann-Böse-Straße 17 • 28209 Bremen  
www.deitschun.info

Dr. Thomas Warscheid  
Geomikrobiologe, Sachverständiger für mikrobiell-  
induzierte Schäden an Werkstoffen sowie Innenraumhygiene  
Schwarzer Weg 27 • 26215 Wiefelstede  
www.lbw-bioconsult.de

Dr. Ernst J. Baumann  
Geschäftsführender Gesellschafter eines zertifizierten  
Sanierungsbetriebs  
Stendorfer Straße 7 • 27721 Ritterhude  
www.alltrosan.de

Dr.-Ing. Dipl.-Biologe Mario Blei  
von der IHK Ostthüringen zu Gera öffentl. bestellter u.  
vereidigter Sachverständiger für "Messen und Beurteilen von  
mikrobiologischen Belastungen in Innenräumen"  
Am Stadion 1a • 07749 Jena  
www.blei-institut.de

Dipl.-Ing. Heike Böhmer  
Geschäftsführerin des Institut für Bauschadensforschung e.V.  
An der Markuskirche 1 • 30163 Hannover  
www.bauforschung.de

Dipl.-Ing. Gerhard Ehl  
von der IHK des Saarlandes öffentl. bestellter u.  
vereidigter 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

Dipl.-Ing. Architekt Josef Feldhaus  
von der IHK Nord Westfalen öffentl. bestellter u. vereidigter  
Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Habichtshöhe 32 • 48432 Rheine  
www.ing3.de

Dipl.-Ing. Architektin Anja Haerkötter  
Bausachverständige  
Hermann-Böse-Straße 17 • 28209 Bremen  
www.deitschun.info

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

Dipl.-Ing. Holger Harazin  
von der IHK Leipzig öffentl. bestellter u. vereidigter  
Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Landsberger Straße 40 • 04157 Leipzig  
www.harazin.de

Dipl.-Ing. Hermann Hirschbiel  
von der IHK für die Pfalz in Ludwigshafen am Rhein  
öffentl. bestellter u. vereidigter 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

Dipl.-Ing. Tobias Irmischer  
von der IHK Dresden öffentl. bestellter u. vereidigter  
Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Schnorrstraße 70 • 01069 Dresden  
www.svb-irmscher.de

Dr. Klaus Klus  
von der IHK Bochum öffentl. bestellter u. vereidigter  
Sachverständiger für Schimmelpilze in Innenräumen  
BMA-Labor GbR  
Universitätsstraße 142 • 44799 Bochum  
www.bma-labor.de

Dipl.-Ing., Architektin Irina Kraus-Johnsen  
Bausachverständige, vom TÜV Rheinland zertif.  
Sachverständige für Schimmelpilzerkennung,  
-bewertung u. -sanierung  
Tangstedter Landstraße 239 • 22417 Hamburg  
www.kraus-johnsen.de

Manfred Matzdorf  
Elektromeister, Sanierungstechniker, Gebietsleiter eines  
zertifizierten Sanierungsbetriebs  
Wendenstraße 435 • 20537 Hamburg  
www.alltrosan.de

Dipl.-Ing. Herbert Meinardus  
von der IHK Oldenburg öffentl. bestellter u. vereidigter  
Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Wangerlandstraße 19 • 26215 Wiefelstede  
www.sv-meinardus.de

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

Dipl.-Ing. Norbert Müller  
von der IHK Limburg öffentl. bestellter u. vereidigter  
Sachverständiger für Schäden an Gebäuden  
Erlenwiese 11 • 35794 Mengerskirchen-Waldernbach  
www.bausachverstaendigenbuero-mueller.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

Dipl.-Ing. Dieter Robers  
von der Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen  
öffentl. bestellter u. vereidigter Sachverständiger für  
Schäden an Gebäuden  
Eichendorffstraße 38 • 46354 Südlohn  
www.robensingbuero.de

Jürgen Schäfer  
von der Handwerkskammer für München und Oberbayern  
öffentl. bestellter u. vereidigter Bausachverständiger  
Franz-Josef-Soll-Straße 13 • 83308 Trostberg  
www.bio-san-tec.de

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

Prof. Jürgen Ulrich  
VorsRiLG a.D.  
Am Elsebad 28 • 58239 Schwerte  
E-Mail: julrich@versanet.de

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

**Inhalt:**

<b>1.</b>	<b>Grundlagen, Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen .....</b>	<b>4</b>
1.1	Grundlagen.....	4
1.2	Anwendungsbereich.....	4
<b>2.</b>	<b>Vorkommen von Schimmelpilzen in Innenräumen.....</b>	<b>5</b>
2.1	Schimmelpilzbildung aus mikrobiologischer Sicht.....	5
2.2	Schimmelpilzbildung aus medizinischer Sicht.....	5
2.3	Schimmelpilzbildung aus Sicht des Bausachverständigen.....	6
2.4	Schimmelpilzbildung aus Sicht des Sanierers.....	7
2.5	Schimmelpilzbildung aus juristischer Sicht.....	7
<b>3.</b>	<b>Messtechnik.....</b>	<b>7</b>
3.1	Methodik zur Erfassung von Schimmelpilzbewuchs durch Mikrobiologen.....	7
3.2	Messmethodik der Bausachverständigen.....	8
3.3	Trocknungstechnik der Sanierer.....	10
<b>4.</b>	<b>Feststellungen und Maßnahmen.....</b>	<b>10</b>
4.1	Grundlagen.....	10
4.2	Feststellung von Schimmelpilzbewuchs.....	11
4.3	Erstbegehung.....	11
4.4	Sicherung der Schadensstelle.....	11
4.5	Beratung durch sachkundige Personen.....	11
4.6	Sofortmaßnahmen.....	12
4.7	Einteilung der Schadensfälle in Schadenstypen nach Ursache.....	12
4.8	Schadensausmaß.....	12
4.9	Einteilung mehrerer Schadensstellen in Arbeitsbereiche.....	13
4.10	Arbeits- und Sicherheitsplan (A u. S-Plan).....	13
<b>5.</b>	<b>Gefährdungsbereiche.....</b>	<b>13</b>
5.1	Definition der Instandsetzungsbereiche.....	13
5.2	Ausdehnung des kontaminierten Bereichs.....	14
5.3	Einordnung des Schimmelpilzschadens nach Gefährdungsklassen .....	14
<b>6.</b>	<b>Instandsetzung.....</b>	<b>14</b>
<b>7.</b>	<b>Abnahme/Kontrolle.....</b>	<b>15</b>
7.1	Erfolgskontrolle.....	16
7.1.1	Sichtkontrolle.....	16
7.1.2	Sanierungskontrollmessung.....	16
7.1.2.1	Materialfeuchtemessungen.....	16
7.1.2.2	Materialmikrobiologische Untersuchungen.....	16
7.1.2.3	Raumlufthygienische Untersuchungen.....	17
7.2	Flankierende Prüfungen.....	17
7.3	Förmliche Abnahme.....	17
<b>8.</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>17</b>
<b>9.</b>	<b>Anlagen/Glossar.....</b>	<b>18</b>

## 1. Grundlagen, Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen

### 1.1 Grundlagen

Schimmelpilze und andere Mikroorganismen sind natürlicher Bestandteil der Umwelt und haben im ökologischen Zusammenhang vielfältige Funktionen. Sie können 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 Bundesverbands 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** schematische Darstellung).

Das Hinzuziehen weiterer qualifizierter Sachverständiger (u. a. für Baukonstruktion, Bauphysik, Mikrobiologie, Umweltmedizin) ist fallbezogen zu prüfen. Im Zusammenhang mit der Gefahrenbereichseinteilung 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 auf die Schadensursache bezogener Schimmelpilzbewuchs mehr vorhanden sein darf,
- (II) keine auffällige biogene Raumluftbelastung und Kontamination verbleiben,
- (III) keine schadensbedingten Geruchsbelästigungen mehr bestehen,
- (IV) keine Feuchtebelastungen mehr vorhanden sind sowie
- (V) die Schadensursache grundlegend beseitigt ist.

Aufgrund der großen Bedeutung mikrobiologischer Aspekte sind in der **Anlage 4** weitergehende Erläuterungen zur Strategie der Probenahme und praktischen Durchführung vor Ort sowie zu den Möglichkeiten mikrobiologischer Analyseverfahren und zur Bewertung der betreffenden Untersuchungsergebnisse im Rahmen der Sanierung von Schimmelpilzbewuchs in Innenräumen ausführlich dargestellt.

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.

Die Details zur Durchführung von in dieser Richtlinie empfohlenen mikrobiologischen und bauphysikalischen Methoden werden nicht näher beschrieben. Diese werden in den entsprechenden Regelwerken (Leitfäden des Umweltbundesamtes, VDI-Richtlinien, DIN-Normen; siehe Kapitel 8) behandelt.

Die Richtlinie wendet sich an Gebäudenutzer, Betroffene/Geschädigte, Sachverständige, Mikrobiologen, Umweltmediziner, Sanierungsunternehmen und Juristen, die am Bau Beteiligten sowie Versicherer und Behörden.

## 2.

### **Vorkommen von Schimmelpilzen in Innenräumen**

#### 2.1

##### **Schimmelpilzbildung aus mikrobiologischer Sicht**

Schimmelpilze sind ein wichtiger ökologischer Bestandteil der Umwelt. Im Rahmen der Mineralisierung/Zersetzung von organischem Material besitzen sie maßgeblichen Anteil an der Bildung/Regeneration von nutzbaren Böden (z. B. Humus, Minerale), sind von Nutzen bei der Produktion und Konservierung von Lebensmitteln (z. B. Käse, Zitronensäure) und finden neben der Herstellung von 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 das Wachstum und die Verbreitung von Schimmelpilzen über ein natürliches Maß hinaus sowohl aus ästhetischen, materialtechnischen als auch aus hygienischen Gründen nicht akzeptabel; es besteht somit 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 Nährstoffe und Feuchtigkeit. Die Ansprüche an die Nahrung sind dabei so minimal, dass bereits geringste Mengen an

organischen Nährstoffen (z. B. in Baumaterialien oder Verschmutzungen), wie sie nahezu unvermeidbar sind, ausreichen, um den Pilzen das Überleben und weiteres Wachstum zu ermöglichen. Weitere das Wachstum der Schimmelpilze beeinflussende Faktoren sind unter anderem unterschiedliche Temperaturen und der pH-Wert des Untergrundes.

#### 2.2

##### **Schimmelpilzbildung aus medizinischer Sicht**

Die umweltmedizinische Bewertung von Schimmelpilzbefall in Innenräumen ist komplex und bleibt dem erfahrenen Mediziner vorbehalten. Gesundheitliche Beeinträchtigungen hängen maßgeblich von der Expositionsdauer und individuellen Konstitution (Prädisposition) der Gebäudenutzer (z. B. Allergiker, immungeschwächte Personen) ab.

Ein Zusammenhang zwischen Schimmelpilzbefall in Innenräumen und allergischen Reaktionen sowie Erkrankungen der Atemwege – akut oder chronisch – kann nicht ausgeschlossen werden. Im Sinne der gesundheitlichen Vorsorge muss daher eine Minimierung des mikrobiellen Befalls in Innenräumen 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 bronchiale 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

tration langfristig in erhöhten Konzentrationen in der Raumluft auftreten.

Schimmelpilze können durch Ausscheidung gasförmiger Substanzen, darunter verschiedene Alkohole, Aldehyde, Ketone und terpenartige Verbindungen (i.e. "MVOC" = microbial volatile organic compounds), muffige Gerüche erzeugen, die zwar nach heutigem Kenntnisstand keine toxische Wirkung haben, aber immunmodulierende Wirkung besitzen und zu unterschiedlichen Befindlichkeitsstörungen (z. B. Übelkeit, Kopfschmerzen) führen können.

"Mykotoxine" (i.e. Pilzgifte, wie Aflatoxin, Ochratoxin, 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 in Innenräumen eine gesundheitliche Bedeutung besitzt, ist Gegenstand aktueller wissenschaftlicher Untersuchungen, die eine immunmodulierende Wirkung nicht ausschließen lassen. Für die Bildung relevanter Mykotoxine benötigen Schimmelpilze ein entsprechendes Nährstoff- und Feuchtigkeitsangebot, das von der Art des Baumaterials abhängt.

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

### **2.3 Schimmelpilzbildung aus Sicht des Bausachverständigen**

Voraussetzung zur nachhaltigen Beseitigung eines Schimmelpilzbewuchses ist die Ursachenermittlung durch Anamnese der Gesamtsituation und fundierte Bauwerksuntersuchung.

