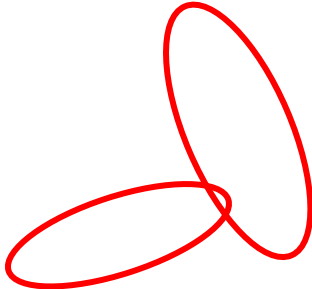


QB 6 Umweltmedizin

Innenraumeinflüsse
auf den
Menschen





Inhalt / Lernziele

- Übersicht Schimmelpilze
- Kasuistik
- Umweltmedizinische Untersuchung
- Vorbeugende Maßnahmen

Schimmelpilze als Krankheitsursache

- Schimmel in Wohnung / am Arbeitsplatz werden als wichtigstes Innenraumschadstoffproblem angesehen (siehe Anfragen GA, Verbraucherzentralen)
- Viele unseriöse Informationen kursieren
- Es gibt gute Quellen (Umweltbundesamt; WHO, Gesellschaft f. Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin, AWMF) und auch Evidenz für gewisse Assoziationen zw. Schimmel und gewissen Erkrankungen
- Allerdings weiterhin unklar, welche biologischen Partikel oder Substanzen tatsächlich Ursache sind

Schimmelpilze als Krankheitsursache

Gründe für kontroverse Diskussionen

- Zusammenhänge sind häufig sehr komplex (Krankheitsauslösung möglich, aber nicht bei jeder Person; keine Grenzwerte für gesundheitlich unbedenkliche Konzentrationen; keine Dosis-Wirkungsbeziehungen)
- Bei Feuchte-/Schimmelschäden nicht nur Pilze, sondern auch Bakterien, Kleinstlebewesen (Milben)
- Gesundheitliches Risiko stark abhängig von der Disposition des Betroffenen
- Schimmelpilzdiagnostik / -sanierung ist ein kommerzielles Gebiet

Schimmelpilze

- Fadenpilze, die als Saprophyten auf toter organischer Substanz leben
- Vorkommen weltweit,
Sporen ubiquitär in der Luft
- Mehr als 500.000 Arten (Schätzung),
davon nur ca. 200 humanpathogen
ca. 80 Arten kommen in Mitteleuropa in Innenräumen vor
- Wichtigste humanpathogene Gattung: *Aspergillus*
- Wichtigste humanpathogene Art: *Aspergillus fumigatus*

Schimmelpilze als Krankheitsursache

- Auslöser von **Irritationen** (an Schleimhäuten der Augen, Atemwege)
- **Toxinproduzenten** (z.B. Amanitin, Ergotamin, Aflatoxine → akute Toxizität + kanzerogene Potenz; bisher nicht mit Innenraumschimmelpilzen assoziiert (Satratoxin))

Schimmelpilze als Krankheitsursache

- Auslöser von **Irritationen** (an Schleimhäuten der Augen, Atemwege)
- **Toxinproduzenten** (z.B. Amanitin, Ergotamin, Aflatoxine → akute Toxizität + kanzerogene Potenz; bisher nicht mit Innenraumschimmelpilzen assoziiert (Satratoxin))
- **Allergieauslöser**
 - a) durch aerogen verbreitete Sporen → Asthma, Heufieber, Farmerlunge (Typ I, Typ III Allergie)
 - b) durch Antigenstreuung bei manifester Infektion → Mykide der Haut (Typ III, Typ IV Allergie)

Schimmelpilze als Krankheitsursache

- Auslöser von **Irritationen** (an Schleimhäuten der Augen, Atemwege)
- **Toxinproduzenten** (z.B. Amanitin, Ergotamin, Aflatoxine → akute Toxizität + kanzerogene Potenz; bisher nicht mit Innenraumschimmelpilzen assoziiert (Satratoxin))
- **Allergieauslöser**
 - a) durch aerogen verbreitete Sporen → Asthma, Heufieber, Farmerlunge (Typ I, Typ III Allergie)
 - b) durch Antigenstreuung bei manifester Infektion → Mykide der Haut (Typ III, Typ IV Allergie)
- **Infektionsverursacher** nur bei vorgeschädigten und/oder immunkompromitierten Personen (Ausnahme dimorphe Pilze)
 - a) lokal begrenzt, z.B. in patholog. Körperhöhle (Aspergillom)
 - b) diffus infiltrierend, ggf. hämatogen / lymphogen streuend

