

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

von Dr. Heinz-Jörn Moriske und Dr. Regine Szewzyk, Umweltbundesamt, Berlin

©/p UBA 2003

1 Vorbemerkung

Schimmelpilzbelastungen in Gebäuden besitzen seit Jahren besondere hygienische Bedeutung. Es fehlten bisher jedoch einheitliche Methoden zur Erfassung von Schimmelpilzen sowie einheitliche Bewertungsmaßstäbe zur Abschätzung der gesundheitlichen Gefährdung durch Schimmelpilzwachstum in Innenräumen. Das Umweltbundesamt hat daher nach Erarbeitung durch die Innenraumlufthygienekommission (IRK) im Dezember 2002 einen Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“) herausgegeben.

Der Leitfaden wendet sich an diejenigen Personen, die mit der Vorbeugung, Erfassung, Bewertung und Beseitigung von Schimmelpilzbelastungen in Gebäuden befasst sind. Zu diesem Personenkreis gehören Vertreter von Behörden (Umwelt-, Gesundheits-, Bauaufsichtsämter), verschiedene Berufsgruppen (Umweltanalytiker, Baufachleute, Hygieniker und Mikrobiologen), Eigentümer von Gebäuden und Gebäudebetreiber (Hausverwaltungen, Wohnungsbaugesellschaften etc.).

Der Leitfaden beschränkt sich auf die Problematik der Schimmelpilzbelastungen in Gebäuden, die auf natürliche Weise (über Fenster und Türen) belüftet werden. Auf Besonderheiten, die sich durch den Betrieb mechanischer Lüftungsanlagen ergeben, wird kurz eingegangen. Krankenhäuser und produktionstechnisch mit Schimmelpilzen belastete Arbeitsplatzinnenräume (z.B. Abfallverwertungsanlagen) werden nicht behandelt.

Der Leitfaden ist folgendermaßen gegliedert:

Im einem Grundsatzteil (Teil A) wird zunächst auf Quellen und Vorkommen der verschiedenen Schimmelpilzarten in Gebäuden eingegangen. Es wird die gesundheitliche Bedeutung von Schimmelpilzen und der von ihnen gebildeten Stoffwechselprodukte beschrieben.

Teil B befasst sich mit der Vorbeugung von Schimmelpilzbefall in Gebäuden. Es werden Hinweise auf richtiges Nutzungsverhalten sowie auf bauseitige Maßnahmen zur Vermeidung von Schimmelpilzbefall gegeben.

Teil C betrifft die Situation bei Vorliegen eines Schadensfalles. Es werden geeignete Vorgehensweisen bei der Begehung der betroffenen Gebäude, der messtechnischen Erfassung und der hygienischen Beurteilung der Schimmelpilzbelastung beschrieben. Kurz- und langfristige Maßnahmen zur Reduzierung des Befalls und zur Sanierung betroffener Räume werden dargestellt.

Im Teil D wird durch Fallbeispiele aus der Praxis verdeutlicht, wie bei der Untersuchung und Bewertung von Schimmelpilzen in Innenräumen sinnvoll vorgegangen wird.

Schwerpunkt der folgenden Ausführungen ist die hygienische Bewertung von Schimmelwachstum in Innenräumen. Im Schimmelpilz-Leitfaden werden zum ersten Mal in Deutschland hierzu einheitliche Empfehlungen - in enger Abstimmung zwischen Bundes- und Länderbehörden - gemacht.

2 Bewertung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen

Die hygienische Beurteilung und Bewertung von gemessenen Schimmelpilzbelastungen wird erschwert durch das Fehlen von gesundheitlich begründeten Richtwerten und durch das natürliche Vorkommen von Schimmelpilzen in der Umwelt.

Epidemiologische Studien in verschiedenen Ländern haben gezeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Wachstum von Schimmelpilzen in Wohnungen und gesundheitlichen Problemen bei den Bewohnern gibt. Als gesundheitliche Auswirkungen treten dabei vor allem Atemwegs- und Augenreizungen, Allergien, Asthma sowie unspezifische Symptome, wie Müdigkeit, Schwindel, Kopfweh etc. auf.

Bei diesen umweltepidemiologischen Studien konnte jedoch keine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der gemessenen Schimmelpilzkonzentration und der Intensität bzw. Anzahl der gesundheitlichen Probleme festgestellt werden. D.h. es traten bei steigenden Konzentrationen an Schimmelpilzen nicht entsprechend mehr oder stärker ausgeprägte gesundheitliche Probleme auf. Damit lassen sich aus diesen Studien keine quantitativen Risikoabschätzungen und keine Richtwerte für "akzeptable" Schimmelpilzkonzentrationen im Innenraum ableiten.

