



Empfehlung der Sektion Umwelthygiene der DGKH

Umgang mit Schimmelfall in Krankenhaus und Praxis**

Hurraß^{1,*}, Eva-Brigitta Kruse-Wehner^{1,2}, Steffen Engelhart³, Caroline E.W. Herr^{4,5}, Ludger Klimek⁶, Dennis Nowak⁷, Jörg Steinmann⁸, Jens-Oliver SteiB^{9,10}, Janine Zweigner¹¹, Gerhard A. Wiesmüller^{1,2,12}

1 HYGIUM – Zentrum für Hygiene und Umweltmedizin, Köln

2 Labor Dr. Wisplinghoff, Köln

3 Institut für Hygiene und Public Health, Universitätsklinikum Bonn

4 Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit München

5 Ludwig-Maximilians-Universität München, apl. Prof. „Hygiene und Umweltmedizin“, München

6 Zentrum für Rhinologie und Allergologie, Wiesbaden

7 Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Mitglied Deutsches Zentrum für Lungenforschung, Klinikum der Universität München

8 Institut für Klinikhygiene, Medizinische Mikrobiologie und Klinische Infektiologie, Paracelsus Medizinische Privatuniversität Klinikum Nürnberg

9 Zentrum für Kinderheilkunde und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Gießen

10 Schwerpunktpraxis Allergologie und Kinder-Pneumologie Fulda

11 Zentrale Krankenhaushygiene, Uniklinik Köln

12 Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Uniklinik RWTH Aachen

***Korrespondierende Autorin:**

Dr. rer. nat. Julia Hurraß
HYGIUM – Zentrum für Hygiene
und Umweltmedizin
Horbeller Straße 18-20
50858 Köln
E-Mail: j.hurrass@hygium.de

****Hinweis:**

Nachdruck aus Umweltmed –
Hygiene – Arbeitsmed 29 (4)
303-320 (2024)
© ecomed Medizin, ecomed-
Storck GmbH, Landsberg

**Deutsche Gesellschaft für
Allgemeine und Kranken-
haus-Hygiene e.V.**

Joachimsthaler Straße 31-32
10719 Berlin, Germany
Tel: +49 30 88727 3730
Fax: +49 30 88727 3737
E-Mail:
info@krankenhaushygiene.de
Internet:
www.krankenhaushygiene.de

■ Zusammenfassung

Schimmel, worunter die Bestandteile und Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, aber auch weitere mit Feuchtigkeit assoziierte Faktoren wie Hefen, Bakterien (Aktinobakterien) und Milben subsumiert werden, tritt in Innenräumen bei erhöhter Feuchtigkeit auf. Neben bekannten Ursachen für Feuchte-/Schimmelschäden wie baulichen Mängeln (u.a. Wärmebrücken, aufsteigende Feuchtigkeit, unzureichende Lüftungsmöglichkeiten), Wasserschäden sowie fehlerhaftem Lüftungs- und Heizverhalten spielen in Krankenhäusern und Praxen Baumaßnahmen eine wichtige Rolle.

Im Jahr 2016 wurde die AWMF-S2k-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ erstmals veröffentlicht. Nach einer erneuten systematischen Literaturrecherche wurde unter Einbeziehung verschiedener medizinischer Fachrichtungen und weiterer Experten/Expertinnen im Oktober 2023 eine aktualisierte Fassung dieser Leitlinie herausgegeben.

Die Leitlinie soll die bestehende Wissenslücke für eine rationale und effiziente medizinische Diagnostik bei Schimmelpilzbelastungen in Innenräumen schließen. Es werden Empfehlungen zu allgemeinen und speziellen Untersuchungsmethoden gegeben. Dabei wird von nicht-evidenzbasierten

diagnostischen Methoden, die teilweise immer noch in der Praxis Anwendung finden, abgeraten. Weiterhin werden Therapieoptionen für durch Schimmelpilze verursachte Gesundheitsprobleme und Erkrankungen dargestellt. Es wird erläutert, warum für die medizinische Bewertung in den meisten Fällen keine Innenraummessungen von Schimmelpilzen, ihren Bestandteilen oder Metaboliten erforderlich sind.

Personen unter Immunsuppression (gemäß KRINKO Grad 2 und 3), mit schwer verlaufender Influenza, mit schwer verlaufender COVID-19, mit Mukoviszidose (zystischer Fibrose) und mit einem unkontrollierten Asthma bronchiale weisen eine erhöhte Gesundheitsgefährdung gegenüber Schimmelpilzexpositionen auf. Für diese Patienten/Patientinnen muss in Klinik und Praxis sowie im häuslichen Umfeld eine Exposition gegenüber Schimmel-/Feuchteschäden ausgeschlossen werden.

Sollte trotz aller Vorsichtsmaßnahmen im Umfeld dieser besonders gefährdeten Patienten/Patientinnen ein Schimmel-/Feuchteschaden nachweisbar sein, muss dieser unmittelbar saniert werden. Aus medizinischer Indikation sind Innenraummessungen einer Schimmelpilzexposition nicht indiziert. Vielmehr sind zur Prävention alle Maßnahmen entscheidend, die dazu beitragen, Feuchteschäden zu vermeiden.

■ 1. Einleitung

Schimmelwachstum in Innenräumen hängt immer mit erhöhter Feuchtigkeit zusammen [31, 103]. In einer Studie zu Feuchte und Schimmel in 7.127 Wohnungen in 22 Zentren quer durch Europa (einschließlich Deutschland) mit Vor-Ort-Inspektionen in 3.118 Wohnungen lag die von den Bewohnern/Bewohnerinnen selbstberichtete Häufigkeit von Wasserschäden (10%), feuchten Stellen (21%) und Schimmel (16%) in einer vergleichbaren Größenordnung wie beobachtete Feuchtigkeit (19%) und beobachteter Schimmel (14%) [61]. Der Anteil von Wohnungen mit einem sichtbaren Schimmelbefall liegt in Deutschland in einem Bereich von 5–20% [7, 46, 47, 64, 83].

Feuchte-/Schimmelschäden kommen auch in Krankenhäusern [2, 6, 11, 13, 14, 18, 49, 54, 56, 62, 70, 82, 88, 90] und Arztpraxen [5, 63] vor.

Neben den üblichen Ursachen für Feuchte-/Schimmelschäden, die durch bauliche Mängel (u.a. Wärmebrücken, aufsteigende Feuchtigkeit, unzureichende Lüftungsmöglichkeiten), Wasserschäden oder das Nutzungsverhalten (falsches Lüftungs- und Heizverhalten) bedingt sein können, stehen Schimmelpilzexpositionen in Krankenhäusern und Praxen häufig mit Baumaßnahmen in Zusammenhang.

Zum Nachweis, zur Bewertung, zur Ursachensuche und zur Sanierung von Schimmelwachstum in Innenräumen liegt der „Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden“ des Umweltbundesamtes vor [35]. Ein gutes Instrument für die Sanierungskontrolle liefert das WTA-Merkblatt 4-12 [105], in dem u.a. Gesamtsporenmessungen gemäß DIN ISO 16000-20 [17] nach einer Mobilisierung vorhandener Staubablagerungen zur Überprüfung des Reinigungserfolgs vorgesehen sind.

Zur gesundheitlichen Bewertung von Schimmelpilzexpositionen im Innenraum stehen eine Stellungnahme der RKI-Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“ [43], eine WHO-Richtlinie [103], Antworten zu häufigen Fragestellungen zur gesundheitlichen Risikobewertung von Schimmelpilzexpositionen im Innenraum der Arbeitsgruppe Bioaerosole der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP) [26, 29, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100] sowie die

Tabelle 1: Evidenz für den Zusammenhang zwischen Feuchte-/Schimmelpilzexposition in Innenräumen und Krankheiten (in alphabetischer Reihenfolge) [31].

Kausaler Zusammenhang

keine

Ausreichende Evidenz für eine Assoziation¹

Allergische Atemwegserkrankungen
Allergische Rhinitis
Allergische Rhinokonjunktivitis
Allergische bronchopulmonale Aspergillose (Engl.: Allergic bronchopulmonary Aspergillosis, ABPA)
Andere allergische bronchopulmonale Mykosen (Engl.: Allergic bronchopulmonary Mycoses, ABPM)
Aspergillom
Aspergillus-Bronchitis
Asthma (Manifestation, Progression, Exazerbation)
Begünstigung von Atemwegsinfektionen
Bronchitis (akut, chronisch)
Community-acquired Aspergillus-Pneumonie
Exogen-allergische Alveolitis (EAA; Engl.: Hypersensitivity Pneumonitis, HP)
Invasive Aspergillosen
Mykosen
Organic Dust Toxic Syndrome (ODTS) (Arbeitsplatz)
Pulmonale Aspergillose (subakut, chronisch)
Rhinosinusitis (akut, chronisch invasiv oder granulomatös, allergisch)

Eingeschränkte oder vermutete Evidenz für eine Assoziation

Atopisches Ekzem / Atopische Dermatitis / Neurodermitis (Manifestation)
Befindlichkeitsstörungen
Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)
Geruchswirkungen
Mucous Membrane Irritation (MMI)
Sarkoidose

Inadäquate oder unzureichende Evidenz für eine Assoziation

Akute idiopathische pulmonale Hämorrhagie bei Kindern
Arthritis
Autoimmunerkrankungen
Chronisches Müdigkeitssyndrom (Engl.: Chronic Fatigue Syndrome, CFS)
Endokrinopathien
Gastrointestinale Effekte
Krebs
Luftübertragene Mykotoxikose
Multiple chemische Sensitivität (Engl.: Multiple Chemical Sensitivity, MCS)
Multiple Sklerose
Neuropsychologische Effekte
Neurotoxische Effekte
Plötzlicher Kindstod
Renale Effekte
Reproduktionsstörungen
Rheuma
Schilddrüsenerkrankungen
Sick-Building-Syndrom (Engl.: Sick Building Syndrome, SBS)
Teratogenität
Urtikaria

¹ Die hier aufgeführten Erkrankungen können unter dem Begriff Building Related Illness (BRI) subsumiert werden, auch wenn für BRI gefordert wird, dass Ätiologie, Pathologie, Pathophysiologie, Diagnostik, Therapie, Prävention und Prognose eindeutig bekannt sind [53, 78].

2016 erstellte [101] und 2023 aktualisierte [31] AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ AWMF-Register-Nr. 161/001 zur Verfügung.

All diese Werke sind nicht auf Feuchte-/Schimmelschäden in Krankenhäusern und Arztpraxen ausgerichtet, einige schließen diese sogar explizit aus.

Diese Lücke soll mit dem vorliegenden Beitrag geschlossen werden.

■ 2. Allgemeine gesundheitliche Risikobewertung von Feuchte-/Schimmelpilzexpositionen in Innenräumen

Epidemiologische Studien zeigen übereinstimmend studienübergreifend einen Zusammenhang zwischen Feuchte-/Schimmelschäden in Innenräumen und gesundheitlichen Effekten, v.a. Atemwegsbeschwerden, Augen-, Nasen- und Rachenreizungen (Irritation), verstopfter Nase, Giemen und Pfeifen (wheezing), trockenem Husten, Schlafstörung, Schnarchen und Müdigkeit [74, 89]. Die AWMF-Leitlinie [31] beschränkt sich im Wesentlichen auf Krankheitsbilder und weniger auf Symptome.

Die jeweilige Evidenz für Assoziationen von Feuchte-/Schimmelschäden und den unterschiedlichen Gesundheitseffekten ist in Tabelle 1 dargestellt.

Ob eine Gesundheitsgefährdung durch Schimmelpilze vorliegt, hängt maßgeblich von der Disposition der exponierten Personen ab.

Risikopersonen

Besonders zu schützende Risikogruppen sind:

- Personen unter Immunsuppression nach der Einteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI) [42]
- Personen mit schwer verlaufender Influenza
- Personen mit schwer verlaufender COVID-19
- Personen mit Mukoviszidose (zystischer Fibrose)
- Personen mit Asthma bronchiale

Eine Kausalität kann im Einzelfall zwischen einer speziellen Schimmelpilzexposition und konkreten gesundheitlichen Beschwerden und Krankheitsbildern nicht zweifelsfrei geführt werden.

Ein eindeutig kausaler Ursachen-Wirkungszusammenhang kann aus der einfachen Übereinstimmung einer messtechnisch erfassten Schimmelpilzexposition und möglichen gesundheitlichen Wirkungen nicht hergestellt werden. Die Gründe hierfür werden anhand der im Folgenden aufgeführten möglichen gesundheitlichen Wirkungen durch Schimmelpilzexpositionen in Innenräumen näher erläutert.

Infektionen

Jeder Infektionserkrankung geht eine Inkubationszeit voraus. Hierunter versteht man den Zeitraum zwischen dem Eindringen eines Infektionserregers in den menschlichen Körper und dem Auftreten erster Infektionsbeschwerden, d.h. dem Ausbruch der Infektionserkrankung (Abbildung 1). Beispielsweise wird für die invasive Aspergillose eine Inkubationszeit von Tagen bis Wochen angegeben [99, 102].