Schimmelpilze in Innenräumen

Irritative Wirkungen

- Mucous Membrane Irritation (MMI): Reizungen der Schleimhäute
 - der Augen (Brennen, Tränen)
 - der Nase (Niesreiz, Sekretion, Obstruktion)
 - des Rachens (Trockenheit, Räuspern)
- chronische Bronchitis
- Häufigkeit unbekannt
- an Arbeitsplätzen mit sehr hoher Bioaerosol-Belastung
(Landwirtschaft, Kompostierung)
bei ca. 20-30% der Exponierten

Schimmelpilze in Innenräumen

AWMF Leitlinie 2023-2028

Tabelle 1: Evidenz für den Zusammenhang zwischen Feuchte-/Schimmel-
exposition in Innenräumen und Krankheiten (in alphabetischer
Reihenfolge).

<p><u>Kausaler Zusammenhang</u></p> <p>----</p>
<p><u>Ausreichende Evidenz für eine Assoziation¹</u></p> <p>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 Atemwegsinfekten 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)</p>
<p><u>Eingeschränkte oder vermutete Evidenz für eine Assoziation</u></p> <p>Atopisches Ekzem / Atopische Dermatitis / Neurodermitis (Manifestation) Befindlichkeitsstörungen (Störungen des Allgemeinbefindens) Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) Geruchswirkungen Mucous Membrane Irritation (MMI) Sarkoidose</p>

Quelle:

AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ – Update 2023
AWMF-Register-Nr. 161/001
(<http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/161-001.html>)

Schimmelpilze in Innenräumen

AWMF Leitlinie 2023-2028

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

Quelle:

AWMF-Schimmelpilz-Leitlinie (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) „Medizinisch klinische Diagnostik bei Schimmelpilzexposition in Innenräumen“ – Update 2023
AWMF-Register-Nr. 161/001
(<http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/161-001.html>)

Querschnittsfach Umweltmedizin – Umweltmedizinische Bedeutung von Schimmelpilzen

Stellenwert:

ca. 70% der Fälle einer umweltmed. Ambulanz psychologisch, psychosomatisch, psychiatrisch (Schulze-Röbbecke et al. (1998) Zbl Hyg Umweltmed 201:3-4)

ca. 70 – 90% der restlichen Fälle Schimmelpilz-assoziiert
(pers. Mitteilung Umweltmed. Ambulanz Uni Greifswald)

Involvierte Pilzgattungen:

Alternaria, Aspergillus, Botrytis, Candida, Calvatia, Cladosporium, Coprinus, Dacrymyces, Drechsleria, Epicoccum, Fusarium, Ganoderma, Geaster, Lentinus, Merulius, Penicillium, Pleurotus, Psilocybe, Saccharomyces, Sporobolomyces, Stachybotris, Stemphylium, Trichophyton, Wallemia; Zygomyceten

Häufig mehrere Arten verschiedener Gattungen
gemeinsame Erkrankungsauslöser

Zygomyceten – Kurzübersicht und klinische Bedeutung

Zygomyceten:

- Schimmelpilze mit unseptierten Hyphen
- Bildung flauschig-wolliger Kolonien
- schnellwachsend (1-2 Tage zum Überwuchern einer Kulturplatte)
- Unterscheidung anhand von Sporenkapsel (Sporangien) sowie Vorhandensein oder Fehlen wurzelförmiger Ausläufer (Rhizoid)
- klinische wichtigste Gattungen: Rhizopus, Rhizomucor, Mucor, Cunninghamella, Lichtheimia (früher: Absidia)

Klinische Bedeutung:

- rhinozerebrale Erkrankung
- pulmonale Erkrankung
- disseminierte Erkrankung
- Gesichtsschwellung -> okulare -> cerebrale Beteiligung
- pulmonale Zygomycose ähnlich invasiver Aspergillose
- multiple pulmonale Knötchen und Pleuraherde
- Diagnostik: Biopsie



Zygomyzeten – morphologische Aspekte

Rhizoid

Sporangien

Rhinozerebrale Mukormykose

Rhinozerebrale Mukormykose

Rhinozerebrale Mukormykose

Kasuistik

Patientin:

- 14 jähriges Mädchen
- dialysepflichtige Niereninsuffizienz, tägliche Peritonealdialyse
- Verlust der Nierenfunktion innerhalb von Monaten nach Infekt unklarer Genese
- Nierentransplantation geplant

Mutter der Patientin:

- 40-jährig
- Managerin eines landwirtschaftlichen Betriebs
- Nachweis von Schimmelpilzen bei einem Nasenabstrich
- Klinisch KEINE Symptomatik
- Mikromorphologische Differenzierung des Schimmels als Mucorales
- Molekularbiol. Differenzierung: Lichtheimia sp. (früher: *Absidia* sp. (18S rDNA Sequenzierung))

Lichtheimia sp. (früher *Absidia sp.*)

Lichtheimia coerulea

- Pulmonale Infektionen



Hoog et al. 2000

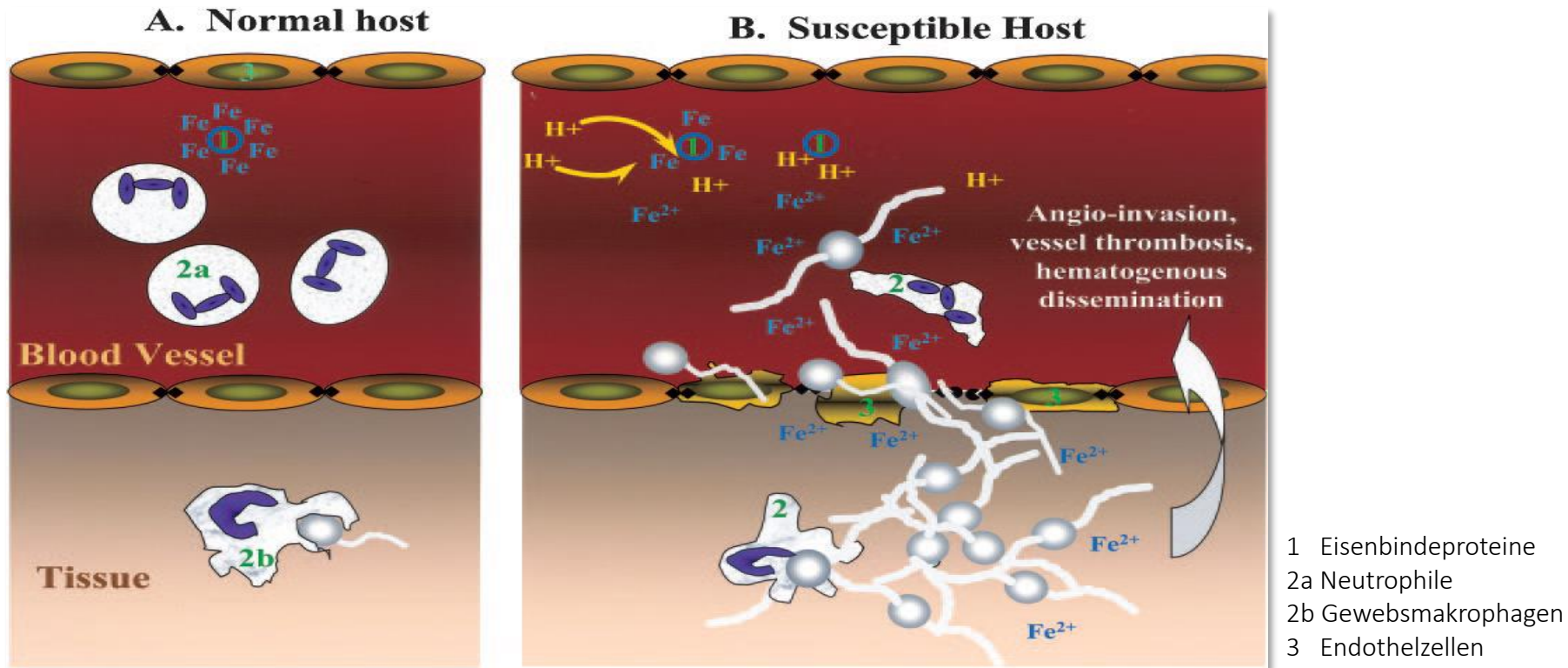
Lichtheimia corymbifera (*Mycocladius corymbifer*)

- Subkutane Mykosen, **invasive Infektionen bei Immunsupprimierten**, Keratitis, fasziale Mykosen

Klinischer Verlauf:

- Wiederholter Nachweis von *Lichtheimia sp.* im Nasenabstrich der Mutter
- Nachweis von *Lichtheimia sp.* im Nasenabstrich der Tochter (symptomlos)

Pathophysiologie von Zygomycosen



Risikofaktoren für die Entwicklung von Zygomycosen:

- gestörte Funktion von neutrophilen Granulozyten und Makrophagen (z.B. durch Hyperglykämie, Steroidtherapie oder Azidose -> weniger oxidative Metabolite oder kationische Peptiddefensine), Leukopenie, Lymphome etc.
- erhöhtes Eisenangebot (kann Chelator Deferoxamin als Siderophor zur eigenen Eisenversorgung nutzen)

Therapie der Zygomycose

- Frühe Diagnose entscheidend
- Nach Möglichkeit chirurgisches Debridement
- Aggressive Chemotherapie
 - Liposomales Amphotericin B als Mittel der Wahl aufgrund klinischer Erfahrung
 - Posaconazol mit vergleichbarer in-vitro Wirkung
 - Vergleichende Studien weitgehend fehlend
 - Zukünftig möglicherweise Bedeutung von hyperbarer Sauerstofftherapie, Eisenchelatlignern (Deferasirox) und Immuntherapie (IFN-Gamma, GM-CSF)
 - dennoch hohe Sterblichkeit invasiver Verläufe (ca. 25 %)

Besonderes Risiko für die Patientin

- gestörter Eisenhaushalt infolge der Dialyse (terminale NI, metabol. Azidose, evtl. Anämie → Transfusion)
- zu erwartende Immunsuppression aufgrund bevorstehender Nieren-TX
- Daher:
 - Ursachenabklärung -> Herkunft der *Lichtheimia*

Eintrag und Vermehrung von Schimmelpilzen in Innenräumen

Eintrag über

- Defekte Dächer (insbes. Flachdächer), Dachrinnen, Fallrohre
- Risse im Mauerwerk
- Wassereintritt nach Rohrbrüchen, Überschwemmungen
- Kontaminierte Waren (insbesondere Papier/Pappverpackungen)
- Luftstrom (insbes. bei hoher Umgebungsbelastung – Kompost, Mulch, Feuchtwald)

Wachstum insbesondere auf / in

- div. Holzarten, Spanplatten
- Papier, Pappe, Kartonage, Gipskarton
- Tapeten, Tapetenkleister
- Kunststoffe, Gummi, Silicon
- Teppichböden, Kleber
- div. Farben
- Leder

Eintrag und Vermehrung von Schimmelpilzen in Innenräumen

Eintrag über

- Defekte Dächer (insbes. Flachdächer), Dachrinnen, Fallrohre
- Risse im Mauerwerk
- Wassereintritt nach Rohrbrüchen, Überschwemmungen
- Kontaminierte Waren (insbesondere Papier/Pappverpackungen)
- Luftstrom (insbes. bei hoher Umgebungsbelastung – Kompost, Mulch, Feuchtwald)

Wachstum insbesondere auf / in

- div. Holzarten, Spanplatten
- Papier, Pappe, Kartonage, Gipskarton
- Tapeten, Tapetenkleister
- Kunststoffe, Gummi, Silicon
- Teppichböden, Kleber
- div. Farben
- Leder



Zum Wachstum von Schimmelpilzen ist Wasser notwendig!

→ Suche nach relevanten Feuchtigkeitsquellen

Schimmelpilz-spezifische Expositionsprophylaxe – Voraussetzung Umgebungsuntersuchung

Aerogen vermittelte Schimmelpilz-Bestandteile →
Unzweifelhaft Allergien, vielleicht Intoxikationen

Hoher Bedarf an offiz. Regelung (>50% d. aktuellen Wohnungsbauvolumens im
Rahmen von Renovier./Sanierungen, mind. 10% mit Schimmelpilzhintergrund)

Schimmelpilz-spezifische Expositionsprophylaxe – Voraussetzung Umgebungsuntersuchung

Aerogen vermittelte Schimmelpilz-Bestandteile →
Unzweifelhaft Allergien, vielleicht Intoxikationen

Hoher Bedarf an offiz. Regelung (>50% d. aktuellen Wohnungsbauvolumens im
Rahmen von Renovier./Sanierungen, mind. 10% mit Schimmelpilzhintergrund)

Dezidierte Vorgaben zu Messtechniken und Beurteilung d. Messergebnisse:
Schimmelpilzleitfaden, Sanierungsleitfaden - Umweltbundesamt
TRBA 405 (luftgetragene Arbeitsstoffe) - Bundeswirtschaftsministerium

aber

- kaum prospektive Untersuchungen zu hauptsächl. verantwortl. Spezies
- prakt. keine maßgebl. Allergene bekannt
- keine Dosiswirkungskurven
- keine relevanten Expositionszeiten
- kaum Daten zu individuellem Hintergrund (z.B. Genetik)