Als Erklärung für das Fehlen einer Dosis-Wirkungs-Beziehung wird oft die unterschiedliche individuelle Empfindlichkeit von Personen vor allem in Bezug auf allergische Erkrankungen angegeben. Ein weiterer wichtiger Punkt ist aber auch die unzureichende Erfassung der krankheitsauslösenden Agenzien. In epidemiologischen Studien wurden nur die kultivierbaren Schimmelpilze erfasst, obwohl auch von nicht-kultivierbaren und toten Schimmelpilzen allergische Reaktionen ausgelöst werden können. Außerdem müssen bestimmte Zellwandbestandteile (β -1,3-Glukane) sowie MVOC, Mykotoxine und andere Sekundärmetabolite von Schimmelpilzen als Auslöser von Krankheitssymptomen in die Betrachtungen einbezogen werden. Schimmelpilze sind auch nicht die einzigen Mikroorganismen, die bei Feuchteschäden im Innenraum auftreten können. Bakterien (u.a. Actinomyceten) können in z.T. hohen Konzentrationen vorkommen und ebenfalls entzündliche oder allergische Reaktionen auslösen. In keiner Studie wurden alle diese Parameter untersucht, sondern es wurde jeweils nur ein kleiner Ausschnitt der möglicherweise Symptom-auslösenden Faktoren erfasst.

Ein weiteres Problem bei der Beurteilung von Schimmelpilzen im Innenraum ist das natürliche Vorkommen von Schimmelpilzen in der Umwelt. Schimmelpilze sind am Abbau von organischer Substanz beteiligt und treten in der Natur in z. T. hohen Konzentrationen auf, die räumlich und zeitlich großen Schwankungen unterworfen sind.

Selbst wenn im Innenraum kein Schimmelpilzwachstum auftritt, werden immer Schimmelpilze im Innenraum nachweisbar sein, die aus Außenluftquellen stammen. Bei Messungen der Schimmelpilzkonzentrationen in der Raumluft müssen deshalb parallel immer auch die Außenluftkonzentrationen bestimmt werden.

Ziel der Untersuchungen von Schimmelbelastungen in Innenräumen muss sein, unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung festzustellen, ob sich im Innenraum eine Schimmelpilzquelle befindet. Wichtig zur Beurteilung von Schimmelpilzwachstum im Innenraum ist eine fachgerechte Begehung der betroffenen Gebäude. Zusätzlich können je nach Fragestellung und Situation vor Ort unterschiedliche Messmethoden zur Erfassung von Schimmelpilzen zum Einsatz kommen (z.B. Messung kultivierbarer Schimmelpilze in der Raumluft, im Hausstaub oder auf/in Materialien, Messung der Gesamtsporenzahl, MVOC-Messungen, Schimmelpilzspürhunde).

Grundsätzlich gilt, dass Schimmelpilzwachstum im Innenraum als hygienisches Problem angesehen wird und nicht hingenommen werden sollte. Es muss auch in diesem Bereich das Vorsorgeprinzip Anwendung finden, nach dem schädliche Belastungen zu minimieren sind (Minimierungsgebot) bevor es zu Erkrankungen kommt.

2.1 Kultivierbare Schimmelpilze in der Luft

Eine gesicherte Aussage darüber zu treffen, ob eine Schimmelpilzquelle im Innenraum vorliegt, ist auf der Basis von Luftuntersuchungen nur mit hohem Sachverstand möglich. Es ist jeweils der konkrete Einzelfall unter Hinzuziehung aller vorhandenen Informationen zu beurteilen. Einzelne Messwerte können nicht als alleinige Beurteilungsparameter herangezogen werden, sondern ermöglichen nur im Gesamtzusammenhang mit den bei der Begehung erhaltenen Informationen eine sinnvolle Bewertung. In Einzelfällen kann es nämlich z.B. vorkommen, dass Ergebnisse von Luftkeimsammlungen negativ ausfallen, obwohl ein Schaden vorliegt. Auch ungewöhnlich belastete Außenluftproben können eine Interpretation der Ergebnisse erschweren.

Als Bewertungs- und Orientierungshilfe für die Beurteilung von Schimmelpilzwachstum in der Innenraumluft hat die Innenraumlufthygiene-Kommission die folgenden Konzentrationsbereiche unterschieden (siehe Tab. 1):

- der Bereich der Hintergrundbelastung für wichtige Pilzgattungen oder Pilzarten,
- ein Übergangsbereich, innerhalb dessen erhöhte Konzentrationen der einzelnen Pilzgattungen oder Pilzarten liegen, die bereits auf Innenraumquellen hinweisen,
- ein Bereich mit Konzentrationen, die diesen Übergangsbereich überschreiten und mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Innenraumquelle hinweisen.

Tabelle 1: Bewertungshilfe für Luftproben - kultivierbare Schimmelpilze

Die drei Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten.