Da Schimmelpilze ubiquitär anzutreffen sind, kann nicht aufgrund einer von einem Sachverständigen postulierten, messtechnisch objektivierten Innenraum-Schimmelpilzexposition gegenüber einem oder mehreren Schimmelpilzen mit Infektionsrisiko gemäß Biostoffverordnung sicher auf die Ursache einer Schimmelpilzinfektion geschlossen werden [27]. Der Eintritt des Schimmelpilzes in den menschlichen Körper kann in einem anderen Umfeld, wie beispielsweise in der Außenluft, an einem Komposthaufen, an der Biotonne, in einem anderen Innenraum, etc., stattgefunden haben. Im Gegensatz zu bakteriellen Krankheitserregern kann bei Schimmelpilzen mithilfe von molekularbiologischen Methoden nur selten eine Nicht-Unterscheidbarkeit zwischen Patientenisolat und Umweltilolat nachgewiesen werden. Nur die wenigsten ubiquitär vorkommenden Schimmelpilze kommen beim Menschen als Infektionserreger in Frage (z.B. *Aspergillus fumigatus*).

Voraussetzung für eine Schimmelpilzinfektion beim Menschen ist eine entsprechend ausgeprägte Schwäche des Abwehrsystems (Immunsuppression). Diese gesundheitliche Anfälligkeit (Disposition) kann nur von einem Arzt/einer Ärztin anhand der drei Risikogruppen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut [42] beurteilt werden.

Liegen eine solche Disposition (Immunsuppression) und eine Schimmelpilzquelle im Innenraum oder in der Außenluft vor, muss eine sofortige Beendigung der Exposition erfolgen. Betroffene Patienten/Patientinnen müssen durch ihren Arzt/ihre Ärztin über für sie notwendige Maßnahmen zur Expositionsvermeidung aufgeklärt werden. Eine messtechnische Objektivierung einer Schimmelpilzexposition gegenüber einem oder mehreren Schimmelpilzen mit Infektionsrisiko gemäß Biostoffverordnung hat keinen Nutzen für den unmittelbar zu ergreifenden Schutz der immunsupprimierten Person, sondern birgt das Risiko einer potenziell lebensbedrohlichen Expositionsverlängerung [99, 102].

Sensibilisierungen und Allergien

Eine Sensibilisierung ist eine fehlgeleitete spezifische Immunreaktion nach Erstkontakt mit einem Antigen und der Bildung von Antikörpern (IgE). Erst nach erneutem Kontakt mit dem gleichen Auslöser werden verschiedene Mediatoren freigesetzt, die eine klinische „allergische“ Reaktion bedingen: Eine Sensibilisierung ist nicht gleichbedeutend mit allergischen Beschwerden und führt nicht in jedem Fall zu einer Allergie (Abbildung 2). Der zeitliche Abstand zwischen Sensibilisierung und erster allergischer Reaktion ist variabel [99, 102].

Eine Differenzierung zwischen Sensibilisierung und Allergie nach Schimmelpilzexposition kann durch Innenraummessungen (KBE/m³) nicht bewiesen werden [8].

Bei bereits gegenüber Schimmelpilzen sensibilisierten Personen kann es aufgrund eines Feuchte-/Schimmelschadens im Innenraum zu allergischen Reaktionen kommen. Auch in diesem Fall bedarf es keiner messtechnischen Objektivierung, sondern der Beendigung der Exposition. Dies ist vor allem für Patienten/Patientinnen mit allergischem Asthma entscheidend, da diese mit einem Asthmaanfall reagieren können.

Da für die meisten Innenraum-assoziierten Schimmelpilze keine (validen) kommerziell erhältlichen Testextrakte für den Nachweis einer Sensibilisierung, sog. Allergietests, zur Verfügung stehen, können Testergebnisse zur Feststellung einer Schimmelpilzallergie ebenso wenig wie die Ergebnisse von Schimmel-

pilzmessungen in den von den entsprechenden Personen genutzten Räumen für eine Risikobewertung herangezogen werden.

Die wichtigste Maßnahme zur Verhinderung einer Sensibilisierung sowie zur Vorbeugung allergischer Reaktionen bei bereits bestehender Sensibilisierung ist die Beendigung der Exposition, d.h. der Schimmelbefall ist zu sanieren [99, 102].

Toxische Wirkungen

Zwischen der Aufnahme eines möglicherweise giftig wirkenden Stoffes und möglichen gesundheitlichen Effekten liegt eine mehr oder weniger lange Latenzzeit.

Hierunter versteht man den Zeitraum zwischen dem Eindringen eines Toxins in den menschlichen Körper und dem Auftreten erster Vergiftungsercheinungen (Abbildung 3) [99, 102].

Die Exposition bei Feuchte-/Schimmelschäden ist komplex und variabel. Neben Sporen, Zellfragmenten, Stoffwechselprodukten und Mykotoxinen von Schimmelpilzen sind auch Bakterien (u.a. Aktinobakterien), MVOC (von Schimmelpilzen produzierte flüchtige organische Verbindungen; engl: Microbial Volatile Organic Compounds), β -Glucane, Mannane, Ergosterin, Endotoxine und Allergene des Bioaerosols sowie Milbenallergene vorhanden. Eine quantitative gesundheitliche Risikobewertung für einzelne Komponenten des Bioaerosols ist nicht möglich, weshalb sich bei der Bewertung eines Schimmelbefalls eine Bestimmung einzelner Komponenten im Hinblick auf eine toxische Wirkung erübrigt.

Es ist bekannt, dass bei Feuchteschäden einige Schimmelpilze als sekundäre Stoffwechselprodukte Mykotoxine produzieren, die gebunden an Sporen, Myzel und Zellbruchstücke als Bestandteile des Hausstaubs und Bioaerosols zur Exposition und vermutlich zu entzündlichen/irritativen Schleimhautreaktionen beitragen.

Die bisher bei Schimmelbefall gemessenen Konzentrationen sind sehr niedrig, sodass akute toxische Wirkungen (Mykotoxikosen) nicht zu erwarten sind [38].

Bislang ist aber nicht geklärt, welche anderen gesundheitlichen Wirkungen und Folgen im Einzelnen möglicherweise darauf zurückzuführen sind. Dabei sind sowohl antagonistische als auch synergistische Wirkungen im Zusammenspiel

der vielfältigen Bestandteile des Bioaerosols von Schimmelpilzen und Bakterien beschrieben. Bei massiven Feuchteschäden muss potenziell mit der Bildung von Mykotoxinen und Endotoxinen (Bestandteile von Bakterien) gerechnet werden [60]. Eine erhöhte Freisetzung von Mykotoxinen kann bei derartigen abgetrockneten Schäden insbesondere im Laufe der Sanierungsmaßnahmen erfolgen, wenn große Mengen an Sporen und Staub mobilisiert werden. In diesen Fällen ist streng auf die entsprechenden Arbeitsschutzmaßnahmen zu achten [30].

Für die medizinische Bewertung eines Feuchte-/Schimmelschadens haben Mykotoxinbestimmungen keine Bedeutung. Es gibt zurzeit keine Indikation für eine Bestimmung von Mykotoxinen in Blut oder Urin in der medizinischen Diagnostik bei Personen mit einer Schimmelexposition im Innenraum. Die routinemäßige Bestimmung von Mykotoxinen in der Innenraumluft oder in schimmelbelasteten Baumaterialien hat weder eine medizinisch diagnostische Bedeutung noch ist sie für eine Sanierungsentscheidung notwendig, da jeder relevante Schimmelbefall umgehend zu beseitigen ist, unabhängig davon, ob Mykotoxine gebildet wurden oder nicht [99, 102].

Grundsätzlich ist zu fordern, dass bei allen chronischen Erkrankungen, auch

ohne oder mit unzureichende/r Evidenz für einen Zusammenhang mit Feuchteschäden und/oder Schimmelpilzexposition, die Wohnverhältnisse hygienisch einwandfrei sind. Ergeben sich hygienische Anhaltspunkte oder anamnestisch Hinweise auf Feuchteschäden und/oder Schimmel(pilz)expositionen, gilt es, wie bei allen Feuchteschäden, immer die primären Ursachen zu beseitigen.

3 Risikoanalyse und -bewertung Infektionsrisiko

Das Infektionsrisiko von den in Innenräumen regelmäßig vorkommenden Schimmelpilzarten ist für gesunde Personen gering, die meisten Arten sind in die Risikogruppe 1 und wenige in 2 (*Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*) der Biostoffverordnung eingestuft [84].

Für berufliche Tätigkeiten (Umgang) mit Schimmelpilzen gilt die aktuelle Biostoffverordnung, nach der die Infektionsrisiken von biologischen Arbeitsstoffen in vier Risikogruppen eingeteilt werden [86], wobei sich die Schimmelpilze auf die Risikogruppen 1 und 2 verteilen:

- Risikogruppe 1:
Biologische Arbeitsstoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.

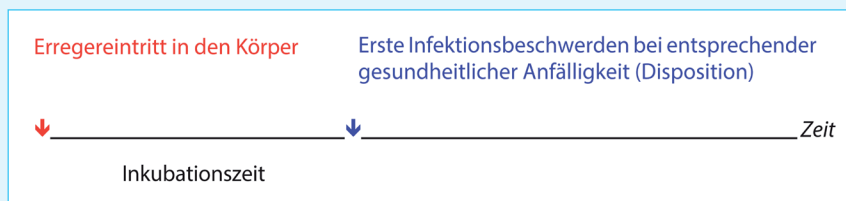


Abbildung 1: Die Inkubationszeit [99, 102]

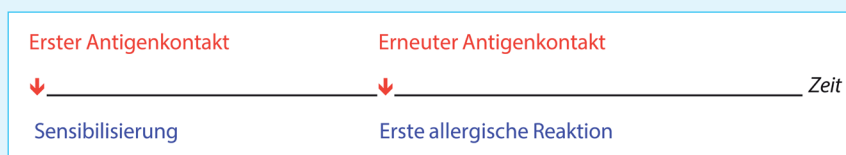


Abbildung 2: Zeitlicher Zusammenhang zwischen Sensibilisierung und erster allergischer Reaktion [99, 102]

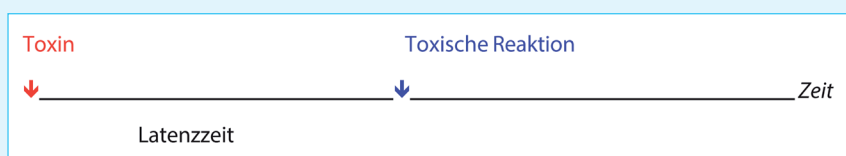


Abbildung 3: Die Latenzzeit [99, 102]

- **Risikogruppe 2:**
Biologische Arbeitsstoffe, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen können; eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.
- **Risikogruppe 3:**
Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.
- **Risikogruppe 4:**
Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen; die

Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung ist unter Umständen groß; normalerweise ist eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich (Risikogruppe 4 beinhaltet keine Pilze).

Schimmelpilzmykosen sind opportunistische Infektionen. Sie setzen eine verminderte Abwehrlage bei exponierten Personen voraus. Thermotolerante Schimmelpilzarten der Risikogruppe 2 (z.B. *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus*, *A. niger*, *A. flavus*, *Emmericella nidulans* oder mesophile *Fusarium* sp.) der „TRBA 460: Einstufung von Schimmelpilzen in Risikogruppen“ [84] der Biostoffverordnung [86] verursachen nur selten Infektionen bei gesunden, immunkompetenten Personen, können aber invasive Mykosen bei Menschen auslösen, deren Immunsystem aufgrund von Erkrankungen oder anderer Umstände supprimiert ist [48].

Zu einer vergleichbaren Bewertung kommt die WHO in ihrer aktuellen „WHO fungal priority pathogens list to guide research, development and public health action“ [104].

Nach der Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut [42] können immunsupprimierte Personen in drei Risikogruppen eingeteilt werden (Tabelle 2).

Besonders gefährdet sind (Aufzählung mit abnehmendem Risiko) Patienten/Patientinnen mit Tumorerkrankung, v.a. mit hämato-onkologischer Grunderkrankung (z.B. Leukämie, Lymphom), akuter myeloischer Leukämie (AML), akuter lymphatischer Leukämie (ALL), allogener Stammzelltransplantation, autologer Stammzelltransplantation, solider Organtransplantation, HIV-Infektion, sonstiger Immunsuppression (z.B. längerdauernde hochdosierte Therapie mit Glukokortikoiden), aplastischer Anämie, zystischer Fibrose u.v.a. [24, 58, 69, 71, 72, 75]. Die akute myeloische Leukämie (AML) ist mit der höchsten Inzidenz an invasiven Schimmelpilzinfektionen (etwa 12%) und den meisten Schimmelpilzinfektionen (etwa 8%) vergesellschaftet. Diese wird gefolgt von der akuten lymphatischen Leukämie (etwa 4%). Bei den Prozeduren ist die allogene hämatopoetische Stammzelltransplantation (alloSZT) mit einer sehr hohen Inzidenz an Schimmelpilzinfektionen assoziiert [24].

Darüber hinaus sind kritisch kranke Patienten/Patientinnen auf Intensivstation durch Aspergillusinfektion gefährdet [10, 36, 41, 45].

Auch Patienten/Patientinnen mit Influenza [1, 12, 28, 50, 52, 79] und Patienten/Patientinnen mit COVID-19 [1, 3, 19, 67, 73, 76, 77, 85, 87] haben ein erhöhtes Risiko, an Pilzinfektionen zu erkranken. Gleiches gilt auch für andere schwer verlaufende respiratorische Virusinfektionen [51, 68].