Mit zunehmender Luftfeuchte steigt die Wahr-

scheinlichkeit des Wachstums von Schimmelpilzen; kondensierende Feuchtigkeit, also Wasser in flüssiger Form, ist hierfür nicht erforderlich (vgl. hierzu den „Ursachenbaum“, Oswald, AiBau).

Vorrangiges Ziel der Untersuchung durch den Bausachverständigen ist daher die Feststellung von Feuchtigkeit und deren Ursache. Hierbei ist zu prüfen, ob das Wasser als Oberflächenfeuchte oder innerhalb eines Bauteiles auftritt; dabei können mehrere Ursachen gleichzeitig vorliegen.

Oberflächenfeuchte resultiert in der Regel aus zu hoher Luftfeuchte in Bezug auf die Temperatur der Raumluft und/oder der Bauteiloberfläche. Erhöhte relative Luftfeuchte gründet sich in zu hoher Feuchteproduktion in den bewohnten Räumen, zu geringer Luftwechselrate oder zu niedriger Raumtemperatur. Ursachen hierfür können sowohl die Nutzung (z. B. Heiz-/Lüftungsverhalten, Raumnutzung, Möblierung usw.) als auch bauliche wie anlagentechnische Mängel (Wärmedämmung, Gebäudeabdichtung, Leitungsleckagen usw.) sein.

Eine zu niedrige Bauteiloberflächentemperatur kann nutzungsbedingt durch zu geringe Erwärmung und/oder unzureichende Luftbewegung eintreten. Dabei können Mängel im baulichen Wärmeschutz (Wärmebrücken) den Anfall von Kondenswasser verstärken. Feuchtigkeit im Bauteil kann durch von außen eindringendes Wasser auf Grund von Abdichtungsmängeln (z. B. bei erdberührten Bauteilen) sowie durch Schäden an Außenwänden und am Dach entstehen oder in Form von Tauwasser, durch Luftströmung (Konvektion) oder Wasserdampfdiffusion auftreten. Außerdem kann Wasser aus dem Gebäudeinneren auf Grund von Abdichtungs- und Installationsmängeln, Wasserschäden sowie unsachgemäßem Umgang mit Wasser in die Bauteile eindringen. Neubaufeuchte durch feucht/nass eingebaute Baustoffe und mangelnde Austrocknung können ferner Ursache von Feuchtigkeit im Bauteil sein. Auch Tagwasser während der Bau-/Sanierungsphase, Überschwemmungen und Überflutungen infolge von Naturereignissen oder sonstige äußere Einflüsse kommen als Ursachen in Betracht.

## 2.4 Schimmelpilzbildung aus Sicht des Sanierers

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

Sanierungsziel und Sanierungskonzept sind im Rahmen der technischen Machbarkeit vor Beginn der Maßnahmen festzulegen und zu kalkulieren.

Ziel einer Schimmelpilzsanierung mit Instandsetzung 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 Auswirkungen (Hygiene, Bausubstanz) eines Schimmelpilzschadens einschließlich der Kosten für die Beseitigung/Wiederherstellung.

Die Hinzuziehung von Sachverständigen erfolgt auf Grund eines Privatauftrags oder gerichtlichen Beweisbeschlusses. Der Sachverständige hat die Befundtatsachen (= Istzustand) darzustellen und einen den anerkannten Regeln der Technik entsprechenden Zustand (= Sollzustand) mit Darlegung seiner konkreten Arbeitsmethode nachvollziehbar mitzuteilen.

Der Sanierer wird auf Grund des Privatauftrags tätig, der eindeutig zu formulieren ist; aus Gründen der Dokumentation (Inhalt des Auftrags einschließlich Instandsetzungsziel, Vergütung, Haftung, Abnahme) ist die schriftliche Abfassung zu empfehlen. Im Einzelfall ist dem Nutzerkreis besondere Beachtung

bei der Festlegung des Instandsetzungszieles und dessen praktischer Umsetzung zu widmen (z. B. Kindergärten/Krankenhäuser/Kleinkinder/ältere Menschen etc.).

## 3. Messtechnik

### 3.1 Methodik zur Erfassung von Schimmelpilz- bewuchs durch Mikrobiologen

Bei einer vermuteten mikrobiellen Belastung ist durch Untersuchung und Bewertung von Baustoffproben zwischen einem strukturierten Schimmelpilzbewuchs (i.e. Hyphengeflechte, Sporenträger), einer ruhenden Kontamination (i.e. nicht wachsende Keime, Sporen, Hyphenbruchstücke), einer mikrobiell-organischen Verschmutzung oder einer gebrauchstüblichen bzw. natürlichen mikrobiellen Hintergrundkonzentration zu unterscheiden.

Mikrobielles Wachstum auf Baustoffen kann im einfachsten Falle durch Sichtkontrolle (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 und Baustoffproben, 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 auf Grund zurzeit noch fehlender Referenzwerte schwierig und sollte daher durch mikroskopische Analysen von Klebefilmpräparaten und/oder Baustoffproben auf Plausibilität geprüft werden.

Verfahren zum Nachweis der Biomasse bzw. stoffwechselphysiologische Messungen kön-

nen zur ergänzenden Abschätzung der mikrobiellen Belastung herangezogen werden. Diese Methoden setzen in der Anwendung einschlägige Erfahrungen des mikrobiologischen Labors und in der Bewertung eine ausreichende Validierung voraus.

Abklatschproben sind für die Bewertung mikrobiellen Befalls nicht geeignet und können auch bei der Kontrolle von Sanierungen keine Verwendung finden.

Mit einer raumlufthygienischen Messung der mikrobiellen „Sporenbelastung“ in der Raumluft (Impaktionsverfahren: Gesamtsporenbestimmung mittels direkter Zählung oder mittels Kultivierung von Lebendkeimen) können möglicherweise versteckte mikrobielle Befallsherde nachgewiesen werden, nicht aber deren Lokalisation erfolgen.

Eine unmittelbare gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse materialmikrobiologischer und raumlufthygienischer Untersuchungen kann auf Grund unbekannter Dosis-Wirkungs-Beziehungen nicht erfolgen.

Speziesdifferenzierte mikrobiologische Untersuchungen von Baustoff- und Raumluftproben stellen jedoch die Voraussetzung für die Abschätzung potentieller gesundheitlicher Beeinträchtigungen für die Nutzer des Gebäudes dar, wobei für die Bewertung stets der vorliegende Aufnahmepfad (z. B. Umgebungsbedingungen, Luftgängigkeit von Sporen und Partikeln) berücksichtigt werden muss.

Die Bestimmung des Schimmelpilzallergen-gehaltes in Baustoff- und Luftproben kann eine zusätzliche Information für eine Abschätzung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen liefern.

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

Der Einsatz von Schimmelpilzhunden zur Lokalisation eines mikrobiellen Befalls ist nach heutigem Kenntnisstand nicht objektivierbar. Nach Markieren des Hundes muss der Umfang und die Relevanz einer mikrobiellen Kontamination bzw. eines Bewuchses für das Bauwerk und für die Gesundheit der Gebäudenutzer durch weitere mikrobiologische Untersuchungen belegt werden.

Die raumlufthygienischen Messungen dienen auch zur abschließenden Abnahme von Instandsetzungsmaßnahmen, wobei hier auch mikrobiologische Materialuntersuchungen (i.e. Klebefilmpräparate, Mikroskopie, Kultivierung) und validierte stoffwechselphysiologische Untersuchungen herangezogen werden können.

Zur Durchführung der hier beschriebenen Methoden sowie zur Bewertung der Ergebnisse wird auf die entsprechenden Regelwerke wie VDI 4300 Blatt 10 und die Leitfäden des Umweltbundesamtes verwiesen.

### 3.2

#### **Messmethodik 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 Messtoleranzen bei der Bewertung zu berücksichtigen.

Messmethoden sind beispielhaft aufgeführt, deren fallbezogene Anwendung wird durch den Bausachverständigen gewählt.

#### **Messung der Bauteilfeuchte:**

##### **• Tendenzmessung von Material- und Oberflächenfeuchte**

Zur elektronischen Messung der Materialfeuchte bei mineralischen Baustoffen und Holz- sowie Holzwerkstoffen stehen eine elektrische Widerstandsmessung sowie kapazitive Messverfahren zur Verfügung. Vor-



teil dieser Verfahren ist die schnelle und zerstörungsarme Messung vor Ort. Das Risiko von Fehlmessungen ist allerdings hoch. Bei metallischen Untergründen oder salzbelasteten Baustoffen können die Messergebnisse verfälscht werden; diese sind daher als rein tendenziell zu bewerten.

- **Feuchtigkeitsmessungen mit der Calciumcarbit-Methode (CM-Methode)**

Die Messergebnisse aus der CM-Methode sind nur bauteilerstörend zu ermitteln und stellen bei der Vor-Ort-Messung nur die Situation im Bereich der Probeentnahmestellen dar. Die erhaltenen Daten entsprechen jedoch nicht dem tatsächlichen Feuchtigkeitsgehalt der Baustoffe, da nur das freie, nicht gebundene Wasser durch chemische Reaktion nachgewiesen wird. Es handelt sich daher um ein eingeschränkt quantitatives und nicht um ein qualitatives Messverfahren.

- **Feuchtigkeitsmessungen mit der gravimetrischen Methode**

Durch die sog. „Darr“-Methode werden die Feuchtemesswerte ebenfalls bauteilerstörend ermittelt. Auch hier bleibt die Messbewertung auf die jeweilige Probeentnahmestelle beschränkt. Die Darr-Methode ist die exakteste Art, den Feuchtegehalt eines Probekörpers zu bestimmen, und gilt als wissenschaftlich anerkannt.

### **Messung der raumklimatischen Bedingungen:**

- **Messung der Lufttemperatur und -feuchtigkeit**

Das Innenklima eines Gebäudes, die klimatischen Bedingungen auf den umgebenden Bauteilen und das Außenklima werden mit Hilfe von Thermo-/Hygrometern ad hoc bestimmt. Im Rahmen der Messung der Luftfeuchtigkeit wird zwischen dem relativen, auf die Umgebungstemperatur bezogenen, und dem absoluten Feuchtegehalt unterschieden.

- **Messung der Oberflächentemperatur**

Die Oberflächentemperatur innen und außen kann Rückschlüsse auf den Mindestwärmeschutz der außenluftberührten Bauteile und auf Wärmebrücken zulassen. Zur Bewer-

tung derartiger Messdaten sind jedoch ausreichende Temperaturunterschiede zwischen innen und außen notwendig, sodass derartige Klimamessungen üblicherweise nur während der Heizperiode sinnvoll sind. Neben Thermometern mit Anlegefühler eignen sich für die Messung der Oberflächentemperatur auch Infrarotthermometer oder Wärmebildkameras. Die Messergebnisse sind stets auf Plausibilität zu prüfen.

- **Langzeitklimamessungen**

Mit Hilfe von Datenloggern oder Thermohygrographen kann das Raumklima in gefährdeten oder von Schimmelpilz befallenen Gebäuden über längere Zeiträume gemessen und dokumentiert werden. Durch die zeitgleiche Dokumentation des Außenklimas sind Rückschlüsse auf das Heiz- und Lüftungsverhalten der Nutzer möglich.

- **Rechnerische Taupunktbestimmung**

Ergänzend zu den verschiedenen Messtechniken können auch rechnerische Verfahren, wie das stationäre Glaser-Verfahren oder instationäre Berechnungsprogramme (z. B. Wufi, Delphi), zur Beurteilung der Gefahr von Kondensatausfall auf und in einem Außenbauteil herangezogen werden. Diese Verfahren beziehen sich nur auf ungestörte Bauteilflächen. Verdeckte Fehlstellen in der vorhandenen Konstruktion werden bei diesen Berechnungsverfahren nicht berücksichtigt. Die rechnerische Taupunktbestimmung stellt daher immer nur den Idealfall dar.

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

- **Luftdichtheitsmessungen**

Das Differenzdruckverfahren wird zum Nachweis der Luftdichtheit von Bauteilen oder Gebäudehüllen angewandt. Es können Fehlstellen in der Luftdichtheitsschicht lokalisiert werden.

• **Wärmebrückenermittlung in der Gebäudehülle (z. B. Thermografie)**

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen ausreichend groß ist, eignen sich Wärmebildkameras zum Auffinden von Wärmebrücken und Fehlstellen in der luftdichten Ebene.