Innenluft-Parameter	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ¹⁾	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
<i>Cladosporium</i> sowie andere Pilzgattungen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen können (z.B. sterile Myzelien, Hefen, <i>Alternaria</i> , <i>Botrytis</i>)	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft unter dem 0,7 (bis 1,0)-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 0,7 (+0,3)$	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft unter dem 1,5 ± 0,5 -fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1,5 (\pm 0,5)$	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Summe der KBE der untypischen Außenluftarten	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten unter 150 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 150$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten unter 500 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 500$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten über 500 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp A} > A_{\Sigma untyp A} + 500$
eine Art der untypischen Außenluftarten (!)	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft einer untypischen Außenluftart unter 50 KBE/m ³ liegt $I_{E untyp A} \leq A_{E untyp A} + 50$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft einer untypischen Außenluftart unter 100 KBE/m ³ liegt $I_{E untyp A} \leq A_{E untyp A} + 100$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft einer untypischen Außenluftart über 100 KBE/m ³ liegt $I_{E untyp A} > A_{E untyp A} + 100$

¹⁾ Indiz für Quellensuche, ²⁾ Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

KBE	= Kolonie bildende Einheiten
I	= Konzentration in der Innenraumluft in KBE/m ³
A	= Konzentration in der Außenluft in KBE/m ³
typ A	= typische Außenluftarten bzw. -gattungen (wie z. B. <i>Cladosporium</i> , sterile Myzelien, ggf. Hefen, ggf. <i>Alternaria</i> , ggf. <i>Botrytis</i>)
untyp A	= untypische Außenluftarten bzw. -gattungen (z. B. Pilzarten mit hoher Indikation für Feuchteschäden wie <i>Acremonium</i> sp., <i>Aspergillus versicolor</i> , <i>A. penicillioides</i> , <i>A. restrictus</i> , <i>Chaetomium</i> sp., <i>Phialophora</i> sp., <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> , <i>S. fusca</i> , <i>Stachybotrys chartarum</i> , <i>Tritirachium (Engyodontium) album</i> , <i>Trichoderma</i> sp.)
Σuntyp A	= Summe der untypischen Außenluftarten (andere als typ A)
Euntyp A	= eine Art, die untypisch ist in der Außenluft
!	= die angegebenen Konzentrationen gelten für Pilzarten mit gut flugfähigen Sporen. Für Pilzsporen mit geringer Flugfähigkeit sowie für thermotolerante Pilzarten gelten deutlich geringere Konzentrationen

Die gemessenen Luftkeimkonzentrationen geben einen Hinweis darauf, ob eine Schimmelpilzquelle im Innenraum vorhanden ist und sind deshalb als erster Untersuchungsschritt zu empfehlen. Für die hygienische Bewertung von Innenraumquellen kommt der Artenzusammensetzung eine wesentlich größere Bedeutung zu als der Gesamtkonzentration an Schimmelpilzen in der Luft. Die Erfassung der Artenzusammensetzung ist notwendig, um das Auftreten von Pilzarten mit krankheitserregender oder toxischer Wirkung zu erkennen. Schimmelpilze, denen eine besondere gesundheitliche Bedeutung zugeordnet wird (z.B. *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Stachybotrys chartarum*), sind besonders kritisch zu beurteilen. Durch die Analyse der Artenzusammensetzung kann außerdem festgestellt werden, ob verstärkt Pilzarten auftreten, die auf Bauschäden (Feuchteindikatoren) hinweisen.

Die Anwendung der Tabelle setzt einen hohen Sachverstand voraus. Im Schimmelpilz-Leitfaden wird bewusst auf die Aufstellung von einzelnen Richtwerten verzichtet. Die angegebenen Bewertungsbereiche sind als vorläufige Wertebereiche zu verstehen, die bei Vorliegen neuer Erkenntnisse ggf. angepasst werden müssen.

In Analogie zu den kultivierbaren Schimmelpilzen in der Luft enthält der Leitfaden auch Empfehlungen für die Gesamtzellzahl der Pilze (lebende und tote Organismen).

2.2 Schimmelpilzwachstum auf Materialien

In der Regel sind Schimmelpilzbelastungen im Innenraum auf kontaminierte Materialien zurückzuführen. Sofern eine gezielte Entnahme von belasteten Materialproben möglich ist, insbesondere bei sichtbarem Befall, sollten neben den Luftproben auch Materialproben für die Beurteilung eines Schimmelpilzschadens herangezogen werden. Beim Nachweis der Schimmelpilze auf befallenem Material steht die Differenzierung der Schimmelpilzart zur Einschätzung des gesundheitlichen Risikos sowie des Umfangs und der Dringlichkeit der Sanierung im Vordergrund. Die Angabe einer Schimmelpilzkonzentration pro Fläche ist dagegen wenig hilfreich.