Aufgrund des stetigen Anstiegs des Anteils immunsupprimierter Personen in der Bevölkerung und des immer längeren Überlebens dieser Betroffenen kann zurzeit nicht ausgeschlossen werden, dass Schimmelpilzinfektionen ein zunehmender Risikofaktor für die Gesundheit dieser Bevölkerungsgruppe werden können [42].

Ein numerisches Risiko kann auf der Grundlage des aktuellen Wissensstandes nicht abgeleitet werden. Risiko-

Tabelle 2: Risikogruppen der Immunsuppression der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut [42]; GVHD = Graft-versus-Host-Disease = Graft-versus-Host-Reaktion; KMT = Knochenmarktransplantation; PBSCT = Periphere Blutstammzelltransplantation.

Risikogruppe 1 (mittelschwere Immunsuppression/-defizienz)

- Granulozytopenie $<0,5 \times 10^9/L$ ($<500/\mu L$) voraussichtlich bis zu 10 Tage (analog Leukopenie $<1 \times 10^9/L$; $<1000/\mu L$),
- Autologe Stammzelltransplantation bis 3 Monate nach Tag 0 (Tag der Stammzellrückgabe)
- Mangel an CD4-positiven T-Helfer-Zellen $<200/\mu L$ (Cave: altersentsprechende Normwerte bei Kindern)
- Autologe Stammzelltransplantation bis 3 Monate nach intensiver Therapiephase

Patienten/Patientinnen, die mehr als 1 Merkmal der unter Risikogruppe 1 aufgeführten Immunsuppression/-defizienz aufweisen, kommen in Risikogruppe 2.

Risikogruppe 2 (schwere Immunsuppression/-defizienz)

- Granulozytopenie $<0,5 \times 10^9/L$; ($<500/\mu L$) über mehr als 10 Tage (analog Leukopenie $<1 \times 10^9/L$; $<1000/\mu L$)
- Schwere aplastische Anämie oder Makrophagen-Aktivierungssyndrom während einer intensiven immunsuppressiven Therapie
- Allogene Knochenmark- oder Stammzelltransplantation bis 6 Monate nach Abschluss der intensiven Therapiephase (wichtig: Ausmaß der GVHD und der anhaltenden iatrogenen Immunsuppression)
- Akute stationäre Behandlungsphase bei autologer Stammzelltransplantation oder nach Transplantation solider Organe (bis zur Entlassung)

Risikogruppe 3 (sehr schwere Immunsuppression/-defizienz)

- Allogene KMT/PBSCT in intensiver Therapiephase (bis zum Engraftment = Regeneration der Granulopoese)
- Schwere GVHD Grad III oder IV unter intensiver Immunsuppression

Die Entscheidung über die Zuordnung zu Gruppe 3 bei Patienten/Patientinnen nach allogener Stammzelltransplantation wird letztlich in Zusammenschau aller Befunde von den behandelnden Hämato-Onkologen getroffen.

matrix 1 zeigt eine semiquantitative Risikobewertung zur Infektionsgefährdung durch Schimmelpilze in Innenräumen.

Sensibilisierungs-/Allergierisiko

Prinzipiell besteht auch bei Gesunden die Möglichkeit der Sensibilisierung und der Auslösung einer klinisch symptomatischen Allergie nach Einatmung von Sporen und anderen Schimmelpilzbestandteilen (z.B. Myzel). Das sensibilisierende Potenzial von Schimmelpilzen ist im Vergleich zu anderen Umweltallergenen, wie etwa Allergenen von felltragenden Haustieren, Gräser- und Baumpollen oder Hausstaubmilben (ca. 15 bis 30% [21, 106]), als deutlich geringer einzuschätzen [34, 59, 80, 81]. Sowohl bevölkerungs- als auch patientenbezogene Studien zeigen europaweit eine vergleichsweise geringe Sensibilisierungsprävalenz von 3–22,5% [20, 23, 25], die je nach Schimmelpilzgattung sehr unterschiedlich ist und ein Nord-Süd-Gefälle zeigt (niedrige Sensibilisierungsprävalenz in Finnland, relativ hohe in Griechenland) [25].

Es wird allgemein davon ausgegangen, dass es über eine Million Schimmelpilzarten gibt. Bisher wurden ca. 350 Schimmelpilzarten als potenziell sensibilisierend unter www.allergome.org gelistet. Wie hoch der Anteil der sensibilisierenden Schimmelpilzarten insgesamt ist, kann aus dieser Angabe allerdings nicht geschlussfolgert werden. Die WHO/IUIS-Kriterien (Kriterien von World Health Organization and Inter-

Risikomatrix 1: Infektionsrisiko durch Schimmelpilze (je dunkler ein Kästchen ist, desto größer ist das mögliche gesundheitliche Risiko).

Prädisposition Schimmelpilze	Keine Immunsuppression	Mittelschwere Immunsuppression	Schwere Immunsuppression	Sehr schwere Immunsuppression
In der Regel nicht-infektiöse Schimmelpilze, z.B.: <i>C. herbarum</i> , <i>C. cladosporioides</i>				
Seltene opportunistisch infektiöse Schimmelpilze (Risikogruppe 1 nach BioStoffV [84]), z.B.: <i>A. niger</i> , <i>A. clavatus</i> , <i>Alternaria alternata</i>				
Opportunistisch infektiöse Schimmelpilze (Risikogruppe 2 nach [84]), z.B.: <i>A. fumigatus</i> , <i>A. flavus</i>				

national Union of Immunological Societies) zur Klassifizierung eines Allergens erfüllen aktuell 107 Schimmelpilzproteine aus 43 Schimmelpilzarten (www.allergen.org). Nur wenige Schimmelpilze sind als Testallergenlösungen verfügbar und typische Innenraum-pilzallergenextrakte fehlen weitgehend [39, 40].

Aus allergologischer Sicht ist nach einer Sensibilisierung eines Patienten/ einer Patientin gegenüber Schimmelpilzen grundsätzlich eine Dosisabhän-

gigkeit der Exposition (gemessen als KBE) nicht allein ausschlaggebend für die klinische Reaktion. Die Sensibilisierung mit der Bildung von spezifischen IgE-Antikörpern und die Auslösung von allergischen Reaktionen erfolgt auf der Ebene von Proteinen bzw. Peptidkomponenten. Damit ist es nicht erforderlich, dass ganze Sporen oder unversehrtes Schimmelpilzmyzel vorliegen. Vielmehr ist die Allergenität von den Proteinen oder Peptiden und auch von der Suszeptibilität der exponierten

Risikomatrix 2: Sensibilisierungs-/Allergierisiko durch Schimmelpilze (Je dunkler die Farbe ist, desto größer ist das mögliche gesundheitliche Risiko.). * = Nachweis der klinischen Relevanz einer im Allergietest festgestellten Sensibilisierung erforderlich!

Prädisposition Schimmelpilze	Keine Allergie		Allergie* ohne Schimmelpilzallergie	Allergie* gegen Schimmelpilze	Allergie* gegen spezifische Schimmelpilze
	ohne familiäre Disposition	mit familiärer Disposition			
Schimmelpilze mit sensibilisierender/allergisierender Wirkung z.B.: <i>Alternaria alternata</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>Cladosporium</i> sp.					

Person abhängig, sodass aus einem Antigen ein Allergen wird und eine Sensibilisierung bzw. bei wiederholtem Kontakt eine Allergie ausgelöst werden kann; denn ein Antigen wird erst zum Allergen, wenn das Antigen mit dem Immunsystem eines Menschen reagiert, das mit einer IgE-Reaktion antwortet².

Bei Personen mit Atopie, Rhinokonjunktivitis und/oder Rhinosinusitis stellt eine Exposition in feuchten Innenräumen einen Risikofaktor für die Ausbildung von Asthma bronchiale dar. Bei einer mit Schimmelpilzexposition assoziierten Rhinosinusitis verdoppelt sich das Risiko für die Ausbildung eines Asthma bronchiale (OR: 2,2; KI: 1,3–3,6) [66]. Kleinkinder mit einer Atopie scheinen ein erhöhtes Risiko für die Ausbildung eines Asthma bronchiale bei Feuchteschäden oder Schimmelpilzvorkommen im Schlaf- oder Wohnzimmer zu haben [37].

Ein numerisches Risiko kann auf der Grundlage des aktuellen Wissensstandes nicht abgeleitet werden. Risikomatrix 2 zeigt eine semiquantitative Risikobewertung zum Sensibilisierungs-/Allergierisiko durch Schimmelpilze in Innenräumen.

Risiko irritativer Wirkungen

Schleimhautirritationen der Augen und oberen Atemwege sind in diversen Publikationen beschrieben. Gleiches gilt auch für chronische Bronchitis [31].

Bisher ist unklar, ob von MMI oder von chronischer Bronchitis Betroffene besonders empfindliche Personen sind, die bei geringerer Dosis reagieren, oder sensibilisierte Personen sind, die dosisunabhängig anders reagieren als nicht sensibilisierte Individuen [4].

Mögliche prädisponierende Faktoren für MMI und chronische Bronchitis können andere entzündliche Prozesse im Bereich der Schleimhäute der Augen und des Respirationstraktes, wie z.B. Infektionen, atopische Schleimhauterkrankungen, Keratokonjunktivitis sicca und trockene Nasenschleimhäute, sein [43].

Risiko toxischer Wirkungen

Nur Schimmelpilze, die potenziell in der Lage sind, Toxine zu bilden, kommen als Auslöser toxischer Wirkungen in Betracht. Ob im Einzelfall eine Toxinbildung im Innenraum stattfindet, entscheiden die Umgebungs- und Wachstumsbedingungen und hier vor allem das Substrat [55, 65].

Beim Menschen sind keine prädisponierenden Faktoren für toxische Reaktionen durch Mykotoxine bekannt. Prädispositionen sind aber auf Wirkorganebene vorstellbar. So ist beispielsweise denkbar, dass eine vorgeschädigte Leber (z.B. chronische Hepatitis, Leberzirrhose) eine Prädisposition für hepatotoxische Aflatoxin-Wirkungen nach oraler Aufnahme dieses Toxins sein kann. Ob dies auch für die aerogene Toxinaufnahme gilt, ist nach wie vor nicht geklärt [38, 65].

Ein numerisches Risiko kann auf der Grundlage des aktuellen Wissensstandes nicht abgeleitet werden [9].

Risiko von Geruchswirkungen und Befindlichkeitsstörungen

Von Geruchswirkungen und/oder Befindlichkeitsstörungen kann bei Feuchte-/Schimmelschäden im Innenraum grundsätzlich jeder betroffen sein. Hierbei handelt es sich um eine Belästigung, nicht um eine Gesundheitsgefährdung.

Prädisponierende Faktoren für Geruchswirkungen können genetische Faktoren, Alter, Geschlecht und hormonelle Einflüsse, Prägung, Rauchen, Kontext sowie Adaptations-, Habituations- und Sensibilisierungseffekte sein [15, 57].

Prädisponierende Faktoren für Befindlichkeitsstörungen können Umweltbesorgnisse, -ängste, -konditionierungen und -attributionen sowie eine Vielzahl von Erkrankungen sein [98].

■ 4 Risikobereiche für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen im Krankenhaus

Das Krankenhaus kann in drei Risikobereiche für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen eingeteilt werden, die im Folgenden dargestellt werden.

Geringgradiger Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

Der geringgradige Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen ist so definiert, dass mögliche gesundheitliche Risiken maximal für Befindlichkeitsstörungen, geruchliche Wirkungen und/oder Reizwirkungen/Irritationen bestehen.

Der geringgradige Risikobereich entspricht der Nutzungsklasse II des UBA-Leitfadens [35]. Damit zählen zu ihm alle Bereiche im Krankenhaus, die mit Innenräumen von Wohnungen, Wohnhäusern, Kindergärten, Schulen und Büros vergleichbar sind. Dies betrifft alle Bereiche im Krankenhaus mit Ausnahme der Bereiche mit mittelgradigem (s.u.) und hochgradigem Risiko (s.u.) für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen.

Mittelgradiger Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

Der mittelgradige Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen ist so definiert, dass neben Befindlichkeitsstörungen, geruchlichen Wirkungen und/oder Reizwirkungen/Irritationen zusätzlich gesundheitliche Risiken für allergische Reaktionen bei atopischen Personen bestehen. Er entspricht der Nutzungsklasse I des UBA-Leitfadens [35], der durch spezielle, sehr hohe Anforderungen aufgrund der individuellen Disposition der Raumnutzer/-innen definiert ist und für den die notwendigen Maßnahmen deshalb dort ausgeklammert werden.

Zum mittelgradigen Risikobereich gehören:

- Bereiche zur Abklärung von Patienten/Patientinnen bzgl. des Verdachtes auf eine allergische Erkrankung
- Bereich der Versorgung von Patienten/Patientinnen mit allergischer Grunderkrankung

² Definition des Begriffes Allergen: Allergens are antigens which cause allergy. Most allergens reacting with IgE and IgG antibody are proteins, often with carbohydrate side chains, but in certain circumstances pure carbohydrates have been postulated to be allergens. In rare instances low molecular weight chemicals, eg, isocyanates and anhydrides acting as haptens, are still referred to as allergens for IgE antibodies. In the case of allergic contact dermatitis, the classical allergens are low molecular weight chemicals, eg, chromium, nickel and formaldehyde, reacting with T cells. (Nomenclature by WAO/EAACI (World Allergy Organization/European Academy of Allergy and Clinical Immunotherapy), <http://tmedihk.com/allergy-basics/>).