• **Leckageortung an wasserführenden Leitungen**

In Gebäuden kann Schimmelpilzbewuchs nach Leitungswasserschäden entstehen. Es gibt diverse Möglichkeiten zur zerstörungswarmen Leckageortung, z. B. Druckprobe, Einsatz von Spürgas, Videoendoskopie, akustische Messung, Leckageortung mit der Neutronensonde, Thermografie und Oberflächentemperaturmessungen.

• **Überprüfung der Schlagregensicherheit von Außenwänden**

Mit Hilfe von z. B. Karsten'schen Prüfröhrchen kann die Schlagregensicherheit von Fassaden zerstörungsfrei geprüft werden.

**3.3**

**Trocknungstechnik der Sanierer**

Trocknungsunternehmen verfügen über verschiedene Geräte zur Raumlufttrocknung (z. B. Kondensationstrockner, Adsorptionstrockner) und Bauteiltrocknung (z. B. Infrarot-trocknungsplatten, Mikrowellentrockner), um überschüssige Feuchtigkeit aus der Bausubstanz zu entfernen. Das Trocknungsverfahren ist so auszuwählen, dass bisher unbelastete Bauteile und Gebäudebereiche nicht unnötig mikrobiell kontaminiert werden.

Für Hohlraumtrocknungen kommen folgende Methoden in Betracht:

• **Überdruckverfahren**

Bei diesem Trocknungsverfahren wird entfeuchtete 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 Ausgleichsbohrungen in den Raum zurück. Der Nachteil des Verfahrens ist, dass unter Umständen auf diese Weise auch vorhandene Schadstoffe (Mineralwollfasern, Asbestfasern etc. und auch Schimmelpilzsporen) durch die

starken Luftbewegungen mobilisiert und so zusätzlich in den Raum geblasen werden.

• **Saugverfahren**

Umgangssprachlich als „Vakuumverfahren“ bezeichnet. Die Nässe wird dabei aus der Dämmschicht gesaugt, gefiltert und die feuchte Luft ins Freie befördert; damit wird die Verbreitung von Sporen und anderen mineralischen wie organischen Partikeln im Rahmen der Trocknung zuverlässig verhindert.

• **Kombinierte Verfahren**

Es gibt Möglichkeiten, die oben genannten Verfahren miteinander zu kombinieren.

**4.**

**Feststellungen und Maßnahmen**

**4.1**

**Grundlagen**

Mit Schimmelpilz bewachsene Bauteile in Innenräumen müssen im Rahmen einer Sanierung fachgerecht instand gesetzt werden.

Ziel der Instandsetzung ist die Wiederherstellung des hygienischen und baulichen Zustandes vor Schadenseintritt, d.h., dass

- (I) kein auf die Schadensursache bezogener Schimmelpilzbewuchs mehr vorhanden sein darf,
- (II) keine auffällige biogene Raumlftbelastung und Kontamination verbleiben,
- (III) keine schadensbedingten Geruchsbelästigungen mehr bestehen,
- (IV) keine Feuchtebelastungen mehr vorhanden sind 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 welchem Verfahren die schimmelpilzgeschädigten Bauteile oder Schichten zurückzubauen sind und in welcher Weise 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 von Schimmelpilzbewuchs stellt die unverzügliche Hinzuziehung von sachkundigen Personen sicher, dass rechtzeitig und in der richtigen Weise sowie 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 Gefährdungspotential.

#### **4.3 Erstbegehung**

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

Vor dem Betreten der Schadensstelle kann es zum Schutze 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 Instandsetzungen,

- die Art der Nutzung,
- die technischen Installationen und
- im Industriebereich Informationen über Produkte, Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe und/oder besondere Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe.

Vom Ergebnis der vorläufigen Gefährdungseinschätzung sind die für die Erstbegehung zu treffenden erforderlichen Schutzmaßnahmen abzuleiten.

#### **4.4 Sicherung der Schadensstelle**

Auf Grund der allgemeinen Hinweispflicht des Nutzers und der Verkehrssicherungspflicht des Eigentümers des betroffenen Gebäudes ist zur Verhinderung der Gefährdung Dritter die Schadensstelle gegen den nicht betroffenen Bereich abzugrenzen. Dies ist auf verschiedene Arten (siehe 4.6 Sofortmaßnahmen) möglich.

#### **4.5 Beratung durch sachkundige Personen**

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

Diese Sachstandsbewertung und Instandsetzungsplanung muss von sachkundigen Personen durchgeführt werden, die auf Grund ihrer Ausbildung und Erfahrung in der Lage sind, das Gefahrenpotential an der Schadensstelle 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 von Probenahme, Bewertung mikrobiologischer Analyseergebnisse etc.). Darüber hinaus sollte die Person sowohl Kenntnis über die einsetzbaren Arbeitsverfahren als auch über

den Arbeits- und Gesundheitsschutz, der TRGS 524 (Schutzmaßnahmen in kontaminierten Bereichen) und BGI 858 (Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung BG Bau 2005) besitzen sowie über Erfahrungen mit der Erstellung von Sanierungskonzepten verfügen.

Bei Schimmelschäden in gewerblichen/öffentlichen Einrichtungen 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, wie im privaten Bereich, gegebenenfalls auch Hinweise auf ein zu änderndes Nutzungsverhalten (z. B. Beheizung und Belüftung des Gebäudes).

#### 4.6 Sofortmaßnahmen

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

- Sicherung der Schadensstelle gegen Zutritt Unbefugter
- Abkapseln der Schadensflächen
- Abschottungsmaßnahmen (Schwarz-/Weiß-Trennung)
- Trocknungsmaßnahmen
- Nutzungsuntersagung der Räumlichkeiten

Vor Durchführung der Sofortmaßnahmen ist eine Gefährdungsbeurteilung 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:

1. Kondenswasserschaden (Feuchtigkeit an der Bauteiloberfläche) oder
2. Durchfeuchtungsschaden (Feuchtigkeit im Bauteil).

Definition der Schadenstypen

Schadenstyp 1:

Kondenswasserschaden (Feuchtigkeit an der Bauteiloberfläche) nach Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Oberfläche und/oder als Folge zu hoher Luftfeuchtigkeit. Überwiegend oberflächlicher Schimmelpilzbewuchs.

Schadenstyp 2:

Durchfeuchtungsschaden (Feuchtigkeit im Bauteil) auf Grund bauteildurchdringender Feuchtigkeit.

Schimmelpilzbildung, die flächig, möglicherweise auch tiefere Schichten betreffend und überwiegend nutzerunabhängig auftritt.

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

#### 4.8 Schadensausmaß

Bagatellschäden können ohne weitere sachkundige Begleitung beseitigt werden.

Bei Schäden, die über Bagatellschäden hinausgehen, ist eine Einteilung in unterschiedliche Kategorien mit detaillierten Unter-/Obergrenzen nicht möglich. Das Schadensausmaß ist sachkundig zu beurteilen und zu dokumentieren.

## 4.9

### Einteilung mehrerer Schadensstellen in Arbeitsbereiche

Ein Arbeitsbereich ist ein räumlich und organisatorisch begrenzter Teil der Schadensstelle, 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 vom Schaden Bereiche des Gebäudes unterschiedlich stark belastet sind. Im Zuge der Sanierungsplanung des Schimmelpilzschadens ist die Einteilung der Arbeitsbereiche durchzuführen und während der Sanierung laufend anzupassen. Solange eine Einstufung in Schadenstypen nicht erfolgt ist, sind die Arbeiten gemäß den Anforderungen der Schutzstufe II nach BGI 858 durchzuführen (siehe hierzu auch Abschnitt 5.1).

## 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 Schimmelschäden verschiedene Firmen tätig, sind ggf. Koordinierungspflichten durch den Auftraggeber sowie die einzelnen Unternehmer zu beachten. Diese Koordi-

nierungspflichten ergeben sich u. a. aus dem Arbeitsschutzgesetz, der Betriebssicherheitsverordnung, der Biostoff- und Gefahrstoffverordnung, der Baustellenverordnung und der BGR 128.

Die Planung und Durchführung der Instandsetzungsmaßnahme ist zu dokumentieren (siehe „Sanierungsprotokoll“ in der Anlage).

## 5.

### Gefährdungsbereiche

Die Einteilung in Gefährdungsbereiche hat ausschließlich Bedeutung für die Arbeitssicherheit des Sanierers. Die Ableitung einer möglichen Gesundheitsgefährdung für den Gebäudenutzer kann daraus nicht erfolgen.

## 5.1

### Definition der Instandsetzungsbereiche

Der Instandsetzungsbereich ist ein räumlich abgetrennter Gebäudebereich, der durch Schimmelpilze belastet ist. Durch mikrobiologische Untersuchungen können Daten herangezogen werden, die es ermöglichen, das Schadensausmaß einzuschätzen; das kann durch den Mikrobiologen vor Ort und/oder durch die Auswertung standardisiert und dokumentiert entnommener Baustoffproben in qualifizierten Labors erfolgen.

Eine Einteilung in die Gefährdungsklassen 0 bis III wird nach BGI 858 entsprechend der während der Sanierungsmaßnahme zu erwartenden Schimmelpilzbelastung in Abhängigkeit vom Sanierungsverfahren und der Dauer der Tätigkeit vorgenommen. Die Gefährdungsklasse ist die Grundlage für die Festsetzung der notwendigen Schutzmaßnahmen. Für die Festlegung nach BGI 858 sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- 0 ohne besondere Gefährdung
- I mäßige Freisetzung von Staub und Sporen; Tätigkeitsdauer < 2 Std.
- II mäßige Freisetzung von Staub und Sporen; Tätigkeitsdauer > 2 Std.
- III stark staubintensive Arbeitsverfahren ohne z. B. wirksame lokale Absaugung

Die erforderlichen Schutzmaßnahmen richten sich nach den in der Handlungsanleitung der BG Bau detailliert beschriebenen Maßnahmen abgestimmt auf die jeweiligen Gefährdungsklassen für den Personen- und Umgebungsschutz.

## 5.2

### **Ausdehnung des kontaminierten Bereichs**

Um eine Ausdehnung des befallenen Bereiches zu verhindern und den Schaden nicht unnötig zu vergrößern, ist es wichtig, eine Voreinschätzung der Ursache, d. h. der Schadenstypen, vorzunehmen (Kapitel 4.7). Es muss unter anderem geprüft werden, ob eine Trocknung technisch sinnvoll ist oder ob dadurch eine unkontrollierbare Belastung des Gesamtbereiches erfolgen kann.

Eine räumliche Verschleppung der Schimmelpilzbestandteile ist zu verhindern, daher muss durch geeignete Lüftungsmaßnahmen (manuell über Fenster oder technisch filtrierende Trocknungsverfahren), staubdichte Raumabtrennungen sowie die unmittelbare Verbringung schimmelpilzbelasteter Baustoffe nach außen die größtmögliche Einhaltung einer „Bauhygiene“ gewährleistet werden.

## 5.3

### **Einordnung des Schimmelpilzschadens nach Gefährdungsklassen**

Im Instandsetzungsbereich muss zwischen der Schimmelpilzbelastung vor der Sanierung (den Nutzer betreffend) und der zu erwartenden Belastung während der Sanierung (den Arbeitsschutz betreffend) unterschieden werden. Ziel ist, durch Sofortmaßnahmen vor der Sanierung sowie geeigneter Präventivmaßnahmen und Sanierungsverfahren während der Sanierung in eine möglichst niedrige Gefährdungsklasse zu gelangen (siehe BGI 858).

## 5.4

### **Hinzuziehung von weiteren Sachverständigen**

Unabhängig von der wirtschaftlichen Bedeutung eines Schadensbildes kann es zur Bewertung der schimmelpilzbedingten Gefahren

an der Schadensstelle für das Sanierungsunternehmen 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 oder gesundheitlich-hygienische Belastungen auf Grund des Auftretens von Krankheitssymptomen).