Schimmelpilz-spezifische Umgebungsuntersuchung

Nachweismaterial

- Innenraum- versus Aussenluft (aktueller Status)
- Staub (Zustand der letzten Wochen/Monate)
- Probestücke von Tapeten, Wandputz, Einrichtungsgegenständen
- Abklatsche, Abstriche, Klebstreifenpräparate

Schimmelpilz-spezifische Umgebungsuntersuchung

Nachweismaterial

- Innenraum- versus Aussenluft (aktueller Status)
- Staub (Zustand der letzten Wochen/Monate)
- Probestücke von Tapeten, Wandputz, Einrichtungsgegenständen
- Abklatsche, Abstriche, Klebstreifenpräparate

Nachweis der Wahl → Kulturverfahren

- initiale quantitative Anzucht, sukzessive Kurzdifferenzierung / Molekularbiol.
- Toxinnachweise, Antigenextraktion (Wachstumsphasen !) möglich

Einbindung des Kulturnachweises in

- Bestandaufnahme (Erfassung d. baul. Situation u. etwaiger Schäden)
- Begehung / Inspektion (sichtbarer Schimmel ?, Lüftungsverhältnisse)
- Ermittlung meteorologischer u. physikalischer Parameter
- Protokollerstellung mit Aussagen zur Genese / Sanierung einer Belastung

Schimmelpilz-spezifische Umgebungsuntersuchung

Nachweismaterial

- Innenraum- versus Aussenluft (aktueller Status)
- Staub (Zustand der letzten Wochen/Monate)
- Probestücke von Tapeten, Wandputz, Einrichtungsgegenständen
- Abklatsche, Abstriche, Klebstreifenpräparate

Nachweis der Wahl → Kulturverfahren

- initiale quantitative Anzucht, sukzessive Kurzdifferenzierung / Molekularbiol.
- Toxinnachweise, Antigenextraktion (Wachstumsphasen !) möglich

Einbindung des Kulturnachweises in

- Bestandaufnahme (Erfassung d. baul. Situation u. etwaiger Schäden)
- Begehung / Inspektion (sichtbarer Schimmel ?, Lüftungsverhältnisse)
- Ermittlung meteorologischer u. physikalischer Parameter
- Protokollerstellung mit Aussagen zur Genese / Sanierung einer Belastung



Alternative Nachweise

- Partikelzählungen ggf. in Kombination mit direkter Mikroskopie
- Microbial Volatile Organic Compounds (Alkohole, Aldehyde, Carbonsäuren, Ketone, Terpene)
 - Sammlung mit Aktivkohle- bzw. Tenaxröhrchen über 4 h, Elution, GC-MS od. HPLC
- Schimmelpilzhunde

Schimmelpilz-spezifische Umgebungsuntersuchung

Verfahren zur quantitativen kulturellen Erfassung von Schimmelpilzen

- Sedimentationsplatte (Geräte-unabhängig, Luftstrom-abhängig)
- Filtration
- Impaktionsverfahren (durch Lochmasken abstufbare Trägheitsabscheidung auf Festmedium)
- Impingement (Keimabscheidung in Sammelflüssigkeit)
- Zentrifugation (Reuter Centrifugal air Sampler; Impaktions-vergleichbar)
- Elektropräzipitation (negative Aufladung in Ionenwolke, Abscheidung im elektrischen Feld)

Einfluss-/Störfaktoren

- Vorlüftung des Raumes
- Bodenabstand
- Sammelrichtung
- Partikelgröße
- Luftfeuchtigkeit/Witterung
- Ladung
- Staub-/Partikel/Tröpfchenbindung
- Aufbereitbarkeit des Sammelgerätes

Umweltmedizinische Schimmelpilzkrankungen - Beurteilung von Luft-Messergebnissen

Nachweis von Schimmelpilzen, die auch in der Außenluft hohe Mengen Erreichen (z.B. *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, Hefen, „sterile Myzelien“)

Innenraumwert mind. 2 x über Außenraumwert →

Innenraumquelle wahrscheinlich

Umweltmedizinische Schimmelpilzkrankungen - Beurteilung von Luft-Messergebnissen

Nachweis von Schimmelpilzen, die auch in der Außenluft hohe Mengen Erreichen (z.B. *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, Hefen, „sterile Myzelien“)

Innenraumwert mind. 2 x über Außenraumwert →

Innenraumquelle wahrscheinlich

Innenraumquelle ebenfalls wahrscheinlich, wenn

- **Summe der Außenluft-untypischen Keime > 500 KBE/m³ bzw.**
- **eine der Außenluft-untypischen Arten > 100 KBE/m³**

Außenluft-untypische Arten sind z.B. *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Penicillium* sp., *Stachybotris* sp. (Bauschäden-assoziiert !)