Hochgradiger Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

Der hochgradige Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen ist so definiert, dass gesundheitliche Risiken zu lebensbedrohlichen allergischen Reaktionen oder invasiven Mykosen bestehen. Er entspricht der Nutzungsklasse I des UBA-Leitfadens [35], der durch spezielle, sehr hohe Anforderungen aufgrund der individuellen Disposition der Raumnutzer/-innen definiert ist und für den die notwendigen Maßnahmen deshalb dort ausgeklammert werden.

Zum hochgradigen Risikobereich werden folgende Bereiche im Krankenhaus gerechnet, in denen immunsupprimierte Patienten/Patientinnen versorgt werden:

- Intensivstationen
- Bereiche für Patienten/Patientinnen mit schweren Infektionen der Atemwege
- Onkologische Bereiche, v.a. hämatologische Bereiche
- Bereiche für Früh-/Mangelgeborene mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g
- Bereiche für Patienten/Patientinnen mit zystischer Fibrose (Mukoviszidose)
- Knochenmarktransplantationsbereich

Darüber hinaus zählen zum hochgradigen Risikobereich Bereiche mit hoher Anforderung an Hygiene und Infektionsprävention, wie:

- OP-Bereich und Bereiche für invasive Eingriffe
- „Reine“ Bereiche in der Zentralen Sterilgutversorgungsabteilung (ZSVA)/Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP)
- „Reine Bereiche“ in der Apotheke

■ 5 Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen in der ärztlichen und zahnärztlichen Praxis

Wie das Krankenhaus kann auch die ärztliche und zahnärztliche Praxis in drei Risikobereichen für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen eingeteilt werden, die im Folgenden beschrieben sind.

Geringgradiger Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

Der geringgradige Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen ist so definiert, dass

mögliche gesundheitliche Risiken maximal für Befindlichkeitsstörungen, geruchliche Wirkungen und/oder Reizwirkungen/Irritationen bestehen.

Zum geringgradigen Risikobereich, welcher der Nutzungsklasse II des UBA-Leitfadens [35] entspricht, zählen Praxen bzw. Bereiche in Praxen, die mit Innenräumen von Wohnungen, Wohnhäusern, Kindergärten, Schulen und Büros vergleichbar sind. Dies betrifft alle ärztlichen und zahnärztlichen Praxen und Praxisbereiche mit Ausnahme der Praxen und Praxisbereiche mit mittelgradigem (s.u.) und hochgradigem Risiko (s.u.) für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen.

Mittelgradiger Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

Der mittelgradige Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen ist so definiert, dass neben Befindlichkeitsstörungen, geruchlichen Wirkungen und/oder Reizwirkungen/Irritationen zusätzlich gesundheitliche Risiken für allergische Reaktionen bei atopischen Personen bestehen. Damit entspricht er der Nutzungsklasse I des UBA-Leitfadens [35].

Zum mittelgradigen Risikobereich gehören:

- Praxen und Praxisbereiche zur Abklärung von Patienten/Patientinnen bzgl. des Verdachtes auf eine allergische Erkrankung
- Praxen und Praxisbereiche zur Versorgung von Patienten/Patientinnen mit allergischer Grunderkrankung

Hochgradiger Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

Der hochgradige Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen ist so definiert, dass gesundheitliche Risiken zu lebensbedrohlichen allergischen Reaktionen oder Mykosen bestehen. Damit entspricht er der Nutzungsklasse I des UBA-Leitfadens [35].

Zum hochgradigen Risikobereich zählen:

- Onkologische Praxen und Praxisbereiche, v.a. hämatologische Bereiche
- Schwerpunktpraxen für Infektionserkrankte
- Praxen für immunsupprimierte Patienten/Patientinnen, die unter die Risikogruppe 1 der KRINKO fallen können (siehe Tabelle 2)

- Praxen und Praxisbereiche für Patienten/Patientinnen mit zystischer Fibrose (Mukoviszidose)

Darüber hinaus zählen zum hochgradigen Risikobereich auch in Praxen Bereiche mit hoher Anforderung an Hygiene und Infektionsprävention, wie:

- OP-Bereich (ambulantes Operieren)
- „Reine“ Bereiche der Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (AEMP)

■ 6 Umgang mit Feuchte-/Schimmelschäden in Krankenhaus und Praxis in Abhängigkeit vom Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

Der Umgang mit Feuchte-/Schimmelschäden in Krankenhaus und Praxis richtet sich nach den zuvor dargestellten drei Risikobereichen und wird entsprechend im Folgenden beschrieben.

6.1 Umgang mit Feuchte-/Schimmelschäden im geringgradigen Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

Zunächst ist, falls nicht schon geschehen, das Hygienepersonal (Hygienebeauftragte/r Ärztin/Arzt, Hygienefachkraft, Hygienebeauftragte/r in der Pflege) und die/der zuständige Krankenhaushygieniker/Krankenhaushygienikerin zu informieren und in alle Entscheidungsprozesse einzubinden.

Im geringgradigen Risikobereich für gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen von Krankenhaus und Praxis erfolgt der Umgang mit Feuchte-/Schimmelschäden gemäß den Vorgaben und Empfehlungen des UBA-Leitfadens [35] für Räumlichkeiten der Nutzungsklasse II, d.h. analog zu dem Umgang mit Feuchte-/Schimmelschäden in Wohnungen, Wohnhäusern, Kindergärten, Schulen und Büros. Die Sanierungsarbeiten sind demnach von einer Fachfirma durchzuführen, wobei die entsprechenden Arbeitsschutzmaßnahmen einzuhalten sind [16]. Der Sanierungskontrolle dient das WTA-Merkblatt 4-12 [105], in dem u.a. Gesamtsporenmessungen gemäß DIN ISO 16000-20 [17] nach einer Mobilisierung vorhandener Staubablagerungen zur Überprüfung des Reinigungserfolgs vorgesehen sind. Auch diese Freimessungen sind von sachverständigen Personen vorzunehmen, wobei eine Unabhängigkeit zur Sanierungsfirma gegeben sein muss. Der Umgang

mit betroffenen Patienten/Patientinnen und/oder betroffenem Personal wird gemäß den Empfehlungen der AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ – Update 2023 [31] durchgeführt.

6.2 Umgang mit Feuchte-/Schimmelschäden im mittel- und im hochgradigen Risikobereich für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen

In diesen Fällen ist es besonders wichtig, dass von Anfang an das Hygienepersonal (Hygienebeauftragte/r Ärztin/Arzt, Hygienefachkraft, Hygienebeauftragte/r in der Pflege) und die/der zuständige Krankenhaushygieniker/Krankenhaushygienikerin informiert und in alle Entscheidungsprozesse eingebunden wird.

Zusätzlich zum Vorgehen bei Feuchte-/Schimmelschäden im geringgradigen Risikobereich für gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen in Krankenhaus und Praxis sind beim Umgang mit Feuchte-/Schimmelschäden in diesen Risikobereichen für gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen folgende Punkte umzusetzen:

- Eine Versorgung von atopischen Patienten/Patientinnen ist in diesen Bereichen bis zur erfolgreichen Sanierung nicht gestattet.
- Eine Versorgung von Patienten/Patientinnen mit Asthma bronchiale ist in diesen Bereichen bis zur erfolgreichen Sanierung nicht gestattet.
- Eine Versorgung von Patienten/Patientinnen mit Mukoviszidose (zystischer Fibrose) ist in diesen Bereichen bis zur erfolgreichen Sanierung nicht gestattet.
- Eine Versorgung von Patienten/Patientinnen mit Immundefizienz/-suppression ist in diesen Bereichen bis zur erfolgreichen Sanierung nicht gestattet.
- Eine Versorgung von Früh-/Mangelgeborenen mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g ist in diesen Bereichen bis zur erfolgreichen Sanierung nicht gestattet.
- Die Abschottung des Schadensbereiches gegenüber nicht betroffenen Bereichen muss umfassend wirksam erfolgen.
- Nach den Sanierungsarbeiten ist immer eine umfassende Feinreinigung mit anschließenden Freimessungen durch qualifizierte Fachbetriebe durchzuführen. Diese

Freimessungen sollen bei Versorgung immundefizienter Patienten/Patientinnen auch immer die kulturelle Bestimmung thermotoleranter (36 °C) Schimmelpilze miteinschließen, bei Versorgung allergologischer Patienten das mesophile Schimmelpilzspektrum (25 °C).

- Nach Abschluss der Arbeiten ist zudem immer eine Flächendesinfektion und in Hochrisikobereichen eine Schlussdesinfektion vorzunehmen.
- Der betroffene Bereich darf ausschließlich durch den/die Krankenhaushygieniker/Krankenhaushygienikerin freigegeben werden.

Während Schimmelpilzmessungen aus medizinischer Indikation selten erforderlich sind, sind sie grundsätzlich notwendig, wenn ein verdeckter, d.h. ein nicht offensichtlich sichtbarer, Schimmelbefall vermutet wird. Nur durch Innenraumluftmessungen lässt sich dann feststellen, ob tatsächlich eine erhöhte Exposition vorliegt. Auch zur Planung von Sanierungsmaßnahmen sind Schimmelpilzmessungen in der Raumluft und ggf. in Baumaterialien erforderlich. Zur Sanierungskontrolle sind sie als Freimessungen unabdingbar.

■ 7 Umgang mit Risikogruppen für mögliche gesundheitliche Schimmelpilzwirkungen in Krankenhaus und Praxis

Vor Feuchte-/Schimmelschäden besonders zu schützende Risikogruppen sind:

- a) Personen unter Immunsuppression nach der Einteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI) [42]
- b) Personen mit schwer verlaufender Influenza
- c) Personen mit schwer verlaufender COVID-19
- d) Personen mit Mukoviszidose (zystischer Fibrose)
- e) Personen mit Asthma bronchiale
- f) Personen mit allergischer bronchopulmonaler Aspergillose (ABPA)
- g) Personen mit exogen-allergischer Alveolitis (EAA)

Diese Personen dürfen in keinem Bereich von Krankenhaus und Praxis einem Feuchte-/Schimmelschaden ausgesetzt werden.

■ 8 Umgang mit gesundheitlichen Beschwerden von betroffenen Patienten/Patientinnen und/oder betroffenem Personal

Die rationale Diagnostik bei Schimmelpilzexposition im Innenraum umfasst bei betroffenen Patienten/Patientinnen und/oder betroffenem Personal unter der Beachtung von Risikofaktoren Anamnese und körperliche Untersuchung sowie bei Verdacht auf allergische Reaktionen eine konventionelle Allergiediagnostik sowie ggf. Provokationstests. Manchmal sind zelluläre Testsysteme indiziert. Bzgl. invasiver Schimmelpilzinfektionen wird auf die spezifischen Leitlinien verwiesen. Schimmelpilzmessungen in Innenräumen sind aus medizinischen Gründen meistens nicht indiziert. Nur in seltenen Fällen werden Expositionsmessungen in Innenräumen zur Speziesbestimmung in Zusammenhang mit Schimmelpilzinfektionen empfohlen [22]. Innenraummessungen von MVOC und/oder Mykotoxinen sowie HBM-Untersuchungen auf bestimmte Schimmelpilzbestandteile oder -metabolite haben keine Anwendung in der medizinischen Diagnostik. Bei sichtbarem Schimmelbefall sollen statt der quantitativen und qualitativen Bestimmung der Schimmelspezies die Ursachen des Befalls geklärt werden, so dass schnell mit der Sanierung begonnen werden kann [31]. Für das Vorgehen steht ein Diagnose-Algorithmus zur Verfügung [33], der in Abbildung 4 dargestellt ist.