## 6. Instandsetzung

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

1. Sofortmaßnahmen hinsichtlich Nutzungseinschränkung bzw. Abschottungsmaßnahmen (siehe auch Abschnitt 4.6)
2. Betroffene Räume vollständig ausräumen. Bei Kontamination des Mobiliars sollte dieses zur Vermeidung der Verbreitung von Sporen oder sonstiger Pilzbestandteile vor dem Ausräumen fachgerecht gereinigt werden. Nicht zugängliche und nicht kontaminierte Bereiche sollten zur Vermeidung von Verwirbelungen mit Folien abgedeckt werden.
3. Bei notwendigen Rückbau-, Abbruch- und Transportarbeiten ist darauf zu achten, dass – wie unter Punkt 2 beschrieben – keine Verwirbelung und erhöhte Staubbelastung entsteht. Dies gilt nicht nur für die Verbreitung etwaiger Sporen bzw. mikrobiell-organischer Partikel, sondern dient auch als Schutz für Mitarbeiter und Bewohner. Empfehlenswert ist, die Arbeiten bei erhöhtem Luftwechsel durch Nutzung der natürlichen Außenluft oder technischer Geräte zur Reduzierung der Belastung durchzuführen (siehe BGI 858).
4. Schimmelpilzbelastete Wandverkleidungen (z. B. Tapeten) sind nass abzulösen und zu entsorgen. Sind (unterliegende)

Putzschichten stark beschädigt, so sollten diese staubmindernd (Putzfräsen mit Absaugung) entfernt werden. Organische Materialien (z. B. Gipskarton- oder Holzfaserverplatten), die tiefgehend befallen sein können, sind zu entfernen und unter Berücksichtigung der Punkte 2, 3 und 5 staubdicht zu transportieren. Bei oberflächlichem Befall von organischen Materialien im Innenraum ist abzuwägen, ob eine desinfizierende Reinigung möglich oder ein Austausch notwendig ist. Schimmelpilzbefallene Textilien oder ähnliche Gegenstände sind zu entsorgen; sind diese Materialien nur kontaminiert, können sie durch Waschen oder gründliches Absaugen gereinigt werden.

5. Zur Vermeidung der Verbreitung von mikrobiell-belasteten Stäuben nach Rückbau mikrobiell-belasteter Baustoffe sind diese unmittelbar in staubdichte Folien bzw. Säcke zu verbringen und zu entsorgen. Eine Minimierung der Staubbelastungen kann durch den Einsatz entsprechender Hilfsmittel wie HEPA-Sauger (Industriesauger mit Filter der Klasse H 12/13 entsprechend DIN EN 60335-2-69) und sauberes Werkzeug sowie Arbeitskleidung unterstützt werden.
6. Nach Durchführung der Rückbauarbeiten sollten die freigelegten Untergründe und Bauteiloberflächen, von denen befallene Baustoffe entfernt wurden, mit HEPA-Industriesaugern (Filterklasse H 12/13 entsprechend DIN EN 60335-2-69; bisher K1 und K2) abgesaugt werden. Bereiche, die nicht oder nicht ausreichend abgesaugt werden können, können mit einem rückstandsfreien Desinfektionsmittel (z. B. auf Wasserstoffperoxid- oder Alkoholbasis) unter Beachtung der Anforderungen des Arbeitsschutzes behandelt werden. Vor Durchführung von Desinfektionsmaßnahmen ist zu überprüfen, ob die Untergründe und Bauteiloberflächen wie auch die baulichen Bedingungen für den Einsatz des jeweiligen Desinfektionsmittels geeignet sind.
7. Während der gesamten Instandsetzungsarbeiten ist der mikrobiell-belastete Staub je nach Gefahrenbereich mittels

technischer Be- und Entlüftung bzw. Fensterlüftung aus der Raumluft zu entfernen. Reststäube können im Rahmen der abschließenden Feinreinigung von glatten Oberflächen (z. B. Mobiliar) feucht abgewischt und von rauen Bauteiloberflächen mit einem Industriestaubsauger mit Filter der Klasse H 12/13 entsprechend DIN EN 60335-2-69 abgesaugt werden. Ehemals stark kontaminierte Bauteilbereiche können gezielt mit rückstandsfreien Desinfektionsmitteln (siehe Schritt 6) behandelt werden.

8. In feuchtegefährdeten Bauteilbereichen (Restfeuchte, Ausgleichsfeuchte) kann durch den Einsatz basischer und offenerporiger Wandbeschichtungen ein mikrobieller Wiederbefall während der Abtrocknungsphase verhindert werden.

Vor Wiederherstellung müssen alle feuchten Bauteilbereiche ausreichend abgetrocknet sein. Gegebenenfalls ist durch mikrobiologische Kontrolluntersuchungen der Erfolg der Rückbau- und Reinigungsmaßnahmen zu bestätigen. Ferner ist sicherzustellen, dass die Ursachen für den Schimmelpilzschaden grundlegend geklärt und durch geeignete Maßnahmen beseitigt wurden; dazu gehören auch gegebenenfalls Hinweise auf ein zu änderndes Nutzungsverhalten (Beheizung und Belüftung des Gebäudes).

## 7. Abnahme/Kontrolle

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 vereinbarten Leistungsumfang bzw. das dabei festgelegte Sanierungsziel.

Es wird empfohlen, je nach Sanierungsumfang nach einzelnen Arbeitsschritten auch Zwischenabnahmen durchzuführen und etwaige nicht bearbeitete Altschäden im Abnahmeprotokoll zu dokumentieren.

## 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 BGI 858; siehe auch Abschnitt 5.1).

Mindestanforderungen sind folgende:

- GK 0 Keine Erfolgskontrolle erforderlich
- GK I Sichtkontrolle, ggf. Sanierungskontrollmessung
- GK II Sichtkontrolle, ggf. Sanierungskontrollmessung
- GK III Sichtkontrolle und Sanierungskontrollmessung

Art und Weise sowie der Umfang der Untersuchungen sind zwischen den Vertragspartnern 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 schadensbedingten Geruchsbelastungen beseitigt, die Schadensursache behoben und die abschließenden Feinreinigungsmaßnahmen erfolgreich durchgeführt wurden.

#### 7.1.2

##### *Sanierungskontrollmessung*

Die Art und der Umfang bautechnischer und mikrobiologischer Kontrollmessungen sind durch eine sachkundige Person festzulegen; dabei sind Selbstüberprüfungen durch den Sanierer nicht sinnvoll.

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 Sanierungskontrollmessungen vorliegen und darin die Wiederherstellung eines gebrauchsblichen Zustandes des sanierten Gebäudebereiches in hygienischer und baulicher Sicht bestätigt werden kann.

Diesbezüglich gibt es folgende methodische 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 die Feuchtigkeit in und auf den betreffenden Bauteilen zu bestimmen (siehe Kapitel 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) wie auch ergänzend physiologische Untersuchungen (ATP-Hygieneprüfung) durchgeführt werden.

Die Anwendung von Abklatsch- oder Wischproben von Bauteiloberflächen zur quantitativen Kultivierung wachstumsfähiger Keime als mikrobiologische Sanierungskontrollmessung sind auf Grund der niemals sicheren Differenzierbarkeit zwischen Kontamination und Bewuchs nicht geeignet. Auf Grund der ubiquitären Verbreitung von Anflugsporen können außerdem falsch positive Befunde auftreten. Entsprechend qualitative Aussagen sind deshalb nur in Ausnahmefällen möglich.



### 7.1.2.3

#### *Raumlufthygienische Untersuchungen*

Zur Prüfung der Feinreinigungsmaßnahmen können Luftkeimsammlungen (Lebendkeim) und/oder Partikelsammlungen (Gesamtsporen) durchgeführt werden. Diese Messungen können, je nach den baulichen Gegebenheiten, unter zwei alternativen Randbedingungen verglichen werden:

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

MVOC-Messungen können auf Grund der chemischen Persistenz einiger dieser Verbindungen nicht zur Erfolgskontrolle herangezogen werden; außerdem werden hierdurch die Gesundheit beeinträchtigende 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 Schimmelpilzsanierungsarbeiten entstanden sind, sind zu protokollieren.

## 7.3

### **Förmliche Abnahme**

Es wird empfohlen, bei Abschluss der Instandsetzung durch ein gemeinsames Feststellen der Leistung durch Besteller und Unternehmer die Abnahme förmlich durch Erstellen eines Abnahmeprotokolls zu erklären.

Diese Abnahme bezieht sich auf den vorher vertraglich vereinbarten Leistungsumfang.

## 8.

### **Literatur**

Aufgeführte Normen, genannte Regelwerke und Leitfäden.

Aachener Bausachverständigentage 2003, Leckstellen in Bauteilen, 2003.

BG Bau, Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung (BGI 858), 2005.

DIN 18195, Bauwerksabdichtung, 2000 - 2008 und Fortschreibungen.

DIN 4108-2, Wärmeschutz im Hochbau, 2013-02.

LGA Baden-Württemberg, Schimmelpilze in Innenräumen: Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement, 2001 (überarbeitet Dezember 2004).

Oswald, in: Aachener Bausachverständigentage 2003, Ursachenbaum.

Robert-Koch-Institut, Schimmelbelastung in Innenräumen – Befunderhebung, gesundheitliche Bewertung und Maßnahmen, Bundesgesundheitsblatt Vol. 50, Nr. 10, 2007.

TRGS 524, Schutzmaßnahmen in kontaminierten Bereichen, BMAS 02.2010.

Umweltbundesamt, Leitfaden zur Ursachen-suche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, 2005.

Umweltbundesamt, Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, 2002.

VDI 4300 Blatt 10, Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messstrategie bei der Untersuchung von Schimmelpilzen im Innenraum, 07-2008.

VdS 3151, Richtlinien zur Schimmelpilzsanierung nach Leitungswasserschäden, GDV, 2014-06 (01).

## **9. Anlagen**

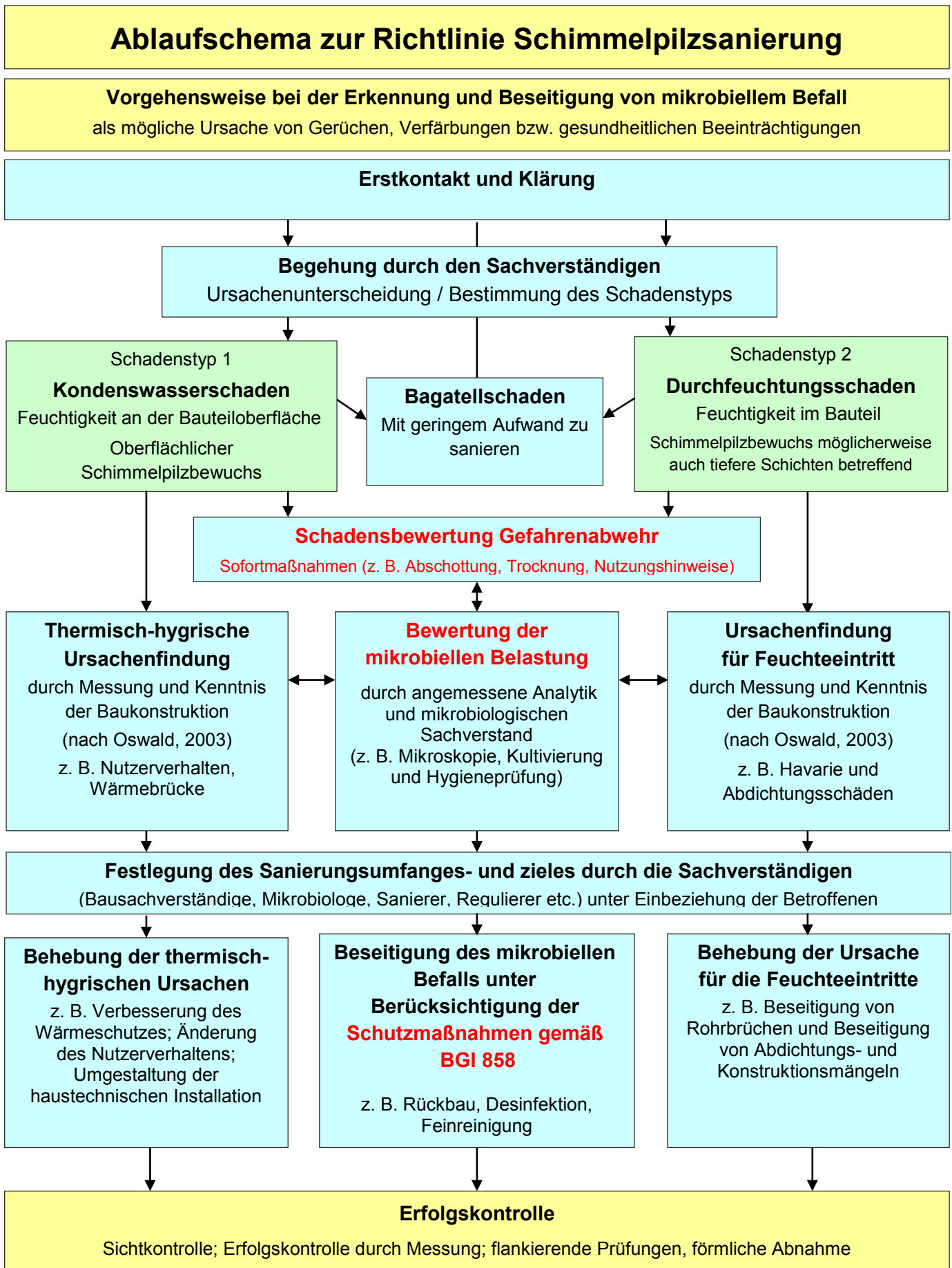
Anlage 1: Ablaufschema zur Schimmelpilzsanierung