Umweltmedizinische Schimmelpilzkrankungen

- Beurteilung von Luft-Messergebnissen

Nachweis von Schimmelpilzen, die auch in der Außenluft hohe Mengen Erreichen (z.B. *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, Hefen, „sterile Myzelien“)

Innenraumwert mind. 2 x über Außenraumwert →
Innenraumquelle wahrscheinlich

Innenraumquelle ebenfalls wahrscheinlich, wenn

- **Summe der Außenluft-untypischen Keime > 500 KBE/m³ bzw.**
- **eine der Außenluft-untypischen Arten > 100 KBE/m³**

Außenluft-untypische Arten sind z.B. *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Penicillium* sp., *Stachybotris* sp. (Bauschäden-assoziiert !)



Innenraumquelle gesichert,

wenn **sichtbarer Befall von Gegenständen** vorliegt

Kategorie 1: <20 cm²;

Kategorie 2: <0.5 m², keine tiefen Schichten;

Kategorie 3: >0.5 m² u./od. tiefe Schichten

Außenansicht Wohnhaus

Vorderfront

Rückfront

Klimatische Bedingungen am Untersuchungstag

Allgemein: Bewölkter, gewittriger Sommertag,

Gewitter mit Luftbewegungen gegen Ende der Messungen am Schweine- und Kuhstall

Informationen zum Wohnhaus

- Bau- und Bezugsjahr 1980
- zuletzt renoviert 1990
- Isolation der Außenmauern
- Fenster mit Isolierglas nach allen Seiten
- muffiger Geruch im Lagerraum

Innenansicht Wohnhaus

Flur

Küche

Bad

Wohnzimmer

Innenansicht Wohnhaus

Wandschrank Stube

Schlafzimmerschrank

Speisekammer

Lagerraum

Innenansicht Wohnhaus

Zimmer der Tochter

Blick aus Kinderzimmer

Stauraum für Dialysematerial

Toilette

Innenansicht Wohnhaus

Dachboden

Wandaufbau

Schuhregal Keller

Heizraum Keller

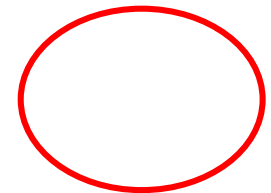
Innenansicht Wohnhaus

Wäschekeller

Wäschekeller

Garage

Lagerraum Keller



Garten

Garten

Geräteschuppen

Kompost

Holzschuppen

Haustiere

Stallanlagen

Schweine- und Kuhstall

- Baujahr unbekannt
- Kuhstall 2007 zuletzt renoviert
- Fenster und Türen regelmäßig geschlossen

Schweinestall

Außenluftmessung

Schleuse

Futteraufarbeitung

Stall

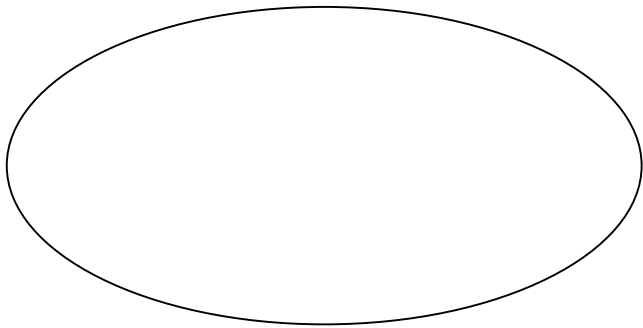
Kuhstall

Außenluftmessung

Im Stall

Decke des Melkstalls

Abklatsch



Modus der Probenentnahme und -aufarbeitung

- Luftproben per RCS (Reuter centrifugal air sampler) Luftkeimsammler in jeweils 1,50 m Abstand vom Boden
- pilz-selektiver Sabouraud-Agar
- untersuchte Luftvolumina jeweils 100 l, Ergebnisse der Luftkeimmessungen normiert auf 1 m³ Luftvolumen
- Zusätzlich Proben gesammelt / Abklatschuntersuchungen vorgenommen