Im Folgenden sind die **Kernbotschaften der AWMF-Schimmelpilzleitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ – Update 2023** [31] aufgeführt, die gleichzeitig die Kernempfehlungen der Leitlinie enthalten (Die Stärke der Empfehlung wird durch folgende Begriffe ausgedrückt: starke Empfehlung: „soll“, Empfehlung: „sollte“, offene Empfehlung: „kann erwogen werden“. Die Konsensstärke wurde nach den Vorgaben der AWMF festgelegt: >95% = starker Konsens, >75% bis ≤95% = Konsens, >50% bis ≤75% = mehrheitliche Zustimmung, ≤50% = keine mehrheitliche Zustimmung):

1. Schimmelbefall in relevantem Ausmaß soll in Innenräumen aus Vorsorgegründen nicht toleriert werden. Zur Beurteilung des Scha-

densausmaßes sei auf den „Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden“ des Umweltbundesamtes verwiesen [35]. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*

2. Die wichtigsten Maßnahmen bei Schimmelexpositionen im Innenraum sind Ursachenklärung und sachgerechte Sanierung [35]. *geprüft 2023, Konsensstärke >95%*
3. Aus medizinischer Indikation sind Schimmelpilzmessungen im Innenraum selten sinnvoll. In der Regel kann bei sichtbarem Schimmelbefall sowohl auf eine quantitative als auch auf eine qualitative Bestimmung

der Schimmelpilzspezies verzichtet werden. Vielmehr sollen die Ursachen des Befalls aufgeklärt werden, anschließend sollen Befall und primäre Ursachen beseitigt werden. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*

4. In der medizinischen Diagnostik bei Schimmelexposition hat das Umweltmonitoring von Mykotoxinen in der Innenraumluft und im Hausstaub keine Indikation. *neu 2023, Konsensstärke >95%*
5. In der medizinischen Diagnostik bei Schimmelexposition hat das Umweltmonitoring von Micro-

bial Volatile Organic Compounds (mikrobiologisch produzierte flüchtige organische Komponenten; MVOC) in der Innenraumluft keine Indikation. *neu 2023, Konsensstärke >95%*

6. Schimmelexpositionen können allgemein zu Irritationen der Schleimhäute (Mucous Membrane Irritation, MMI), Geruchswirkungen und Befindlichkeitsstörungen führen. *geprüft 2023, Konsensstärke >95%*
7. Spezielle Krankheitsbilder bei Schimmelexposition betreffen Allergien und Schimmelpilzinfektionen

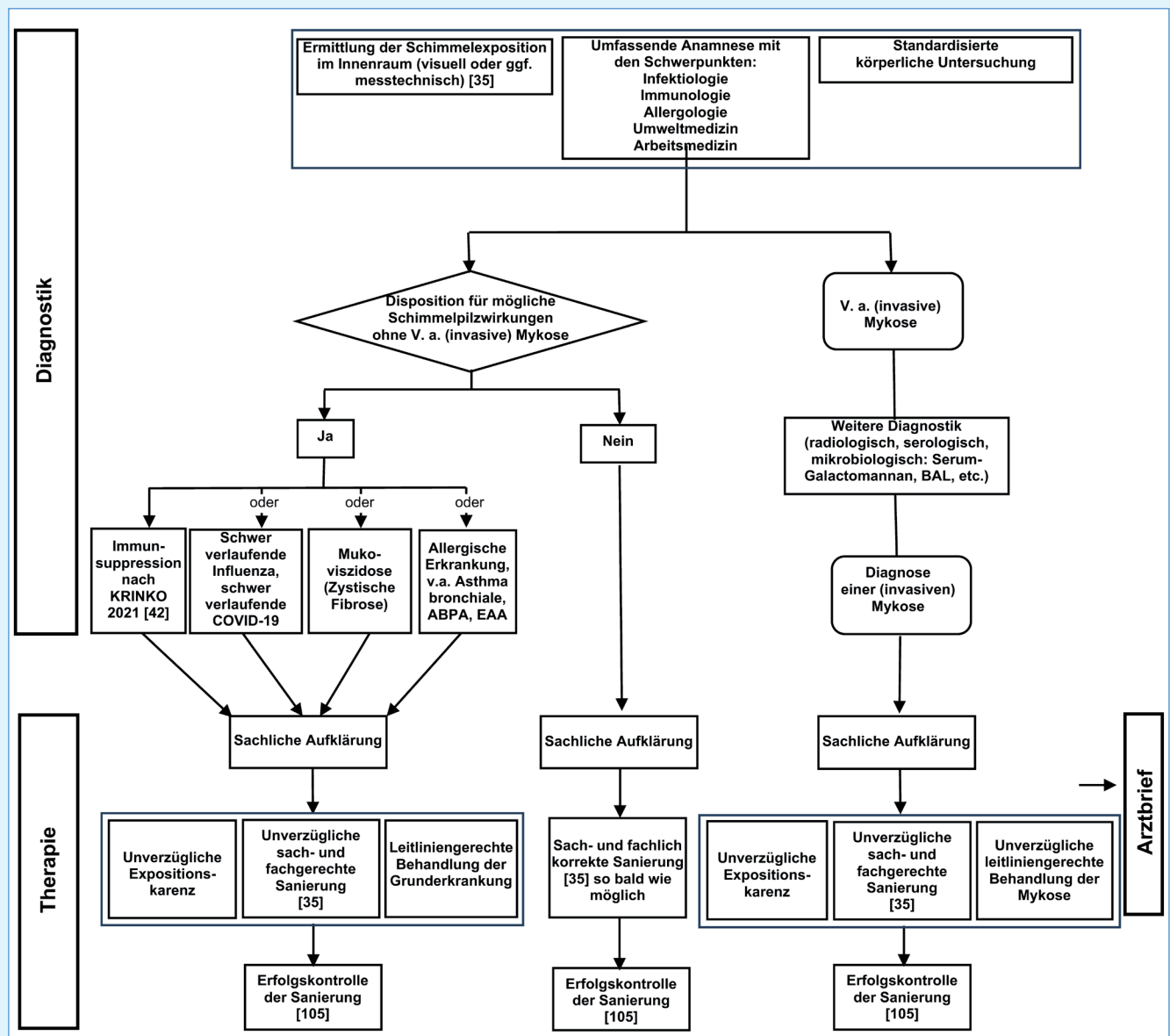


Abbildung 4: Algorithmus zur Abklärung vermuteter Innenraumschimmel-assoziiierter Gesundheitsstörungen (BAL = bronchoalveoläre Lavage; ABPA = Allergische bronchopulmonale Aspergillose; EAA = Exogen-allergische Alveolitis; Abbildung aus [33]).

- (Mykosen). *geprüft 2023, Konsensstärke >95%*
8. Ärzte/Ärztinnen sollen in Fällen eines vermuteten Zusammenhangs von Feuchte/Schimmelschäden in Innenräumen und Erkrankungen, für die es keine Evidenz in Bezug auf einen solchen Zusammenhang gibt (z.B. akuter idiopathischer pulmonaler Hämorrhagie bei Kindern, Arthritis, Autoimmunerkrankungen, Chronischem Müdigkeitssyndrom (CFS), Endokrinopathien, gastrointestinalen Effekten, Krebserkrankungen, luftgetragenen Mykotoxikosen, multipler chemischer Sensitivität (MCS), Multipler Sklerose, neuropsychologischen Effekten, neurotoxischen Effekten, Plötzlichem Kindstod, renalen Effekten, Reproduktionsstörungen, Rheuma, Schilddrüsenerkrankungen, Sick-Building-Syndrom (SBS), Teratogenität und Urtikaria), Betroffene sachlich über den Stand des Wissens informieren. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 9. Besonders zu schützende Risikogruppen sind:
 - a) Personen unter Immunsuppression nach der Einteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI) [42]
 - b) Personen mit schwer verlaufender Influenza
 - c) Personen mit schwer verlaufender COVID-19
 - d) Personen mit Mukoviszidose (Zystischer Fibrose)
 - e) Personen mit Asthma bronchiale *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 10. Schimmelpilzallergiker/Schimmelpilzallergikerinnen und Personen mit dem immunologischen Abwehrsystem schwächenden Erkrankungen sollen über die Gefahren von Schimmelexpositionen im Innenraum und über Maßnahmen zur Prävention sachlich aufgeklärt werden und entsprechende Expositionen minimieren. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 11. Grundsätzlich sind bei entsprechender Exposition sehr viele Schimmelpilzarten geeignet, Sensibilisierungen und Allergien hervorzurufen. Im Vergleich zu anderen Umweltallergenen ist das allergene Potenzial aber insgesamt als geringer einzuschätzen [23, 25]. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 12. Atopiker/Atopikerinnen weisen als Polysensibilisierte oft IgE-Antikörper auch gegen Schimmelpilze auf, was jedoch nicht zwangsläufig einen Krankheitswert hat. Die klinische Ausprägung der allergischen Reaktion korreliert nicht mit der Höhe des spezifischen IgE-Titers. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 13. Kernelemente einer Typ I-Allergiediagnostik sind die Anamnese, die Hauttestung, die Bestimmung spezifischer IgE-Antikörper sowie die Provokationstestung. Im Falle einer Allergischen bronchopulmonalen Aspergillose (ABPA) sollte zusätzlich die Bestimmung von spezifischen IgG-Antikörpern erfolgen. Bei der exogen-allergischen Alveolitis (EAA) soll serologisch nur die Bestimmung von spezifischen IgG-Antikörpern erfolgen. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 14. Der Nachweis von spezifischem IgE oder einer positiven Reaktion im Hauttest bedeuten zunächst nur, dass eine spezifische Sensibilisierung gegenüber entsprechenden Allergenen vorliegt. Eine klinisch relevante Allergie stellt sich dann erst im Zusammenhang mit typischen allergischen Symptomen dar. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 15. Ein negatives Ergebnis einer Hauttestung oder einer spezifischen IgE-Testung auf Schimmelpilze schließen eine Sensibilisierung auf Schimmelpilze nicht sicher aus. Gründe dafür sind u.a. die unterschiedliche Zusammensetzung und Qualität von Testextrakten oder das fehlende Vorhandensein relevanter Allergene. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 16. Die Bestimmung spezifischer IgG-Antikörper im Zusammenhang mit der Diagnostik einer Schimmelpilzallergie vom Soforttyp (Typ I-Allergie) hat keine diagnostische Bedeutung und soll daher nicht durchgeführt werden. Dies gilt auch für den Nachweis von Immunkomplexen z.B. mittels Ouchterlony-Test. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 17. Galactomannan im Serum soll nur zur Diagnostik bei Verdacht auf eine invasive pulmonale Aspergillose durchgeführt werden, ansonsten besteht keine Indikation in der Diagnostik bei Schimmelexposition. *neu 2023, Konsensstärke >95%*
 18. Die Bestimmung von Eosinophilem Cationischen Protein (ECP) und 1,3- β -D-Glucan (BDG) im Serum hat keine Indikation und soll in der medizinischen Diagnostik bei Schimmelexposition nicht durchgeführt werden. *neu 2023, Konsensstärke >95%*
 19. Der Basophilen-Degranulationstest und Histaminfreisetzung (HLT = Histamin-Liberations-Test), der Basophilen-Aktivierungstest mithilfe der Durchflusszytometrie und die Bestimmung anderer Mediatoren (Sulfolukotrien-Freisetzungstest, Cellular-Antigen-Stimulation-Test (CAST-ELISA)) finden Anwendung in der Spezialdiagnostik, sollten jedoch nicht in der Basis-Allergiediagnostik durchgeführt werden. *neu 2023, Konsensstärke >95%*
 20. Lymphozytentransformationstestungen (LTT) auf Schimmelpilze sind als diagnostische Verfahren nicht indiziert [44] und sollen deshalb nicht durchgeführt werden. *modifiziert 2023; Konsensstärke >95%*
 21. Der Vollbluttest (VBT) ist kein geeignetes Instrument zum Nachweis einer Schimmelpilzsensibilisierung und soll daher nicht durchgeführt werden. *neu 2023, Konsensstärke >95%*
 22. Invasive Schimmelpilz-Infektionen sind selten und erfolgen am ehesten inhalativ. In der Praxis ist von den in den Risikogruppen 2 und 3 nach TRBA 460 [84] eingestuften Schimmelpilzen die Bedeutung von *Aspergillus fumigatus* als wichtigstem Mykoseerreger am höchsten. Betroffen sind ganz überwiegend Personen mit allgemeiner starker oder sehr starker Immunschwäche (gemäß KRINKO Grad 2 und 3 [42]). Bei entsprechender Disposition soll dieses Risiko besonders beachtet werden. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*
 23. Mikrobiologische, immunologische, molekularbiologische und radiologische Verfahren sind Kernelemente

der Schimmelpilzinfektionsdiagnostik und sollen je nach Indikation eingesetzt werden. *modifiziert 2023, Konsensstärke >95%*

24. In der medizinischen Diagnostik bei Innenraum-Schimmelexposition hat das Human-Biomonitoring von Mykotoxinen keine Indikation und soll daher nicht durchgeführt werden. *neu 2023, Konsensstärke >95%*
25. Folgende diagnostische Methoden sollen bei Innenraum-Schimmelexpositionen nicht durchgeführt werden, weil es hierfür keine ausreichende wissenschaftliche Evidenz gibt (ohne Anspruch auf Vollständigkeit): Nachweis von Schimmelpilzen im Blut, Bestimmung von gegen Schimmelpilze gerichteten IgA-Antikörpern, Bestimmung von Lymphozyten-Subpopulationen, Bestimmung von Zytokinen, Bestimmung des oxidativen Stresses, Visual Contrast Sensitivity Test (VCS-Test), Tränenfilmauflöszeit. *neu 2023, Konsensstärke >95%*
26. Folgende diagnostische Methoden sollen mangels medizinisch-naturwissenschaftlicher Grundlagen bei Innenraum-Schimmelexpositionen nicht durchgeführt werden (ohne Anspruch auf Vollständigkeit): Elektroakupunktur nach Voll, Bioresonanzverfahren, Pendeln, Vega-Test, Decoder-Dermographie, Biotonometrie, Biotensor, Kirlianfotografie (Plasmaprintverfahren, energetische Terminalpunktdiagnose), Regulationsthermographie nach Rost, Aurikulodiagnostik, Kinesiologie, Auraskopie, Irisdiagnostik, zytotoxische Bluttests, Provokations- und Neutralisationstest (PN-Test). *neu 2023, Konsensstärke >95%*

■ 9 Schlussfolgerungen

Wenn es zu einem Schimmel-/Feuchteschaden in Krankenhaus oder Praxis kommt, haben die schnellstmögliche Behebung der Ursachen und die Sanierung des Schadens höchste Priorität. Hierbei ist das Hygienefachpersonal einzubeziehen. Der Krankenhaushygieniker/die Krankenhaushygienikerin treffen alle maßgeblichen Entscheidungen. Aus medizinischen Gründen sind dabei grundsätzlich keine Schimmelpilzmessungen in den betroffenen Räumen indiziert. Für Patienten/Patientinnen mit einer erhöhten Gesund-

heitsgefährdung bergen entsprechende Innenraummessungen eher das Risiko einer potenziell kritischen Expositionsverlängerung. Schimmelpilzmessungen im Innenraum sollten bei den Personen dieser Risikogruppen auch nicht vorsorglich durchgeführt werden, um ein Schimmelwachstum auszuschließen, wenn dafür keine Anhaltspunkte vorliegen (außer ggf. zum Zwecke der Freitestung). Vielmehr sind zur Prävention alle Maßnahmen entscheidend, die dazu beitragen, dass keine Feuchteschäden auftreten.