Anlage 2: Glossar

Anlage 3: Sanierungsprotokoll, S. 1 u. 2

Anlage 4: Mikrobiologische Probenahme

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 wie 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 durch Schimmelpilze belasteter von den unbelasteten Bereichen durch geeignete Maßnahmen (auch Schwarz-Weiß-Trennung genannt).
Adsorptionstrocknung	Trocknungsverfahren, bei dem die Raumluft mittels Sorptionsrotor getrocknet wird. Die Raumluft wird durch eine Trommel mit einer wabenförmigen Struktur geleitet, deren Oberflächen mit feuchtaufnehmenden 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 Überempfindlichkeitsreaktionen 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.
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.
Bagatellschaden	Schaden mit so geringem Umfang, dass er beseitigt werden sollte, aber nicht überprüft werden muss.
Baukonstruktive Bauteile	Bauteile des Tragwerks sowie solche des Wärme-, Feuchte- und Schallschutzes.
Bewuchs	Strukturierter bzw. stoffwechselaktiver Befall von Mikroorganismen auf und in Bauteilen.
Biofouling	Anreicherung und Aufwuchs mikrobieller Zellverbände und Strukturen auf Werkstoffoberflächen, die zu Veränderungen der physikalisch-chemischen Eigenschaften von Werkstoffen in Hinblick auf deren Benetzungs- und Verschmutzungsverhalten sowie Diffusions- und Wärmeleitfähigkeit führen.
Biokorrosion	Mikrobiell induzierte bzw. beeinflusste Korrosion an Werkstoffen, die zu Veränderungen der Struktur und Stabilität eines Werkstoffes durch ästhetisch beeinträchtigende Verfärbungen, Ausscheidung direkt korrosiv schädigender Stoffwechselprodukte (z. B. Säuren) bis hin zum Abbau der betreffenden Materialien führt.
Darr-Methode	Gravimetrisches Verfahren, bei dem die entnommene Materialprobe bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wird.
Dekontamination	Beseitigung einer toxischen oder mikrobiell-organischen Verunreinigung.
Desinfektionsmittel	Chemische oder biologische Mittel zur Prävention oder Beseitigung von mikrobiellen Keimen und Bewuchs.
Erfolgskontrolle	Überprüfung des Trocknungs- und Instandsetzungserfolges.
Erstbegehung	Erster Ortstermin, zu dem das Schadensbild festgestellt wird und, falls erforderlich, Sofortmaßnahmen initiiert werden. Auch werden die weiteren Schritte der Instandsetzungsmaßnahme festgelegt.
Feinreinigung	Besonders gründliche Reinigung nach Rückbau der befallenen Bauteile vor der Wiederherstellung.
Feuchtreinigung	Reinigung nicht oder wenig absorbierender Flächen mittels feuchten Tüchern.
Gebrauchstauglichkeit	Zustand einer Sache, die uneingeschränkt 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 (Tauwasserausfall). Stationäres Verfahren.
Hintergrundbelastung	Nicht zu vermeidende, ständig vorhandene Kontamination der Raumluft und von Baustoffen.

Hygiene	Lehre von der Verhütung der Krankheiten und Erhaltung, Förderung und Festigung der Gesundheit (DGHM - Deutsche Gesellschaft für Hygiene).
Infrarottrocknung	Trocknung von Bauteilen durch Bestrahlung mit Infrarotplatten.
Innenraum	Ein Raum, der vor Witterungseinflüssen geschützt ist.
Instandsetzung	Wiederherstellung des Sollzustandes, der sich bei Instandsetzungsmaßnahmen an dem Zustand orientiert, der vor Schadenseintritt vorhanden war.
Kalkputze und Kalkfarben	Beschichtungs- bzw. Anstrichsystem auf mineralischer Basis mit hohem pH-Wert.
Klebefilmprobe	Mit Hilfe eines klaren Klebefilmstreifens entnommene Kontaktprobe, die nach Anfärbung direkt mikroskopisch untersucht wird. Zum Nachweis von Schimmelpilzbewuchs gut geeignet.
Kondensationstrocknung	Luftentfeuchtungsverfahren durch Abkühlung der durch das Trocknungsgerät geleiteten Luft unter die Taupunkttemperatur, wodurch das in der Luft enthaltene gasförmige Wasser in flüssige Form gelangt.
Kondenswasser	Bei Taupunktunterschreitung anfallendes Wasser.
Kontamination	Unerwünschte organische wie anorganische Stoffanteile in Bauteilen oder auf Bauteiloberflächen.
Konvektionsströmung	Mitführung von Stoffanteilen durch Strömung, angetrieben durch Temperaturdifferenzen.
Korrelation	Beziehung zwischen verschiedenen Merkmalen ohne unbedingten kausalen Zusammenhang.
Klimalangzeitmessung	Erfassung der Klimadaten (relative Feuchte und Temperatur) in Innen- und Außenbereichen über einen längeren Zeitraum.
Luftdichtheitsmessung	Überprüfung der Gebäudehülle hinsichtlich der Luftwechselrate unter energetischen Aspekten. Während der L. können durch Anemometer (Luftgeschwindigkeitsmessgeräte) 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 Raumluftvolumenwechsels je Zeiteinheit.
Mikrobielle Raumluftbelastungen	In der Raumluft 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 höhere Eigenbewegungen versetzen. Die Wassermoleküle werden erwärmt und verdunsten, wenn sie an die Raumluft gelangen. Der Einsatz der Mikrowellentrocknung setzt eine kapillare Verbindung oder eine nicht zu hohe Diffusionsdichtheit zwischen der durchfeuchteten Schicht und der Raumluft voraus.
Mittlere Art und Güte	Allgemein übliche Bauweise, handels-/marktübliche Qualität.

Myzel	Pilzfadengeflecht, Gesamtheit der Pilzfäden, vegetative Wachstumsform von Pilzen.
Neubaufeuchte	Erhöhte Feuchtegehalte in unter Verwendung von Wasser hergestellten Baustoffen und anderen Bauteile, die aufgrund der Austrocknungsvorgänge Feuchtigkeit aufnehmen.
Nutzungsuntersagung	Zeitweises oder dauerhaftes Verbot der Nutzung einer Sache.
Oberflächentemperatur	Temperatur an 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	Arbeitskleidung zur Sicherstellung des Gesundheitsschutzes der in gefährdeten Bereichen tätigen Arbeiter.
Präventivmaßnahmen	Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung drohender Schäden.
Probenahme	Entnahme von Material zu Untersuchungszwecken.
Raumluftbelastung	In der Luft enthaltene unerwünschte 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.
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.
Saugtrocknung	Konventionelle Trocknung von Dämmschichten im Unterdruckverfahren.
Schadenstypen	Klassen von Schadensarten. Im Zusammenhang mit Fragen zu Ursachen von mikrobiellen Schäden auch häufig Unterscheidung nach Durchfeuchtungs- und Kondenswasserschäden.
Schwarz-Weiss-Bereich	Trennung von schmutzigem "Schwarz" und sauberem "Weiß", bzw. Außen- und Innenbereichen.
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. <b>Anmerkung:</b> Schimmelpilze sind keine taxonomisch einheitliche Gruppe.
Sicherung der Schadensstelle	Verhinderung der Ausbreitung eines Schadens.

Sichtkontrolle	Visuelle Überprüfung bei Instandsetzungsmaßnahmen.
Sofortmaßnahmen	Unverzögliche Maßnahmen nach Schadensfeststellung.
Spore	Flugfähige Vermehrungseinheit von Pilzen.
Statik	Dimensionierung von Tragwerken.
Staubbelastung	Sammelbezeichnung für feinste feste Teilchen (Partikel), die in Gasen, z. B. in der Luft, aufgewirbelt schweben können (Mehrzahl: Stäube, bei unterschiedlichen Sorten).
Staubsauger (HEPA)	Gerät zum Absaugen von Staub mit hochwertigen Filtereinrichtungen der Klasse H 12/13 entsprechend DIN EN 60335-2-69 zum Ausfiltern feinsten Partikel.
Tagwasser	Wasser aus atmosphärischen Niederschlägen.
Taxonomische Zusammensetzung	Zusammensetzung der in einem befallenen Bereich wachsenden Schimmelpilzarten (auch Artspektrum).
Thermografie	Bildliche Wärmemessung an Bauteilen.
Validierung	Beweis, dass ein Prozess oder ein System die Anforderungen im praktischen Einsatz 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.
Wasserdampfdiffusion	Ungerichteter, durch molekulare Eigenbewegung bedingter Transport von Wassermolekülen.
Wasserstoffperoxyd	Chemische Formel: $H_2O_2$ . Starkes Oxidationsmittel, das als Desinfektionsmittel einsetzbar ist. Es zerfällt in Wasser zu aktivem Sauerstoff, der mit dem Substrat reagiert.
Werkvertrag	Privatrechtlicher Vertrag, bei dem sich der Auftragnehmer verpflichtet, ein Werk gegen Vergütung zu erstellen.
Wiederherstellung	Herstellen des Zustandes vor Schadenseintritt.



**Anlage 3: S.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, verw. Materialien etc.)				
<b>Lufthaltung:</b>				
(Beschreibung der ausgeführten Lufthaltung, Luftfilterung etc.)				

**Anlage 3: S.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 der Probenahme und praktischen Durchführung vor Ort sowie den Möglichkeiten mikrobiologischer Analyseverfahren und der Bewertung der betreffenden Untersuchungsergebnisse im Rahmen der Sanierung von Schimmelpilzbewuchs in Innenräumen.

Der überwiegende Teil der hier aufgeführten Laboranalysemethoden und Auswertungen ist in der Richtlinie VDI 4300 Blatt 10 detailliert beschrieben und ist daher stets auf deren Änderungen bzw. Fortschreibungen abzustimmen.

Im Rahmen der mikrobiologischen Probenahme gilt vorab zu unterstreichen, dass es aufgrund der Bandbreite unterschiedlicher Schadensfälle keinen allgemeingültigen „Untersuchungsfahrplan“ geben kann, sondern in jedem Falle eine objektbezogene Einzelfestlegung und vergleichende Bewertung durch den geschulten Sachverständigen erforderlich ist. Im Zweifelsfall ist eine interdisziplinäre Abstimmung hinsichtlich der Art und des Umfangs der Probenahme mit dem Untersuchungslabor anzustreben.

Bei bereits visuell erkennbarem Schimmelpilzbewuchs auf Bauteiloberflächen ist in der Regel keine mikrobiologische Untersuchung notwendig, außer es sind weitere Fragen zu möglichen Materialschäden, eine versicherungsrelevante Schadensfeststellung bzw. eine juristische Beweissicherung oder die Einschätzung eines gesundheitlichen Risikos gefordert. Der Schadens- und Sanierungsumfang ergibt sich vor allem aus der sichtbaren Verbreitung des mikrobiellen Bewuchses sowie den feststellbaren Feuchtebelastungen bzw. bauphysikalischen Unzulänglichkeiten des Objektes. Für die Festlegung der notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen nach BGI 858 können mikroskopische Untersuchungen bzw. kulturtechnische Anreicherung dienlich sein, um das

mögliche Gefährdungspotential im Rahmen der Sanierungsarbeiten festzulegen. Auch bei Verfärbungen, die nicht sicher einem mikrobiellen Befall zuzuordnen sind, können mikrobiologische Materialuntersuchungen erforderlich sein.

Bei vermutetem, möglicherweise verstecktem Schimmelpilzbewuchs können raumlufthygienische Untersuchungen eine erste Abschätzung für eine mögliche Innenraumquelle im betreffenden Objekt geben. Mit der Feststellung einer mikrobiell bedingten Raumluftbelastung muss jedoch stets eine plausible, bautechnische bzw. bauphysikalische Abschätzung erfolgen; d.h. ob und in welcher Form aktuelle wie auch zurückliegende Feuchtebelastungen bzw. mikrobiell empfindliche Baustoffe für den vermeintlichen Schimmelpilzbewuchs ursächlich sein könnten, um den mikrobiellen Schadensherd gezielt lokalisieren und einen angemessenen Sanierungsumfang festlegen zu können. In strittigen Fällen (u.a. Wasserschäden innerhalb von Baukonstruktionen, z.B. in Estrichen, Schimmelpilzbefall in Dachstühlen) ist es notwendig, den mikrobiellen Bewuchs durch mikroskopische Analysen sowie unter Umständen auch durch biochemische bzw. kulturtechnische Untersuchungen nachzuweisen.