Im Schimmelpilz-Leitfaden werden drei Kategorien zur Einstufung einer Belastung von Materialien mit Schimmelpilzen vorgeschlagen (siehe Tab.2):

Kategorie 1: Normalzustand bzw. geringfügiger Schaden.

In der Regel keine Maßnahmen erforderlich.

Kategorie 2: Geringer bis mittlerer baulicher oder nutzungsbedingter Schaden.

Die Freisetzung von Pilzbestandteilen sollte unmittelbar unterbunden werden und die Ursache sollte mittelfristig ermittelt und saniert werden.

Kategorie 3: Großer baulicher oder nutzungsbedingter Schaden.

Die Freisetzung von Pilzbestandteilen sollte unmittelbar unterbunden werden und die Ursache des Schadens ist kurzfristig zu ermitteln und zu beseitigen. Die Betroffenen sind auf geeignete Art und Weise über den Sachstand zu informieren, eine umweltmedizinische Betreuung sollte erfolgen. Nach abgeschlossener Sanierung sollte der Sanierungserfolg durch geeignete mikrobiologische Nachweisverfahren überprüft werden („Freimessung“) zum Nachweis, dass keine erhöhten Schimmelpilzkonzentrationen vorliegen.

Tabelle 2: Bewertung von Materialien mit Schimmelpilzbewuchs

Vgl. auch Anmerkungen im Text

	Kategorie 1*	Kategorie 2*	Kategorie 3*
Schadensausmaß (sichtbare und nicht sichtbare)	keine bzw. sehr geringe Biomasse	mittlere Biomasse;	große Biomasse;

Materialschäden)	(z. B. geringe Oberflächenschäden < 20 cm ²)	oberflächliche Ausdehnung < 0,5 m ² , tiefere Schichten sind nur lokal begrenzt betroffen	große flächige Ausdehnung > 0,5 m ² , auch tiefere Schichten können betroffen sein
------------------	--	---	--

*Für die Einstufung in die nächst höhere Bewertungsstufe reicht die Überschreitung einer Forderung. Beispiel: ein Befall mit geringer Oberfläche ist nach Kategorie 2 oder 3 einzuordnen, wenn zusätzlich auch tiefere Materialschichten betroffen sind.

Die Angaben in der Tabelle sind nicht als Absolutwerte anzusehen. Bei einer Beurteilung sind immer der Einzelfall sowie ggf. besondere Umstände zu prüfen. Insbesondere sind folgende Punkte zu beachten:

- Nicht nur die Fläche des Befalls sondern auch die Art des Befalls (z.B. punktförmiges Wachstum oder rasenartiges Wachstum) ist zu berücksichtigen.
- Wenn bei einem Oberflächenschaden der Pilzbewuchs sich aufgrund von z.B. Rissbildungen bis tief in das Mauerwerk (oder andere Materialien) fortsetzt (Tiefenschäden), muss der Schaden entsprechend dem Befallsumfang ggf. höheren Kategorien zugeordnet werden.
- Die Zusammensetzung der Schimmelpilzarten ist zu berücksichtigen. Ein überwiegendes Auftreten von Schimmelpilzarten, denen eine besondere gesundheitliche Bedeutung zugeordnet wird (z.B. *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *Stachybotrys chartarum*), führt zu einer Verschiebung in die nächst höhere Kategorie.
- Es ist zwischen einem aktiven Befall und einem getrockneten Altschaden oder einer Sporenkontamination zu unterscheiden. Bei einem aktiven Befall sollte fallbezogen durch die Sachverständigen entschieden werden, ob die Kategorie um einen Wert erhöht wird.

Bei optisch eindeutig wahrnehmbarem starken Schimmelpilzbefall und erkennbarer Schadensursache ist eine Messung der Schimmelpilzkonzentration in der Raumluft überflüssig. Es müssen vielmehr direkt Schritte zur Sanierung unternommen werden.

3 Zusammenfassung

Die Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes sieht Schimmelpilzwachstum in Innenräumen als hygienisches Problem an, unabhängig davon, ob gesundheitliche Auswirkungen bei den Raumnutzern vorliegen oder nicht. Ein Vorkommen von Schimmelpilzen in Innenräumen ist daher unerwünscht. Vermehrter Schimmelbefall ist sofort zu sanieren, ohne dass zuvor durch Messungen das genaue Ausmaß der Belastung und der gesundheitlichen Gefährdung ermittelt werden muss.

Der Nachweis einer Schimmelpilzquelle im Innenraum erfordert hohen Sachverstand.

Die im Schimmelpilzleitfaden vorgeschlagenen Vorgehensweisen und Orientierungshilfen bei der Untersuchung und Bewertung von Schimmelpilzen sollen zu einer einheitlichen Erfassung und Bewertung von Schimmelpilzquellen in Innenräumen beitragen.

Quellenachweis

Umweltbundesamt, Innenraumlufthygiene-Kommission: Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“). Berlin 2002