Schimmelpilzmessungen sind nur erforderlich, wenn ein verdeckter, d.h. ein nicht offensichtlich sichtbarer, Schimmelbefall vermutet wird, zur Planung und Kontrolle (Freimessung) von Sanierungsmaßnahmen sowie in seltenen Fällen zur Speziesbestimmung in Zusammenhang mit Schimmelpilzinfektionen.

■ 10 Querverweise

Schimmelpilzleitfaden des Umweltbundesamtes

Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes. Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden. Umweltbundesamt, Berlin 2024 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/240513_uba_fb_schimmelleitfaden_0.pdf

WTA-Merkblatt zu Schimmelpilzschadensanierungen

WTA-Merkblatt 4-12. Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen. Beuth Verlag, Berlin 2021; <https://www.beuth.de/de/technische-regel/wta-merkblatt-4-12/342998074>

AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie Update 2023

Hurraß J, Heinzow B, Walser-Reichenbach S, Aurbach U, Becker S, Bellmann R, Bergmann K-C, Cornely OA, Engelhart S, Fischer G, Gabrio T, Herr CEW, Joest M, Karagiannidis C, Klimek L, Köberle M, Kolk A, Lichtnecker H, Lob-Corzilius T, Mülleneisen N, Nowak D, Rabe U, Raulf M, Steinmann J, Steiß J-O, Stemler J, Umpfenbach U, Valtanen K, Werchan B, Willinger B, Wiesmüller GA. AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ – Update 2023.

Stand 05.09.2023. AWMF-Register-Nr. 161/001 (<http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/161-001.html>). https://register.awmf.org/assets/guidelines/161-001k_S2k_Medizinisch-klinische-Diagnostik-bei-Schimmelpilzexposition-in-Innenraeumen_2024-03.pdf

AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie Update 2023 - Kurzfassung für Betroffene

Hurraß J, Heinzow B, Walser-Reichenbach S, Aurbach U, Becker S, Bellmann R, Bergmann K-C, Cornely OA, Engelhart S, Fischer G, Gabrio T, Herr CEW, Joest M, Karagiannidis C, Klimek L, Köberle M, Kolk A, Lichtnecker H, Lob-Corzilius T, Mülleneisen N, Nowak D, Rabe U, Raulf M, Steinmann J, Steiß J-O, Stemler J, Umpfenbach U, Valtanen K, Werchan B, Willinger B, Wiesmüller GA. AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ – Update 2023. Stand 05.09.2023. AWMF-Register-Nr. 161/001 (<http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/161-001.html>) – Kurzfassung für Betroffene mit einem Feuchte-/Schimmelschaden im Innenraum – (Stand 05.09.2023). https://register.awmf.org/assets/guidelines/161-001k_S2k_Medizinisch-klinische-Diagnostik-bei-Schimmelpilzexposition-in-Innenraeumen_2024-03.pdf

Diagnose-Algorithmus bei Schimmelexposition im Innenraum

Hurraß J, Nowak D, Heinzow B, Joest M, Stemler J, Wiesmüller GA. Indoor mold – Important considerations for medical advice to patients. Dtsch Arztebl Int 2024; 121: 265–271; doi: 10.3238/arztebl.m2024.0018; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38381662/>

■ 11 Literaturverzeichnis

1. Ahmadikia K, Hashemi SJ, Khodavaisy S, Getso MI, Alijani N, Badali H, Mirhendi H, Salehi M, Tabari A, Ardehali MM, Kord M, Roilides E, Rezaie S. The double-edged sword of systemic corticosteroid therapy in viral pneumonia: A case report and comparative review of influenza-associated mucormycosis versus COVID-19 associated mucormycosis. Mycoses 2021; 64(8): 798–808; doi: 10.1111/myc.13256
2. Antoniadou A. Outbreaks of zygomycosis in hospitals. Clin Microbiol

- Infect 2009; 15 Suppl 5: 55–59; doi: 10.1111/j.1469-0691.2009.02982.x
3. Baddley JW, Thompson III GR, Chen SC-A, White PL, Johnson MD, Nguyen MH, Schwartz IS, Spec A, Ostrosky-Zeichner L, Jackson BR, Patterson TF, Pappas PG. Coronavirus Disease 2019 - Associated Invasive Fungal Infection. *Open Forum Infect Dis* 2021; 8(12): ofab510; doi: 10.1093/ofid/ofab510
4. Bascom R. The upper respiratory tract: mucous membrane irritation. *Environ Health Perspect* 1991; 95: 39–44; doi: 10.1289/ehp.919539
5. Bild. Medizinerin flüchtet vor Schimmel In meiner Arzt-Praxis wird man krank. 2023; <https://www.bild.de/regional/hamburg/hamburg-aktuell/medizinerin-fluechtet-vor-schimmel-in-meiner-arzt-praxis-wird-man-krank-85695286.bild.html>
6. Biswal M, Gupta P, Kanaujia R, Kaur K, Kaur H, Vyas A, Hallur V, Behera B, Padaki P, Savio J, Nagaraj S, Chunchanur SK, Shwetha JV, Ambica R, Nagdeo N, Khurajam R, Priyolakhshmi N, Patel K, Thamke D, Dash L, Jadhav D, Bharmal R, Bhattacharya S, Rudramurthy SM, Chakrabarti A. Evaluation of hospital environment for presence of Mucorales during COVID-19-associated mucormycosis outbreak in India – a multi-centre study. *J Hosp Infect* 2022; 122: 173–179; doi: 10.1016/j.jhin.2022.01.016
7. Brasche S, Heinz E, Hartmann T, Richter W, Bischof W. Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen – Ergebnisse einer repräsentativen Wohnungsstudie in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2003; 46(8): 683–693; doi: 10.1007/s00103-003-0647-9
8. Bush RK, Portnoy JM. The role and abatement of fungal allergens in allergic diseases. *J Allergy Clin Immunol* 2001; 107(3 Suppl): S430–440; doi: 10.1067/mai.2001.113669
9. Bush RK, Portnoy JM, Saxon A, Terr AI, Wood RA. The medical effects of mold exposure. *J Allergy Clin Immunol* 2006; 117(2): 326–333; doi: 10.1016/j.jaci.2005.12.001
10. Chong WH, Saha BK, Ta CK. Clinical characteristics and outcomes of influenza-associated pulmonary aspergillosis among critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect* 2022; 120: 98–109; doi: 10.1016/j.jhin.2021.11.016
11. Chowdhary A, Gupta N, Wurster S, Kumar R, Mohabir JT, Tatavarthy S, Mittal V, Rani P, Barman P, Sachdeva N, Singh A, Sharma B, Jiang Y, Cuomo CA, Kontoyiannis DP. Multimodal analysis of the COVID-19-associated mucormycosis outbreak in Delhi, India indicates the convergence of clinical and environmental risk factors. *Mycoses* 2023; 66(6): 515–526. doi: 10.1111/myc.13578
12. Coste A, Frérou A, Raute A, Couturaud F, Morin J, Egretou P-Y, Blanc F-X, Reignier J, Tadié J-M, Tran A, Pronier C, Coste-Burel M, Nevez G, Gangneux J-P, Le Pape P, Ansart S, Tonnelier J-M, Bretonnière C, Aubron C. The Extent of Aspergillosis in Critically Ill Patients With Severe Influenza Pneumonia: A Multicenter Cohort Study. *Crit Care Med* 2021; 49(6): 934–942; doi: 10.1097/CCM.0000000000004861
13. Cox-Ganser JM, Rao CY, Park J-H, Schumpert JC, K. Kreiss K. Asthma and respiratory symptoms in hospital workers related to dampness and biological contaminants. *Indoor Air* 2009; 19(4): 280–290.
14. Davoudi S, Graviss LS, Kontoyiannis DP. Healthcare-associated outbreaks due to Mucorales and other uncommon fungi. *Eur J Clin Invest* 2015; 45(7): 767–773. doi: 10.1111/eci.12467
15. Dalton P, Hummel T. Chemosensory function and response in idiopathic environmental intolerance. *Occup Med* 2000; 15(3): 539–556.
16. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe bei der Schimmelpilzsanierung. DGUV Information 201-028, Berlin 2022.
17. DIN ISO 16000-20: Innenraumluftverunreinigungen – Teil 20: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen - Bestimmung der Gesamtsporenanzahl (ISO 16000-20:2014-12). Beuth Verlag, Berlin 2014
18. Duffy J, Harris J, Gade L, Schulster L, Newhouse E, O'Connell H, Noble-Wang J, Rao C, Arunmozhi Balajee S, Chiller T. Mucormycosis outbreak associated with hospital linens. *Pediatr Infect Dis J* 2014; 33(5): 472–476. doi: 10.1097/INF.0000000000000261
19. Feys S, Almyroudi MP, Braspenning R, Lagrou K, Spriet I, Dimopoulos G, Wauters J. A Visual and Comprehensive Review on COVID-19-Associated Pulmonary Aspergillosis (CAPA). *J Fungi (Basel)* 2021; 7(12): 1067; doi: 10.3390/jof7121067
20. Forkel S, Beutner C, Schröder SS, Bader O, Gupta S, Fuchs T, Schön MP, Geier J, Buhl T. Sensitization against Fungi in Patients with Airway Allergies over 20 Years in Germany. *Int Arch Allergy Immunol* 2021; 182(6): 515–523; doi: 10.1159/000512230
21. Gabrio T, Weidner U. Vorkommen und gesundheitliche/allergologische Relevanz von Schimmelpilzen aus Sicht der Umweltmedizin. *Allergologie* 2010; 33: 101–108.
22. Gabrio T, Hurraß J, Wiesmüller GA, Herr C, Raulf M. Untersuchungsmethoden zur Erfassung einer Schimmelpilzexposition – ein Update. *Umweltmed Hyg Arbeitsmed* 2015; 20: 115–131.
23. Haftenberger M, Laußmann D, Ellert U, Kalcklösch M, Langen U, Schlad M, Schmitz R, Thamm M. Prävalenz von Sensibilisierungen gegen Inhalations- und Nahrungsmittelallergene. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl* 2013; 56: 687–697. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-012-1658-1>
24. Heinz WJ. Welche Bedeutung haben Infektionen durch Schimmelpilze? *Umweltmed Forsch Prax* 2010; 2, 99–103.
25. Heinzerling LM, Burbach GJ, Edenharter G, Bachert C, Bindeslev-Jensen C, Bonini S, Bousquet J, Bousquet-Rouanet L, Bousquet PJ, Bresciani M, Bruno A, Burney P, Canonica GW, Darsow U, Demoly P, Durham S, Fokkens WJ, Giavi S, Gjomarkaj M, Gramiccioni C, Haahtela T, Kowalski ML, Magyar P, Muraközi G, Orosz M, Papadopoulos NG, Röhnelt C, Stingl G, Todo-Bom A, Von Mutius E, Wiesner A, Wöhrl S, Zuberbier T. GA(2)LEN skin test study I: GA(2)LEN harmonization of skin prick testing: novel sensitization patterns for inhalant allergens in Europe. *Allergy* 2009; 64(10): 1498–1506; <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2009.02093.x>
26. Herr CEW, Eikmann Th, Heinzow B, Wiesmüller GA. Umweltmedizinische Relevanz von Schimmelpilzen im Lebensumfeld. *Umweltmed Forsch Prax* 2010; 15: 76–83.
27. Hospenthal DR, Kwon-Chung KJ, Bennett JE. Concentrations of airborne Aspergillus compared to the incidence of invasive aspergillosis: lack of correlation. *Med Mycol* 1998; 36(3): 165–168.
28. Huang L, Zhang Y, Hua L, Zhan Q. Diagnostic value of galactomannan test in non-immunocompromised critically ill patients with influenza-associated aspergillosis: data from three consecutive influenza seasons. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2021; 40(9): 1899–1907; doi: 10.1007/s10096-021-04228-z
29. Hurraß J, Szewzyk R, Baschien Ch, Gabrio T, Fischer G, Grün L, Heinzow B, Hummel Th, Panaskova J, Herr CEW, Wiesmüller GA. Risk of olfactory ef-