Der mikrobiologischen Untersuchung bei Schimmelpilzschäden kommt insbesondere bei der Kontrolle von Sanierungsmaßnahmen eine entscheidende Bedeutung zu. Neben der visuellen Kontrolle des vollständigen Rückbaus von schimmelpilzbelasteten Bauteilen bzw. nachfolgender desinfizierender Reinigungen sollte durch sanierungsbegleitende mikroskopische Analysen (i.e. Klebefilmpräparate, Videomikroskopie) oder/und biochemische Untersuchungen an Abstrichproben (i.e. ATP-Hygieneprüfung) der Erfolg von Sanierungsmaßnahmen überprüft werden. Der Erfolg der abschließenden Feinreinigung kann durch raumlufthygienische Kontrollmessungen (z.B. wachstumsfähige Keime, Gesamtsporen und Partikel) erfolgen.

In diesem Zusammenhang sei noch einmal betont, dass aus den Analysedaten der nachfolgend aufgeführten mikrobiologischen Untersuchungsverfahren eine unmittelbare

gesundheitliche Bewertung ohne medizinische Anamnese und individuelle Risikoanalyse eines Facharztes nicht möglich ist. Ob eine individuelle Gesundheitsgefährdung vorliegt oder nicht, ist nicht nur vom Gehalt an Schimmelpilzsporen und -bestandteilen abhängig, sondern auch von der individuellen gesundheitlichen Disposition des Raumnutzers und einer möglicherweise vorausgehenden, sensibilisierenden Exposition.

Ziel einer erfolgreichen Sanierungsmaßnahme bei Schimmelpilzschäden muss es sein, dass die Schadensursache grundlegend beseitigt ist und der schadenssächliche Schimmelpilzbewuchs entfernt (keine mikroskopisch oder biochemisch nachweisbaren mikrobiellen Befallsherde), keine raumlufthygienischen Belastungen (u.a. in Anlehnung an die einschlägigen Leitfäden) oder mikrobiell bedingte Geruchbildungen mehr bestehen sowie eine ausreichende Trocknung des Baukörpers erfolgt ist.

## 2. Probenahmestrategie

Die Auswahl der mikrobiologisch zu untersuchenden Baustoffproben und der Umfang der raumlufthygienischen Messungen sollten stets auf eine klare Fragestellung hin ausgerichtet sein:

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

Viele der dazu notwendigen Untersuchungen können sich zunächst auf die einfache mikroskopische Analyse (mit und ohne Anfärbelösungen) sowie ergänzend zeitsparende biochemische Untersuchungen (u.a. ATP-Hygieneprüfung) an und in Baustoffen bzw. Bauteilbeschichtungen beschränken. Die kulturtechnische Anreicherung von wach-

tumsfähigen Keimen kann einen Rückschluss auf die mögliche Schadensursache bzw. das mögliche gesundheitliche Gefährdungspotential geben, aber auch helfen, den Nachweis und die taxonomische Charakterisierung von auffälligen mikrobiellen Kontaminationen zu ermöglichen.

Raumlufthygienische Untersuchungen können Hinweise auf versteckte Schimmelpilzquellen sowie auf den Außenlufteinfluss geben und sollten zudem für die Überwachung bzw. Erfolgskontrolle von Sanierungsmaßnahmen herangezogen werden. Aus raumlufthygienischen Untersuchungen alleine kann jedoch kein unmittelbares, aber ein potentiell gesundheitliches Risiko abgeleitet werden.

Mit Blick auf die Kosten fachgerechter mikrobiologischer Untersuchungen sollte es stets Ziel sein, mit minimalem Aufwand den größtmöglichen Nutzen für einen erfolgreichen Sanierungsablauf zu gewährleisten. Allgemeine Angaben zum Objekt, dem Schadensumfang und der möglichen Schadensursache können dabei wertvolle Hilfestellung bei der Einschätzung eines Schadens und dem daraus resultierend notwendigen Aufwand an Proben geben. Die Herkunft der Proben ist möglichst umfassend zu dokumentieren und auch die damit jeweils verbundene Fragestellung genau zu beschreiben. Die Probenahme sollte stets mit frischen bzw. desinfizierend gereinigten Utensilien erfolgen, um etwaige Kontaminationen und damit Fehlinterpretationen zu vermeiden.

## 3. Probenahme und Untersuchungsverfahren

### 3.1 Bauteiloberflächen

#### 3.1.1 Klebefilmpräparate (Nachweis von Oberflächenbewuchs)

Klebefilmpräparate dienen zum mikroskopischen Nachweis von Oberflächenbewuchs auf Baustoffen in der Regel mit geeigneten Anfärbelösungen (u.a. Cottonblue, Lacto-

phenolblau), insbesondere in Hinblick auf die Unterscheidung zwischen strukturiertem Schimmelpilzbewuchs, Kontamination und Verunreinigung. Je nach Qualität des Präparates ist dabei auch eine Bestimmung der vorliegenden Schimmelpilzgattungen und somit ein etwaiger Hinweis auf die vorliegende 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 Glasobjektträger zu kleben und zu beschriften (kein Papier verwenden!).

Benötigte Materialien:

- Klarer 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 Einmal-Handschuhe

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 versendbaren Probenträger, z.B. auf einen Glasobjektträger (nicht um den Objektträger herumkleben) oder auf eine nicht dünne Transparentfolie (Klebefilm muss sich wieder ablösen lassen) kleben und für die spätere Zuordnung beschriften.
- Verschiedene, augenscheinlich unterschiedlich aussehende 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 ist es häufig sinnvoller, kleine Stücke der Tapete (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 (i.e. Kondensat / Wasserschaden) eingrenzen bzw. den Sanierungsumfang (z.B. Putzabtrag, Rückbau) angemessen festlegen zu können.

### 3.1.2

#### **Abklatsch-/Tupferproben auf Nährböden (Nachweis von Kontamination)**

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 bei primärem Befall durch Schimmelpilze. Der Einfluss von Anflugsporen und der natürlichen Hintergrundkontamination kann nur im Rahmen einer Sanierungskontrolle von glatten Oberflächen in abgeschotteten Bereichen ausgeschlossen werden.

### 3.1.3

#### **Wischproben**

Die Aufnahme von oberflächlich anhaftendem Pilzbewuchs oder mikrobiell-organischer Verunreinigungen auf Bauteiloberflächen durch das Abwischen mit Baumwoll- oder Papiertücher ist aufgrund einer fehlenden standardisierten Laboraufarbeitungsmethode im bautechnischen Bereich nur bedingt geeignet.

### 3.1.4

#### **Abstrichproben (ATP-Hygieneprüfung)**

Abstrichproben und die Bestimmung deren ATP-Gehaltes können zum Nachweis von stoffwechselaktiven Mikroorganismen bzw. mikrobiell-organischen Verunreinigungen auf Bauteiloberflächen, insbesondere zur Sanierungskontrolle, ergänzende Anwendung finden.

Die Methode reagiert sehr empfindlich auf unsachgemäße Anwendung (u.a. Hautkontakt, Verschmutzungen) und besitzt bei bestimmten Schimmelpilzarten (z.B. *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium globosum*) nur eine eingeschränkte Aussagekraft. Daher ist neben der ATP-Hygieneprüfung stets auch eine mikroskopische Kontrolluntersuchung der beprobten Bauteiloberflächen (bzw. der Abschwemmung) erforderlich.

Die Abstrichproben zur ATP-Hygieneprüfung werden mittels eines speziellen Baumwollstäbchens (ggf. auch frisches Wattestäbchen) von möglichst gleich großen Bauteiloberflächen (ca. 5 x 5 cm) durch Abrieb der oberflächlichen Auflagerungen entnommen. Wegen möglicher Hintergrundbelastungen sollten stets auch Kontrolluntersuchungen nicht befallener Baustoffoberflächen durchgeführt werden!

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

## 3.2 Baustoffe

### 3.2.1 Quantitative Anreicherung wachstumsfähiger Mikroorganismen (Suspensionsverfahren)

Zum kulturtechnischen Nachweis wachstumsfähiger Pilzsporen sowie anderer Mikroorganismen (z.B. Bakterien und Hefen), insbesondere in Hinblick auf die quantitative und qualitative Verteilung der verschiedenen Pilzspezies und Mikroorganismen innerhalb eines Baustoffs bzw. Bauteils. Damit ist unter Umständen auch ein etwaiger Hinweis auf die vorliegende Schadensursache möglich. Die Ergebnisse werden in KBE / g (KBE = Koloniebildende Einheiten) angegeben. Die quantitative Auswertung erlaubt nur sehr bedingt eine Unterscheidung zwischen mikrobiellem Bewuchs bzw. Kontamination, so dass auch hier eine mikroskopische Analyse als Gegenkontrolle unerlässlich bleibt.

Die Auswahl der Probenstellen richtet sich nach dem Ausmaß des Schadens und der Zahl unterschiedlicher Schadensbilder bzw. Expositionen. Eindeutig zum Rückbau anstehende, mikrobiell bewachsene Bauteiloberflächen müssen grundsätzlich nicht mikrobiologisch untersucht werden – es sei denn, dass eine etwaige Gesundheitsgefährdung

nachgewiesen bzw. beurteilt werden muss!

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. Diese sollten staubdicht umgeschlagen, aber möglichst nicht luftdicht verschlossen werden.

Durchführung der Probenahme:

- Zur Reinigung und Desinfektion das Werkzeug mit 70-80%igem Alkohol (z.B. Spiritus oder Isopropanol, mit Wasser im Verhältnis  $\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$  versetzt) reinigen, 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: BxH etwa 2 x 2 cm (x 1 cm T), 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 (nicht luftdicht, z.B. Gefrierbeutel nur umschlagen).
- Die Baustoffproben sind unmittelbar nach Entnahme genau zu kennzeichnen und fortlaufend zu nummerieren; vorzugsweise sollte ein Probenlageplan und eine Fotodokumentation, einschl. einer Schadensbeschreibung sowie etwaigen Fragestellungen beigelegt werden.

#### Sonderfall Estrichproben:

Bei feuchtebelasteten Estrichen sollten zu Vergleichszwecken auch Referenzproben aus vermeintlich nicht geschädigten Bereichen des betreffenden Objektes entnommen werden. Dies dient dazu, mögliche überdurchschnittlich hohe, möglicherweise schon

vor Schadenseintritt vorliegende Belastungen der Estrichdämmschicht ausschließen zu können. Um Kontaminationen oder Verunreinigungen aus dem Estrichrandfugenbereich auszuschließen, sind die betreffenden Bohrkerne mit mindestens jeweils 30-50 cm Abstand von der Wand zu setzen. Die gezielte Beprobung des Estrichrandfugenbereiches dient alleine der Feststellung eines lokal dort möglichen mikrobiellen Befallsherdes, bzw. einer Kontamination im angrenzenden Sockelbereich.

Bei der Beprobung von Estrichen empfiehlt sich die möglichst zeitnahe Verwertung von Bohrkernproben (Durchmesser mindestens 4 cm) bei der Installation der Saugtrocknung; ansonsten kann der Estrich bis zur Dämmschicht aufgestemmt werden. Entscheidend für die lichtmikrobiologische Untersuchung ist in der Regel die Unterseite der untersten Dämmschicht. Diese ist bei der Probenentnahme zu kennzeichnen.

Estrichprobenentnahme durch Kernbohrung oder Stemmen:

- Vor der Probenahme die ausgewählte Stelle von Staub befreien, desinfizieren (mit 70-80%igem Alkohol, z.B. Spiritus oder Isopropanol, mit Wasser im Verhältnis  $\frac{3}{4}$  :  $\frac{1}{4}$  versetzt) und gut trocknen.
- Werkzeuge (z.B. Meißel, Stecheisen, Messer) desinfizieren und gut trocknen.
- Kernbohrung oder Estrich bis zur Dämmschicht aufstemmen.
- Falls gestemmt wurde, das heraus gestemmte Material aus dem Loch entfernen und ein Stück Dämmmaterial über die gesamte Dicke der Dämmung (Durchmesser mindestens 4 cm) mit Hilfe eines Stecheisens, Handstichsäge oder 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 Zentimeter 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 (Proben aus Schadensbereich, Entfernung der Probenahmestelle vom Estrichrand, Referenz aus einem trockenen Bereich); vorzugweise sollte ein Probenlageplan und eine Fotodokumentation, einschl. einer Schadensbeschreibung sowie etwaigen Fragestellungen beigefügt werden.