- fects and impairment of well-being resulting from mould exposure – Results of a workshop of the annual conference of the German Society of Hygiene, Environmental Medicine and Preventive Medicine held in Freiburg, Germany, in 2012. Proceedings of Indoor Air, Hong Kong 2014; Paper ID HP0126: 1–8.
30. Hurraß J, Fischer G, Herr CEW, Wiesmüller GA. Stellungnahme zum Beitrag von Carmen Krocze, Jochen Kern und Hartmut M. Hanauske-Abel. Mykotoxine: Thesen. Tagungsband zum 11. Fachkongress der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF). Springer-Eltdagen: Eigenverlag 2016, 138–154. Umweltmedizin Hygiene Arbeitsmed 2017; 22: 105–114.
 31. Hurraß J, Heinzow B, Walser-Reichenbach S, Aurbach U, Becker S, Bellmann R, Bergmann K-C, Cornely OA, Engelhart S, Fischer G, Gabrio T, Herr CEW, Joest M, Karagiannidis C, Klimek L, Köberle M, Kolk A, Lichtnecker H, Lob-Corzilius T, Mülleneisen N, Nowak D, Rabe U, Raulf M, Steinmann J, Steiß J-O, Stemler J, Umpfenbach U, Valtanen K, Werchan B, Willinger B, Wiesmüller GA. AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ – Update 2023. Stand 05.09.2023. AWMF-Register-Nr. 161/001 (<http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/161-001.html>). https://register.awmf.org/assets/guidelines/161-001k_S2k_Medizinisch-klinische-Diagnostik-bei-Schimmelpilzexposition-in-Innenraeumen_2024-03.pdf
 32. Hurraß J, Heinzow B, Walser-Reichenbach S, Aurbach U, Becker S, Bellmann R, Bergmann K-C, Cornely OA, Engelhart S, Fischer G, Gabrio T, Herr CEW, Joest M, Karagiannidis C, Klimek L, Köberle M, Kolk A, Lichtnecker H, Lob-Corzilius T, Mülleneisen N, Nowak D, Rabe U, Raulf M, Steinmann J, Steiß J-O, Stemler J, Umpfenbach U, Valtanen K, Werchan B, Willinger B, Wiesmüller GA. AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ – Update 2023. Stand 05.09.2023. AWMF-Register-Nr. 161/001 (<https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/161-001.html>) – Kurzfassung für Betroffene mit einem Feuchte-/Schimmelschaden im Innenraum – (Stand 05.09.2023). https://register.awmf.org/assets/guidelines/161-001k_S2k_Medizinisch-klinische-Diagnostik-bei-Schimmelpilzexposition-in-Innenraeumen_2024-03.pdf
 33. Hurraß J, Nowak D, Heinzow B, Joest M, Stemler J, Wiesmüller GA. Indoor mold - Important considerations for medical advice to patients. Dtsch Ärztebl Int 2024; 121; doi: 10.3238/arztebl.m2024.0018
 34. Immonen J, Meklin T, Taskinen T, Nevalainen A, Korppi M. Skin-prick test findings in students from moisture- and mould-damaged schools: a 3-year follow-up study. Pediatr Allergy Immunol 2001; 12(2): 87-94; doi: 10.1034/j.1399-3038.2001.012002087.x
 35. Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes. Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden. Umweltbundesamt, Berlin 2017; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/240513_uba_fb_schimmelleitfaden_0.pdf
 36. Jenks JD, Nam HH, Hoenigl M. Invasive aspergillosis in critically ill patients: Review of definitions and diagnostic approaches. Mycoses 2021; 64(9): 1002-1014; doi: 10.1111/myc.13274
 37. Karvonen AM, Hyvärinen A, Korppi M, Haverinen-Shaughnessy U, Renz H, Pfefferle PI, Remes S, Genuneit J, Pekkanen J. Moisture damage and asthma: a birth cohort study. Pediatrics 2015; 135: e598-e606; doi: 10.1542/peds.2014-1239
 38. Kelman BJ, Robbins CA, Swenson LJ, Hardin BD. Risk from inhaled mycotoxins in indoor office and residential environments. Int J Toxicol 2004; 23(1): 3–10; doi: 10.1080/10915810490265423
 39. Kespohl S, Raulf M. Mould allergens: Where do we stand with molecular allergy diagnostics? Part 13 of the series Molecular Allergology. Allergo J Int 2014; 23(4): 120–125; doi: 10.1007/s40629-014-0014-4
 40. Kespohl S, Raulf M. Mold sensitization in asthmatic and non-asthmatic subjects diagnosed with extract-based versus component-based allergens. Adv Exp Med Biol 2019; 1153: 79–89; doi: 10.1007/5584_2019_342
 41. Kluge S, Strauß R, Kochanek M, Weigand MA, Rohde H, Lahmer T. Aspergillosis: Emerging risk groups in critically ill patients. Med Mycol 2021; 60(1):myab064; doi: 10.1093/mmy/myab064
 42. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI). Anforderungen an die Infektionsprävention bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten. Bundesgesundheitsbl 2021; 64: 232–264; <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-020-03265-x>
 43. Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“ des Robert Koch-Instituts. Schimmelpilzbelastung in Innenräumen – Befunderhebung, gesundheitliche Bewertung und Maßnahmen. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 2007; 50(10): 1308–1323; doi: 10.1007/s00103-007-0339-y
 44. Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“ des Robert Koch-Instituts. „Qualitätssicherung beim Lymphozytentransformationstest“ – Addendum zum LTT-Papier der RKI-Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 2008; 51: 1070–1076; <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-008-0641-3>
 45. Kuo C-W, Wang S-Y, Tsai H-P, Su P-L, Cia C-T, Lai C-H, Chen C-W, Shieh C-C, Lin S-H. Invasive pulmonary aspergillosis is associated with cytomegalovirus viremia in critically ill patients - A retrospective cohort study. J Microbiol Immunol Infect 2022; 55(2): 291–299; doi.org/10.1016/j.jmii.2021.03.005
 46. Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg. Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen. Stuttgart: Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Stuttgart 2011; https://www.gesundheitsamt-bw.de/fileadmin/LGA/_DocumentLibraries/SiteCollectionDocuments/03_Fachinformationen/FachpublikationenInfo_Materialien/Schimmelpilzsanierung_Handlungsempfehlung.pdf
 47. Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg. Monitoring Gesundheit und Umwelt – Untersuchung Schimmelpilze, Wohnen und Gesundheit 2014/15, Tabellenband. Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Stuttgart 2017.
 48. Lindemann H, Tümmeler B, Dockter G, Hrsg. Mukoviszidose – Zystische Fibrose. 4. erweiterte und aktualisierte Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2004.
 49. Litvinov N, da Silva MTN, van der Heijden IM, Graça MG, de Oliveira LM, Fu L, Giudice M, de Aquino MZ, Odone-Filho V, Marques HH, Costa SF, Levin AS. An outbreak of invasive fusariosis in a children's cancer hospital. Clin Microbiol Infect 2015; 21(3): 268.e1-7. doi: 10.1016/j.cmi.2014.09.004

50. Liu Y, Xie ZZ, Wang X, Zhu ZH, Yang C. Clinical study of invasive pulmonary aspergillosis following influenza A H1N1. *Medicine* 2021; 100: 30(e26434); doi: 10.1097/MD.00000000000026434
51. Magira EE, Chemaly RF, Jiang Y, Tarrand J, Kontoyiannis DP. Outcomes in Invasive Pulmonary Aspergillosis Infections Complicated by Respiratory Viral Infections in Patients With Hematologic Malignancies: A Case-Control Study. *Open Forum Infect Dis* 2019; 6(7): ofz247; doi: 10.1093/ofid/ofz247
Magira EE, Chemaly RF, Jiang Y, Tarrand J, Kontoyiannis DP. Corrigendum: Outcomes in Invasive Pulmonary Aspergillosis Infections Complicated by Respiratory Viral Infections in Patients With Hematologic Malignancies: A Case-Control Study. *Open Forum Infect Dis* 2019; 6(11): ofz458; doi: 10.1093/ofid/ofz458
52. Maoqing Guo M, Tong Z. Risk Factors Associated with Invasive Pulmonary Mycosis Among Severe Influenza Patients in Beijing City, China. *Int J Gen Med* 2021; 14: 7381–7390; doi: 10.2147/IJGM.S329323
53. Maroni M, Levy F. Definitions. In: Levy F, Maroni M, Hrsg. NATO/ CCMS Pilot study on indoor air quality. 4th plenary meeting. Epidemiology and medical management of building-related complaints and illnesses. National Institute of Occupational Health, Oslo 1992, 160–161.
54. Matuka DO, Singh TS, Daniller T. Occupational allergic rhinitis in a laboratory worker due to mould contamination in a water-damaged hospital building: allergies in the workplace. *Current Allergy & Clinical Immunology* 2015; 28(4): 296–300.
55. Mazur LJ, Kim J, Committee on Environmental Health, American Academy of Pediatrics. Spectrum of noninfectious health effects from molds. *Pediatrics* 2006; 118(6): e1909-26; doi: 10.1542/peds.2006-2829
56. Meda M, Gentry V, Preece E, Nagy C, Kumari P, Wilson P, Hoffman P. Assessment of mould remediation in a healthcare setting following extensive flooding. *J Hosp Infect* 2024; 146: 1–9.
57. Mücke W, Lemmen C. VII – 4.1 Duft und Geruch – Physiologie des Riechens und Eigenschaften von Geruchsstoffen. In: Wichmann H-E, Schlipkötter H-W, Füllgraf G, Hrsg. *Handbuch der Umweltmedizin*. ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, 2010, 1–46.
58. Nagano Y, Millar BC, Johnson E, Goldsmith CE, Elborn JS, Rendall J, Moore JE. Fungal infections in patients with cystic fibrosis. *Rev Med Microbiol* 2007; 18(1): 11–16; doi: 10.1097/MRM.0b013e3282e1c70a
59. Nevalainen A, Seuri M. Of microbes and men. *Indoor Air* 2005; 15 Suppl 9: 58–64; doi: 10.1111/j.1600-0668.2005.00344.x
60. Nielsen KF. Mycotoxin production by indoor molds. *Fungal Genet Biol* 2003; 39(2): 103–117; doi: 10.1016/s1087-1845(03)00026-4
61. Norbäck D, Zock JP, Plana E, Heinrich J, Tischer C, Jacobsen Bertelsen R, Sunyer J, Künzli N, Villani S, Olivieri M, Verlato G, Soon A, Schlünssen V, Gunnbjörnsdóttir MI, Jarvis D. Building dampness and mold in European homes in relation to climate, building characteristics and socio-economic status: The European Community Respiratory Health Survey ECRHS II. *Indoor Air* 2017; 27(5): 921–932; doi: 10.1111/ina.12375
62. Nordström K, Norbäck D, Wieslander G, Wållinder R. The effect of building dampness and type of building on eye, nose and throat symptoms in Swedish hospitals. *J Environ Health* 2000; 1(3): 127–131.
63. Oberlandesgericht (OLG) Düsseldorf. Befinden sich Schimmelpilze in einer Arztpraxis, so kann der Arzt die Miete entsprechend mindern; Urteil vom 19.7.2011 - 24 U 31/11.
64. Oswald R, Liebert G, Spilker R. Schimmelpilzbefall bei hochwärmegedämmten Neu- und Altbauten. Erhebung von Schadensfällen - Ursachen und Konsequenzen. *Bauforschung für die Praxis*, Band 84. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2008.
65. Page E, Trout D. Mycotoxins and Building-Related Illness. *J Occup Environ Med* 1998; 40(9): 761–763; doi: 10.1097/00043764-199809000-00001
66. Park JH, Kreiss K, Cox-Ganser JM. Rhinosinusitis and mold as risk factors for asthma symptoms in occupants of a water-damaged building. *Indoor Air* 2012; 22(5): 396–404; doi: 10.1111/j.1600-0668.2012.00775.x
67. Peláez-García de la Rasilla T, González-Jiménez I, Fernández-Arroyo A, Roldán A, Carretero-Ares JL, García-Clemente M, Telenti-Asensio M, García-Prieto E, Martínez-Suarez M, Vázquez-Valdés F, Melón-García S, Caminal-Montero L, Fernández-Simón I, Melado E, and Sánchez-Núñez ML on behalf of the HUCAPA Group. COVID-19 Associated Pulmonary Aspergillosis (CAPA): Hospital or Home Environment as a Source of Life-Threatening *Aspergillus fumigatus* Infection? *J Fungi (Basel)* 2022; 8(3): 316; doi: 10.3390/jof8030316
68. Piñana JL, Gómez MD, Montoro J, Lorenzo I, Pérez A, Giménez E, González-Barberá EM, Carretero C, Guerreiro M, Salavert M, Sanz G, Hernández-Boluda JC, Borrás R, Sanz J, Solano C, Navarro D. Incidence, risk factors, and outcome of pulmonary invasive fungal disease after respiratory virus infection in allogeneic hematopoietic stem cell transplantation recipients. *Transpl Infect Dis* 2019; 21(5): e13158; doi: 10.1111/tid.13158
69. Pricope D, Deneuville E, Frain S, Chevrier S, Belaz S, Roussey M, Gangneux JP. [Indoor fungal exposure: What impact on clinical and biological status regarding *Aspergillus* during cystic fibrosis]. [Article in French] *J Mycol Med* 2015; 25(2): 136–142; doi: 10.1016/j.mycmed.2015.03.005
70. Rao CY, Cox-Ganser JM, Chew GL, Doekes G, White S. Use of surrogate markers of biological agents in air and settled dust samples to evaluate a water-damaged hospital. *Indoor Air* 2005; 15 Suppl 9: 89–97. doi: 10.1111/j.1600-0668.2005.00348.x
71. Rocchi S, Richaud-Thiriez B, Barrera C, Grenouillet F, Dalphin JC, Millon L, Reboux G. Evaluation of mold exposure in cystic fibrosis patients' dwellings and allergic bronchopulmonary risk. *J Cyst Fibros* 2015; 14(2): 242–247; doi: 10.1016/j.jcf.2015.01.003
72. Rocchi S, Richaud-Thiriez B, Barrera C, Grenouillet F, Dalphin JC, Millon L, Reboux G. Replies to „Is the home environment an important factor in the occurrence of fungal events in cystic fibrosis?“ *J Cyst Fibros* 2016; 15(2): e17-18; doi: 10.1016/j.jcf.2015.12.016
73. Rouzé A, Lemaitre E, Martin-Loeches I, Pova P, Diaz E, Nyga R, Torres A, Metzelard M, Du Cheyron D, Lambiotte F, Tamion F, Labruyere M, Geronimi CB, Luyt C-E, Nyunga M, Pouly O, Thille AW, Megarbane B, Saade A, Magira E, Litjens J-F, Ioannidou I, Pierre A, Reignier J, Garot D, Kreitmann L, Baudel J-L, Voiriot G, Plantefeve G, Morawiec E, Asfar P, Boyer A, Mekontso-Dessap A, Makris D, Vinsonneau C, Floch P-E, Marois C, Ceccato A, Artigas A, Gaudet A, Nora D, Cornu M, Duhamel A, Labreuche J, Nseir S and the coVAPid study group. Invasive pulmonary aspergillosis among intubated patients with SARS-CoV-2 or influenza pneumonia: a European multicenter comparative cohort study. *Crit Care* 2022; 26(1): 11; doi: 10.1186/s13054-021-03874-1
74. Rylander R. Microbial cell wall constituents in indoor air and their relation to disease. *Indoor Air Suppl* 1998; 4: 59–68.

75. Sapet A, Normand AC, Oudyi M, Stremler-Le Bel N, Piarroux R, Dubus JC. Is the home environment an important factor in the occurrence of fungal events in cystic fibrosis? *J Cyst Fibros* 2015; 14(5): E16–18; doi: 10.1016/j.jcf.2015.06.008
76. Sarrazyn C, Dhaese S, Demey B, Vandecasteele S, Reynders M, Van Praet JT. Incidence, risk factors, timing, and outcome of influenza versus COVID-19-associated putative invasive aspergillosis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2021; 42(9): 1149–1150; doi: 10.1017/ice.2020.460
77. Savi D, Valente G, Iacovelli A, Olmati F, Bezzi M, Palange P. Uncommon presentation of allergic bronchopulmonary aspergillosis during the COVID-19 lockdown: a case report. *BMC Pulm Med* 2020; 20(1): 325; doi: 10.1186/s12890-020-01373-7
78. Seifert B. Das „sick building“-Syndrom. *Öff Gesundh-Wes* 1991; 53: 376–382.
79. Shi C, Shan Q, Xia J, Wang L, Wang L, Qiu L, Xie Y, Lin N, Wang L. Incidence, risk factors and mortality of invasive pulmonary aspergillosis in patients with influenza: A systematic review and meta-analysis. *Mycoses* 2022; 65(2): 152–163; doi: 10.1111/myc.13410
80. Taskinen T, Meklin T, Nousiainen M, Husman T, Nevalainen A, Korppi M. Moisture and mould problems in schools and respiratory manifestations in schoolchildren: clinical and skin test findings. *Acta Paediatr* 1997; 86(11): 1181–1187; doi: 10.1111/j.1651-2227.1997.tb14841.x
81. Taskinen T, Hyvärinen A, Meklin T, Husman T, Nevalainen A, Korppi M. Asthma and respiratory infections in school children with special reference to moisture and mold problems in the school. *Acta Paediatr* 1999; 88(12): 1373–1379; doi: 10.1080/080352599750030112
82. The Seattle Times. 1 patient dies, 5 others infected by mold that closed Seattle Children's hospital operating rooms. July 2, 2019. <https://www.seattletimes.com/seattle-news/health/1-patient-dies-5-others-infected-by-mold-that-closed-seattle-childrens-hospital-operating-rooms/>
83. Thißen M, Niemann H. Wohnen und Umwelt – Ergebnisse aus dem bundesweiten Gesundheitsmonitoringsystem des Robert Koch-Instituts. *UMID* 2016; 2: 18–29; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/360/publikationen/umid_02_2016_wohnen_rki.pdf
84. TRBA 460 Einstufung von Pilzen in Risikogruppen. *GMBI* 2016, Nr. 29/30 vom 22.07.2016, S. 562, 4. Änderung: *GMBI*. Nr. 45 vom 10.11.2020, 1009. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBA/TRBA-460.html>
85. van de Veerdonk FL, Brüggemann RJM, Vos S, De Hertogh G, Wauters J, Reijers MHE, Netea MG, Schouten JA, Verweij PE. COVID-19-associated Aspergillus tracheobronchitis: the interplay between viral tropism, host defence, and fungal invasion. *Lancet Respir Med* 2021; 9(7): 795–802; doi: 10.1016/S2213-2600(21)00138-7
86. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung - BioStoffV) 13. Juni 2022.
87. Vitale RG, Afeltra J, Seyedmousavi S, Giudicessi SL, Romero SM. An overview of COVID-19 related to fungal infections: what do we know after the first year of pandemic? *Braz J Microbiol* 2022; 53(2): 759–775; doi: 10.1007/s42770-022-00704-6
88. Vonberg RP, Gastmeier P. Nosocomial aspergillosis in outbreak settings. *J Hosp Infect* 2006; 63(3): 246–254. doi: 10.1016/j.jhin.2006.02.014
89. Wang J, Janson C, Lindberg E, Holm M, Gislason T, Benediktsdóttir B, Johannessen A, Schlünssen V, Jogi R, Franklin KA, Norbäck D. Dampness and mold at home and at work and onset of insomnia symptoms, snoring and excessive daytime sleepiness. *Environ Int* 2020; 139: 105691; doi: 10.1016/j.envint.2020.105691
90. Wieslander G, Norbäck D, Nordström K, Wålinder R, Venge P. Nasal and ocular symptoms, tear film stability and biomarkers in nasal lavage, in relation to building-dampness and building design in hospitals. *Int Arch Occup Environ Health* 1999; 72: 451–461.
91. Wiesmüller GA, Szewzyk R, Gabrio T, Engelhart S, Heinz WJ, Cornely OA, Seidl HP, Fischer G, Herr CEW. Häufige Fragestellungen in Zusammenhang mit der Bewertung eines möglichen Infektionsrisikos von Schimmelpilzexpositionen: Antworten eines Round Table auf dem Workshop „Schimmelpilze und schwere Grunderkrankungen – welches Risiko ist damit verbunden?“ im Rahmen der GHUP-Jahrestagung 2009. *Umweltmed Forsch Prax* 2010; 15: 104–110.
92. Wiesmüller GA, Szewzyk R, Gabrio T, Fischer G, Lichtnecker H, Merget R, Ochmann U, Nowak D, Schultze-Werninghaus G, Steiß J-O, Herr CEW. Häufige Fragestellungen in Zusammenhang mit der Bewertung eines möglichen allergischen Risikos von Schimmelpilzexpositionen: Antworten eines Round Table auf dem Workshop „Schimmelpilze und allergische Erkrankungen“ im Rahmen der GHUP-Jahrestagung 2010. *Umweltmed Forsch Prax* 2010; 16: 98–106.
93. Wiesmüller GA, Szewzyk R, Gabrio T, Engelhart S, Heinz WJ, Cornely OA, Seidl HP, Fischer G, Herr CEW. Infection risk of mold exposure – Results of a workshop of the annual conference of the German Society of Hygiene, Environmental Medicine and Preventive Medicine held in Stuttgart, Germany in 2009. *Proceedings of Indoor Air, Austin, Texas, USA 2011*; Paper ID 666: 1–6.
94. Wiesmüller GA, Szewzyk R, Baschien Ch, Gabrio T, Fischer G, Heinzow B, Raulf-Heimsoth M, Herr CEW. Häufige Fragestellungen in Zusammenhang mit der Bewertung möglicher toxischer Reaktionen von Schimmelpilzexpositionen: Antworten eines Round Table auf dem Workshop „Schimmelpilze und toxische Reaktionen“ im Rahmen der GHUP-Jahrestagung 2011. *Umweltmed Forsch Prax* 2012; 17: 159–169.
95. Wiesmüller GA, Szewzyk R, Gabrio T, Fischer G, Lichtnecker H, Merget R, Ochmann U, Nowak D, Schultze-Werninghaus G, Steiß J-O, Herr CEW. Allergic risk of mold exposure – Results of a GHUP workshop in Germany in 2010. In: *Proceedings of Healthy Buildings 2012, 10th International Conference*. ISBN: 978-1-921897-40-5. Queensland University of Technology, Brisbane, Australia 2012; 5H.7: 1–6.
96. Wiesmüller GA, Heinzow B, Herr CEW, Hrsg. *Gesundheitsrisiko Schimmelpilze im Innenraum*. ecomed Medizin, Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg 2013.
97. Wiesmüller GA, Szewzyk R, Baschien Ch, Gabrio T, Fischer G, Cornely OA, Engelhart S, Grün L, Heinz WJ, Heinzow B, Hummel Th, Hurraß J, Lichtnecker H, Merget R, Nowak D, Ochmann U, Panašková J, Raulf-Heimsoth M, Schultze-Werninghaus G, Seidl HP, Steiß J-O, Herr CEW. Frequently asked questions about possible health effects of indoor mold exposure - Answers from a panel of experts at four workshops of the Society of Hygiene, Environmental Medicine and Preventive Medicine (GHUP). *Umweltmed – Hyg – Arbeitsmed* 2013; 18: 249–274.
98. Wiesmüller GA, Szewzyk R, Baschien Ch, Gabrio T, Fischer G, Grün L, Heinzow B, Hummel Th, Panaskova J, Hurraß J, Herr CEW. Häufige Fra-

- gestellungen in Zusammenhang mit der Bewertung eines möglichen Geruchswirkungen und Befindlichkeitsstörungen Schimmelpilzexpositionen: Antworten eines Round Table auf dem Workshop „Schimmelpilze – Geruchswirkungen und Befindlichkeitsstörungen“ im Rahmen der GHUP-Jahrestagung 2012. *Umweltmed – Hyg – Arbeitsmed* 2013; 18: 35–40.
99. Wiesmüller GA, Gabrio T. Möglichkeiten und Grenzen der gesundheitlichen Bewertung von Schimmelpilzexpositionen im Innenraum. *Gefahrstoffe Reinhalt Luft* 2014; 74: 391–395.
 100. Wiesmüller GA, Szewzyk R, Baschien Ch, Gabrio T, Fischer G, Heinzow B, Raulf-Heimsoth M, Herr CEW. Risk of toxic reactions to mould exposure - Results of a workshop of the annual conference of the German Society of Hygiene, Environmental Medicine and Preventive Medicine held in Munich, Germany, in 2011. *Proceedings of Indoor Air, Hong Kong* 2014; Paper ID HP0044: 1–8.
 101. Wiesmüller GA, Heinzow B, Aurbach U, Bergmann K-C, Buße A, Buzina W, Cornely OA, Engelhart S, Fischer G, Gabrio T, Heinz W, Herr CEW, Klein-Tebbe J, Klimek L, Köberle M, Lichtnecker H, Lob-Corzilius T, Merget R, Mülleneisen N, Nowak D, Rabe U, Raulf M, Seidl HP, Steiß J-O, Szewzyk R, Thomas P, Valtanen K, Hurraß J. AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“, AWMF-Register-Nr. 161/001. *Umweltmed. – Hygiene – Arbeitsmed* 2016; 21: 189–231.
 102. Wiesmüller GA, Heinzow B, Szewzyk R, Valtanen K, Hurraß J. Möglichkeiten und Grenzen der gesundheitlichen Bewertung von Schimmelpilzexpositionen im Innenraum. *Der Bausachverständige* 2017; 3: 26–34.
 103. World Health Organization (WHO). *Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould*. WHO, Copenhagen, Denmark 2009; <https://www.who.int/publications/i/item/9789289041683>
 104. World Health Organization (WHO). *WHO fungal priority pathogens list to guide research, development and public health action*. World Health Organization, Genf 2022; Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://www.who.int/publications/i/item/9789240060241>
 105. WTA-Merkblatt 4-12. Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen. Beuth Verlag, Berlin 2021.
 106. Zöllner IK, Weiland SK, Piechotowski I, Gabrio T, von Mutius E, Link B, Pfaff G, Kouros B, Wuthe J. No increase in the prevalence of asthma, allergies, and atopic sensitization among children in Germany: 1992-2001. *Thorax* 2005; 60: 545–548; doi: 10.1136/thx.2004.029561