### 3.2.2

#### Direktmikroskopie

Bei mikrobiologischen Untersuchungen von Baustoffen ist es das Ziel, den mikrobiellen Bewuchs durch mikroskopische Analyse nachzuweisen. Neben den bereits oben erwähnten Klebefilmpräparaten kann es daher auch häufig sinnvoll sein, kleine Materialproben (ca. 2 x 2 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. Cottonblue, Lactophenolblau, PAS-Perjodessig-Schiffreaktion, FDA-Fluoresceindiacetat) unter dem Auflichtmikroskop nachzuweisen. Dies dient dazu die mögliche Schadensursache (i.e. Kondensat/Wasserschaden) einzugrenzen, bzw. den Sanierungsumfang (z.B. Putzabtrag, Rückbau) angemessen festlegen zu können. Die mikroskopische Auswertung von Klebefilmpräparaten und Baustoffen ist in der Richtlinie VDI 4300 Blatt 10 näher beschrieben.

### 3.3

#### Raumluft

##### 3.3.1

#### Bestimmung der Lebendkeimzahl in der Raumluft (Impaktion auf Nährboden – Luftkeimsammlung)

Zum Nachweis von keimfähigen Sporen oder vermehrungsfähigen Pilzbestandteilen in der Raumluft. Diese Messung wird bei vermutetem Schimmelpilzbewuchs zur Abschätzung einer möglicherweise versteckten Innenraumquelle im betreffenden Gebäude-

bereich empfohlen. Darüber hinaus ist die raumlufthygienische Untersuchung wichtiger Bestandteil der Kontrollmessung eines Objekts nach der Sanierung. Nach quantitativer und qualitativer Auswertung der nachweisbaren Schimmelpilzspezies in der Raumluft ist keine unmittelbare, aber unter Umständen eine potentielle gesundheitliche Beeinträchtigung abzuleiten.

Die zu untersuchenden Räumlichkeiten sollten 8 Stunden vor dem Beginn der Messungen nicht gelüftet werden, um den möglichen Einfluss der mikrobiellen partikulären Belastung der Außenluft (Referenz) zu reduzieren. Die Durchführung der Methode ist detailliert in der Richtlinie VDI 4300 Blatt 10 beschrieben.

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

### 3.3.2 Bestimmung der Partikelbelastung in der Raumluft (Objektträger - Partikelsammlung)

Die Bestimmung der Partikelbelastung in der Raumluft dient zum Nachweis nicht oder nur bedingt keimungsfähiger Pilzsporen und anderer Mikroorganismen (Gesamtsporen), biogener Zellfragmente und anderer partikulärer Belastungen. Die Methode ist besonders geeignet bei einem vermuteten Schimmelpilzbefall von gering, aber charakteristisch sporulierenden Pilzspezies (z.B. *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium globosum*) geeignet. Die Methode ist weniger geeignet 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 der genannten Einschränkungen und einer bislang unzureichenden, allgemeinen Validierung der betreffenden Untersuchungsmethode sollten die Messdaten allenfalls als halbquantitative Abschätzung

dienen. Sie können jedoch helfen, Hinweise auf einen versteckten Schimmelpilzbewuchs zu finden bzw. den Erfolg einer Sanierung ergänzend zu dokumentieren. Bei einigen speziellen Fragestellungen, wie z.B. bei der Kontrollmessung nach Sanierung eines durch *Stachybotrys spec.* oder *Chaetomium spec.* belasteten Schadens, ist die Methode als Ergänzung sehr gut geeignet. Auch hier gilt nach quantitativer und qualitativer Auswertung der nachweisbaren Schimmelpilzspezies in der Raumluft, dass daraus keine unmittelbare, sondern lediglich eine potentiell gesundheitliche Beeinträchtigung abzuleiten ist.

Die raumluftgängigen Pilzsporen und andere Mikroorganismen, biogenen Zellfragmente sowie Partikel werden mittels kalibriertem Luftkeimsammler aus einem definierten Raumvolumen auf standardisierte, adhäsiv beschichtete Objektträger eingesogen. Die zu untersuchenden Räumlichkeiten sollten 8 Stunden vor dem Beginn der Messungen nicht gelüftet werden, um den möglichen Einfluss der partikulären Belastung der Außenluft (Referenz) zu reduzieren. Hier 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 Durchführung der Methode ist detailliert in der Richtlinie VDI 4300 Blatt 10 beschrieben.

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.

### 3.3.3 Weitere Methoden für spezielle Fragestellungen

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

Zum Nachweis etwaiger gasförmiger Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen



und Bakterien (MVOC – „microbial volatile organic compounds“) als möglicher Hinweis auf einen versteckten mikrobiellen Bewuchs. Der Nachweis von „MVOC“ in der Raumluft ist nur bedingt geeignet zur Feststellung eines mikrobiellen Bewuchses, da die betreffenden Substanzen auch in Baustoffen auftreten können, und dient aufgrund der chemischen Persistenz der „MVOC“ auch nicht zur Erfolgskontrolle nach einer Schimmelpilzsanierung.

Die gasförmigen Stoffwechselprodukte werden mittels einer kalibrierten Pumpe aus einem definierten Raumvolumen in vorbereitete Sammelröhrchen eingesogen. Die zu untersuchenden Räumlichkeiten sollten 8 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 die Bewertung der Analysedaten setzen einen hohen Sachverstand voraus und sollten nur von erfahrenen, sachkundigen Personen durchgeführt werden.

### 3.3.3.2 Bestimmung der Allergene in der Raumluft

Um eine gesundheitliche Bewertung einer Schimmelpilzbelastung der Raumluft vornehmen zu können, wird bislang durch Quantifizierung und Bestimmung der auftretenden Schimmelpilzarten (z.B. Impaktion auf Nährböden) ein indirekter Rückschluss auf eine potenziell vorhandene Gesundheitsbeeinträchtigung durchgeführt. Im Zusammenhang mit durch Schimmelpilze belasteten Innenräumen sind insbesondere die allergisch bedingten Atemwegserkrankungen vorrangig zu betrachten.

Bei speziellen medizinischen Fragestellungen kann es sinnvoll sein, den Allergehalt 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 potentielle Gesundheitsgefährdung besser eingeschätzt werden. Die Probenahme kann mittels Filtration oder durch ein für den Innenraum optimiertes Verfahren mit einem Luftkeimsammler (Impaktor) mit einem speziell entwickelten Sammelkopf direkt in die ELISA Reaktionsgefäße durchgeführt 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.

## 4. Bewertung mikrobiologischer Analyseergebnisse

Aufgrund der Komplexität und Verschiedenartigkeit der Schadensfälle sowie fehlender belastbarer Hintergrundwerte für einen „mikrobiell-hygienisch bauüblichen Gebäudenzustand“ gibt es bislang bei Schimmelpilzbewuchs in Innenräumen keine gesetzlich bindenden Grenz- oder Richtwerte, sondern allenfalls Bewertungshilfen für eine „hygienisch vom Normalzustand abweichende Bausituation“.

Forderungen nach der Wiederherstellung eines „hygienisch geschuldeten Bauzustandes“ müssen daher aktuell ähnlich ins Leere gehen wie gesundheitlich relevante Erwartungen an einen „hygienisch einwandfreien Wohnzustand“.

Was bleibt, ist die in der Baupraxis berechnete und in den einschlägigen Schimmelpilzleitfäden des Umweltbundesamtes dargelegte Maßgabe, dass aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge ein mikrobieller Bewuchs in Innenräumen ausgeschlossen oder zumindest auf ein vertretbares Maß minimiert werden sollte (Minimierungsgebot).

Für die Bewertung mikrobiologischer Analyseergebnisse stehen dazu bislang nur die empirischen Bewertungshilfen (eben diese Schimmelpilzleitfäden) sowie verschiedene individuelle Bewertungsmaßstäbe unterschiedlicher Labore zur Verfügung.

Um diese Vielzahl von Vorschlägen zusammenzufassen und möglichen Fehlinterpretationen entgegenzuwirken, in dem letzten Kapitel dieses Anhangs mit Darlegung der zusammenfassenden Auswertungs- und Laborberichtsformulare auch Vorschläge für die Definition von „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 vereinfachend helfen, dem Sachverständigen in der Baupraxis eine plausible und nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage zu geben. So sind bei Überschreitung des „Aufmerksamkeitswertes“ vom verantwortlichen Sachverständigen angemessene Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren und einzuleiten, die die Wiederherstellung einer der Erfahrung nach „bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation“ gewährleisten können. Man kann den „Aufmerksamkeitswert“ daher auch als sogenannten „Eingriffswert“ bezeichnen.

## Literatur:

Richtlinie VDI 4300, Blatt 10, Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Messstrategien zum Nachweis von Schimmelpilzen im Innenraum, 2008-07

Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden“), Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes, Dessau 2005

Abgestimmtes Arbeitsergebnis „Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement“ des Arbeitskreises „Qualitätssicherung – Schimmelpilze im Innenraum“ am Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, überarbeitete Auflage, Stuttgart 2004

Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“), Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes, Dessau 2002

Probennahme und Quantifizierung von antigenen und allergenen Schimmelpilzproteinen in der Luft, Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft (2012), 72, Nr. 6, Seite 274

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

Adresse Auftraggeber

Ihr Ansprechpartner:  
Telefondurchwahl:  
E-Mail:  
Datum:

### Laborbericht

Auftraggeber: **Adresse Auftraggeber**

Ihr Auftragsdatum: Probeneingang:  
Ihre Auftrags-/Projektnr.: Analysezeitraum:  
Labor-Auftragsnr.: Berichtsnr.:  
Labor-Probennr.:

### 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

Methoden zur quantitativen und qualitativen Analyse von Schimmelpilzen.

Die Methoden richten sich, falls nicht anders erwähnt, nach der Richtlinie VDI 4300 Blatt 10.

##### Klebefilmverfahren

Materialproben (Suspensionsmethode): Qualitative und quantitative Analyse. Modifikation: Ausplattieren auf jeweils einer Agarplatte pro Verdünnungsstufe und Agarart.

Impaktionsagarplatten: Angaben zum gezogenen Luftvolumen stammen vom Auftraggeber.

Gesamtsporenzahlbestimmung: Angaben zum gezogenen Luftvolumen stammen vom Auftraggeber.

Nachweis thermophiler Schimmelpilzarten: Kultivierung bei 37°C ± 3°C.

##### Mikroskopische / makroskopische Differenzierung

Auswertung bei Kultivierungsverfahren: Die Ergebnisse werden in KBE / g, KBE / Platte oder KBE / m<sup>3</sup> angegeben (KBE = Koloniebildende Einheiten).

## 2. Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der Messungen und Analysen beziehen sich ausschließlich auf die untersuchte(n) Probe(n).

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

Probe Nr.	Bezeichnung / Probenahmestelle			Probenart
1.1				Klebefilmpräparat / Klebefilmpräparat von der Materialprobe
1.2				
1.3				
Probennummer:		1.1	1.2	1.3
Pilzart:				
<i>Acremonium</i> sp.				
<i>Aspergillus restrictus</i>				
<i>Aspergillus</i> sp. (Typ <i>A. versicolor</i> )				
<i>Cladosporium</i> sp.				
<i>Penicillium</i> sp.				
<i>Scopulariopsis fusca</i>				
<i>Stachybotrys chartarum</i>				

- Legende:
- keine bzw. nur vereinzelte Pilzsporen bzw. Myzelbruchstücke (Verschmutzung)
  - + vereinzelte bzw. mäßig viele Pilzsporen und Myzelbruchstücke, keine Myzelien bzw. Sporenträger (Kontamination)
  - ++ auffällige Anreicherung von Pilzsporen und Myzelbruchstücken, vereinzelt Myzelien bzw. Sporenträger (deutliche Kontamination / lokaler Bewuchs) **(Aufmerksamkeitswert)**
  - +++ viele Pilzsporen, Myzelien und Sporenträger (strukturierter Schimmelpilzbewuchs)

### Aufmerksamkeitswert:

Der Nachweis eines strukturierten Schimmelpilzbewuchses (i.e. intakte Myzelien und Sporenträger bzw. Fruchtkörper) mittels Klebefilmpräparat oder Direktmikroskopie beschreibt die Überschreitung eines Aufmerksamkeitswertes. 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 bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können.

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

Probe Nr.	Probenbezeichnung / Probenahmestelle	Material	Suspension:		Agar		
			G	MI			
1		Putz (nass)			DG-18, MEA		
2		Putz (trocken)					
3		Tapete					
Probennummer:		1		2		3	
Pilzart	KBE / g	Wachstum	KBE / g	Wachstum	KBE / g	Wachstum	
<i>Acremonium strictum</i>							
<i>Acremonium</i> sp.							
<i>Alternaria</i> oder <i>Ulocladium</i> sp.							
<i>Alternaria</i> sp.							
<i>Aspergillus restrictus</i>							
<i>Aspergillus versicolor</i>							
<i>Aspergillus</i> spp.							
<i>Botrytis cinerea</i>							
<i>Chaetomium globosum</i>							
<i>Cladosporium cladosporioides</i>							
<i>Cladosporium</i> spp.							
<i>Penicillium chrysogenum</i>							
<i>Penicillium</i> spp.							
Steriles Mycel							
Nicht bestimmte Schimmelpilze							
<b>Gesamt-KBE<sup>1)</sup></b>							
Hefen							
Nachweisgrenze <sup>2)</sup>							
<b>Schimmelpilzbelastung der Materialprobe<sup>3)</sup></b>							

- 1): 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 hinzu gezählt.
- 2): Nachweisgrenze in KBE/g Material entspricht 1 KBE auf 1 Agarplatte der konzentrierten Suspension (100 µl)
- 3): **Stufen der Schimmelpilzbelastung bei Materialprobe (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 auf Grund 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:  
< 750 – 4.000 KBE / g
  - + Kontamination oder geringes Schimmelpilzwachstum:  
> 750 – 4.000 und < 20.000 – 50.000 KBE / g, vorwiegend Indikatorarten für Feuchteschäden
  - ++ Schimmelpilzwachstum (**Aufmerksamkeitswert**):  
> 20.000 – 50.000 und < 200.000 – 500.000 KBE / g, vorwiegend Indikatorarten für Feuchteschäden
  - +++ starkes Schimmelpilzwachstum:  
> 200.000 – 500.000 KBE / g

**Bemerkung:** 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 (> 20.000 – 50.000 KBE / g Baustoffprobe) 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 bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können. Berücksichtigt werden muss bei der Bewertung, dass bei der Kultivierungsmethode eine starke Sporenkontamination der Probe einen starken Bewuchs vortäuschen kann (z.B. wenn Mineralfaserdämmung an einer befallenen Gipskartonplatte verbaut war), da der kulturtechnische Nachweis nur indirekt die Wahrscheinlichkeit von mikrobiellem Wachstum angibt.

### 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. nur vereinzelt Pilzsporen bzw. Myzelbruchstücke (Verschmutzung)
  - + vereinzelte bzw. mäßige Pilzsporen und Myzelbruchstücke, keine Myzelien bzw. Sporenträger (Kontamination)
  - ++ auffällige Anreicherung von Pilzsporen und Myzelbruchstücken, vereinzelt Myzelien bzw. Sporenträger (deutliche Kontamination / lokaler Bewuchs)
  - +++ viele Pilzsporen, Myzelien und Sporenträger (strukturierter Schimmelpilzbewuchs)

2. 3. 3 Bewertungstabelle zum Schimmelpilzbewuchs von Estrichdämmung

Material	Eindeutiger mikrobieller Bewuchs		Deutliche Kontamination, lokaler mikrobieller Bewuchs <b>(Aufmerksamkeitswert)</b>	Kontamination oder geringer Bewuchs	Leichte Kontamination, kein mikrobieller Bewuchs	Unauffällige Kontamination, kein mikrobieller Bewuchs
Polystyrol oder Mineralwolle	<i>Kultivierung</i> > 10 <sup>5</sup> KBE/g	<i>Kultivierung</i> < 10 <sup>5</sup> KBE/g	<i>Kultivierung</i> > 10 <sup>5</sup> KBE/g	<i>Kultivierung</i> > 10 <sup>5</sup> KBE/g	<i>Kultivierung</i> 10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup> KBE/g	<i>Kultivierung</i> < 10 <sup>4</sup> KBE/g
	<i>Mikroskopie:</i> viele Pilzsporen, Myzelien und Sporenträger  (strukturierter Schimmelpilzbewuchs)		<i>Mikroskopie:</i> auffällige Anreicherung von Pilzsporen bzw. Myzelbruchstücken vereinzelt Myzelien bzw. Sporenträger	<i>Mikroskopie:</i> vereinzelt oder mäßig viele Pilzsporen bzw. Myzelbruchstücke, keine Myzelien bzw. Sporenträger	<i>Mikroskopie:</i> keine oder nur vereinzelt Pilzsporen bzw. Myzelbruchstücke	<i>Mikroskopie:</i> keine oder nur vereinzelt Pilzsporen bzw. Myzelbruchstücke
	Bedeutende Schimmelpilzbelastung			Kontamination	Verschmutzung	

**Aufmerksamkeitswert:**

Der Nachweis eines strukturierten Schimmelpilzbewuchses (i.e. intakte Myzelien und Sporenträger bzw. Fruchtkörper) bzw. einer auffällig erhöhten Kontamination von Pilzsporen und Hyphenbruchstücken sowie vereinzelt intakte Myzelien und Sporenträger (lokaler Bewuchs) mittels Klebefilmpräparat oder Direktmikroskopie beschreibt, insbesondere im Zusammenhang mit einer deutlich erhöhten Konzentration an wachstumsfähigen, feuchteschadenstypischen Pilzsporen (> 100.000 KBE / g Baustoffprobe), die Überschreitung eines Aufmerksamkeitswertes. An diesem Punkt ist vom verantwortlichen Sachverständigen zu entscheiden, ob angemessene Interventionen bzw. Sanierungsmaßnahmen zu formulieren sind, die die Wiederherstellung einer bauüblichen, mikrobiell-hygienischen Situation gewährleisten können. Letzteres gilt auch, wenn extreme Konzentrationen an wachstumsfähigen, feuchteschadenstypischen Pilzsporen in Größenordnungen von 10<sup>6</sup> KBE / g Baustoffprobe, ohne den mikroskopischen Nachweis von Bewuchs, oder bedeutende Kontaminationen mit hygienisch relevanten Schimmelpilzarten (z.B. *Stachybotrys chartarum*) nachgewiesen werden.



## 2. 4 Raumlufthygienische Untersuchungen

### 2. 4. 1 Bestimmung der wachstumsfähigen Pilzsporen in der Raumluft (Impaktion)

Probe Nr.	Probenbezeichnung / Probenahmestelle	Agar	MAS / MBASS / 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:									
<i>Alternaria alternata</i>									
<i>Aspergillus fumigatus</i>									
<i>Aspergillus ochraceus</i>									
<i>Aspergillus restrictus</i>									
<i>Aspergillus versicolor</i>									
<i>Botrytis cinerea</i>									
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>									
<i>Cladosporium</i> spp.									
<i>Eurotium amstelodami</i>									
<i>Eurotium</i> spp.									
<i>Penicillium brevicompactum</i>									
<i>Penicillium chrysogenum</i>									
<i>Penicillium</i> spp.									
<i>Scopulariopsis</i> sp.									
steriles Mycel									
nicht bestimmte Schimmelpilze									
<b>Gesamt-Konzentration</b>									
Hefen									

**Fett gedruckte Einzelkonzentrationen:**

Innenraumquelle ist zumindest nicht auszuschließen (Bewertung siehe Literatur)

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

## 2. 4. 2 Bestimmung der Partikelbelastung in der Raumluft (Objektträger, Gesamtsporen)

Probe Nr.	Bezeichnung / Probenahmestelle	Probenart			Angaben in
		Luftprobe (Impaktion, Holbach-Partikelsammler MBASS)			Partikel / m <sup>3</sup>
	Probennummer: <b>1</b> <b>2</b> <b>3</b> Luftvolumen [l]: <b>100</b> <b>100</b> <b>200</b> Nachweisgrenze [Partikel/m <sup>3</sup> ]: <b>10</b> <b>10</b> <b>5</b>				
	Partikelkonzentration <sup>2)</sup> ohne Pilze:				
	Sporen- / Partikelart				
	<b>Typ <i>Alternaria</i> / <i>Ulocladium</i></b>				
	Typ <i>Aspergillus penicillioides</i> / <i>Aspergillus restrictus</i>				
	<b>Typ <i>Aspergillus</i> / <i>Penicillium</i><sup>1)</sup></b>				
	<b>Typ <i>Chaetomium</i></b>				
	<i>Cladosporium</i> spp.				
	Typ Eurotium				
	Typ Fusarium				
	<b><i>Stachybotrys chartarum</i></b>				
	andere Pilzsporen <sup>1)</sup>				
	Mycelstücke				
	<b>Gesamtsporenzahl</b>				

**Fett gedruckte Einzelkonzentrationen:** Innenraumquelle ist zumindest nicht auszuschließen (siehe Literatur)

- <sup>1)</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>2)</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 sehr wahrscheinlich weit höher, als die hier erfassten.

### Aufmerksamkeitswerte für die raumlufthygienische Kontrollmessung

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 dargestellten UBA-Bewertungshilfen aufgrund ihrer engen Auslegung für die Baupraxis jedoch nicht. Daher werden in der Tabelle 2.4.3 „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<sup>1)</sup> der Räume durchgeführt werden, sollte möglichst jedoch vor der Wiederherstellung erfolgen. In beiden Fällen ist unbedingt sicherzustellen, dass im Rahmen der sanierungsbegleitenden Kontrolluntersuchungen keine schadensursächlichen mikrobiellen Befallsherde bzw. auffällige mikrobiell-organische Verunreinigungen mehr feststellbar sind.

#### 2.4.3 Aufmerksamkeitswerte für die Bewertung wachstumsfähiger Pilzsporen in der Raumluft im Rahmen der Sanierungsabnahme (Impaktion)

Gruppe	Aufmerksamkeitswert Konzentration im Vergleich zur Außenluft [KBE / m <sup>3</sup> ] Probenahme	
	<u>vor</u> Wiederherstellung <sup>1)</sup> :	<u>nach</u> Wiederherstellung:
Summe innenraumrelevanter Arten:	≤300	≤200
Einzelne innenraumrelevante Art:	≤200	≤100
Arten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit geringer Keimfähigkeit auf Nährböden</li> <li>• mit vergleichsweise schlechter Luftgängigkeit</li> <li>• die stark auf Feuchteschäden begrenzt sind</li> <li>• die aufgrund ihres Toxingehaltes eine besondere gesundheitliche Bedeutung besitzen (z.B. <i>Stachybotrys</i>)</li> </ul>	≤50	≤30

<sup>1)</sup>: Vor Wiederherstellung liegen häufig noch offene nicht vollständig zu entstaubende Flächen vor (z.B. freiliegende Mauerwerksverbände oder Betonflächen nach Entfernung von Verputz bzw. Estrich), wodurch eine in der Praxis erreichbare Konzentration i.d.R. höher liegt als nach Wiederherstellung

Anders als bei der Bestimmung der wachstumsfähigen Pilzsporen in der Raumluft handelt es sich bei der Gesamtsporenmessung um eine halbquantitative Auswertung, die keine allgemein gültige Validierung besitzt. Hier ist der Nachweis einer deutlich gegenüber dem Außenluftwert liegenden Gesamtsporen- bzw. Partikelbelastung (z.B. > 800 Sporen pro m<sup>3</sup> mehr als in der Außenluft für die Gruppe *Penicillium/Aspergillus-Sporen* oder > 30 Sporen pro m<sup>3</sup> für die nur sehr wenig luftgängigen, aber hygienisch relevanten Schimmelpilzarten *Stachybotrys chartarum* und *Chaetomium globosum*) als Überschreitung eines Aufmerksamkeitswertes anzusehen.

Die Unterschreitung der Aufmerksamkeitswerte erlaubt, die betreffenden Räumlichkeiten bzw. Objektbereiche nach der Sanierung eines Schimmelpilzschadens zur Nutzung freizugeben.

Die für Impaktion und Partikelsammlung 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 Maßnahmen erforderlich. 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 unter anderem mögliche gesundheitliche Beschwerden bzw. Atemwegserkrankungen der Raumnutzer (durch strengere Auslegung der Aufmerksamkeitswerte) sowie die durchschnittliche Raumnutzung berücksichtigt werden (z.B. seltene Nutzung: großzügigere Auslegung der Aufmerksamkeitswerte).

---

## 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**  
BAU · MEDIZIN · MIKROBIOLOGIE · RECHT · SANIERUNG

**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)