Auffällige Ergebnisse der Klimamessung

Kuhstall - innen	1002,4 hPa	20,3 ° C	63 %
Alter Kuhstall - innen	1002,4 hPa	20,3 ° C	63 %
Kuhstall - Melkstall	1001,5 hPa	18,1 ° C	77,1 %

Auffällige Ergebnisse der Luftkeimmessungen

Wohnhaus 1. OG Stauraum (Dacherker)	10	<i>Rhizopus oryzae</i>	Differenzierung des <i>Rhizopus</i> spp. durch 18S rDNA Sequenzierung
Garten Taubenschlag	520	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Rhizopus oryzae</i>	Differenzierung des <i>Rhizopus</i> spp. durch 18S rDNA Sequenzierung
Alter Kuhstall – innen	1030	<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , Zygomyceten , <i>Aspergillus</i> spp.	Siehe „Kuhstall Stroh“!
Kuhstall Stroh	28	<i>Lichtheimia corymbifera</i> , <i>Candida</i> <i>rucosa</i>	Differenzierung der <i>Lichtheimia</i> spp. durch 18S rDNA Sequenzierung
Kuhstall – Melkstall Decke	37	<i>Aspergillus fumigatus</i> , Zygomyceten , <i>Aspergillus</i> spp.	Siehe „Kuhstall Stroh“!
Kuhstall Abklatsch Kuh 1	146	<i>Candida krusei</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , Zygomyceten	Siehe „Kuhstall Stroh“!
Kuhstall Abklatsch Kuh 2	42	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Aspergillus</i> <i>fumigatus</i> , Zygomyceten	Siehe „Kuhstall Stroh“!

Menge an Schimmelpilzsporen in der Außenluft - Jahreszeitliche Schwankungen



Gültig für typische Außenluftarten, kaum für Innenluftkeime wie *Aspergillus* u. *Penicillium*

Beurteilung

- Innenraumluft Kuhstall: stark auffällig (absolute Menge an Sporen sowie dem 10-fachen Wert gegenüber der Außenluft (Grenzwert: 2-fach gegenüber Außenluft), *Aspergillus*-Arten + Zygomyceten nur in der Innenluft)
- Auffällig: Sporenbelastung im Taubenschlag (mehr als 2,5-faches der Außenluft, potentielle Quelle von zukünftigen Besiedlungen mit Zygomyceten)
- Zygomycetensporen im Stauraum des 1. OG
- ausschließlich aus dem Stroh des Kuhstalls: *Lichtheimia corymbifera*
- Stall die wahrscheinliche Quelle der Besiedlung des Nasenraums der Mutter

Empfehlungen

- keine Lagerung der Dialyseverbrauchsmaterialien im Stauraum des I. OG
- Stauraum desinfizierend reinigen
- Taubenschlag = Zygomycetensporenquelle, Fernhalten der Tochter, ggf. Verzicht auf Taubenhaltung, desinfizierende Reinigung des Verschlags
- Meiden des Kuhstalls durch die Mutter, dort getragene Arbeitskleidung nicht oder nur in geschlossenem Plastiksack nach Hause
- nach Arbeit: Hände + Gesicht waschen, Haare ausbürsten, Bürste regelmäßig auswaschen

Verlauf im geschilderten Kasus

- Keine weiteren *Lichtheimia*-Nachweise in Abstrichen beider Patientinnen
- keine spezifische Therapie
- Verdrängung der pathologischen Besiedlung durch Standortflora der oberen Atemwege

Schimmelpilze in Innenräumen – vorbeugende Maßnahmen

Bauseitig

- Mindestwärmeschutz
- Schutz vor Schlagregen
- Abdichtung vor aufsteigender Bodenfeuchte
- Regelrechte Dachkonstruktion
- Wasserdichte Installationen
- Raumluft-Technische Anlage installieren / warten

Schimmelpilze in Innenräumen – vorbeugende Maßnahmen

Bauseitig

- Mindestwärmeschutz
- Schutz vor Schlagregen
- Abdichtung vor aufsteigender Bodenfeuchte
- Regelrechte Dachkonstruktion
- Wasserdichte Installationen
- Raumluft-Technische Anlage installieren / warten

Bewohnerseitig

- Richtiges Lüften und Heizen (RH 65-70%, Hygrometer benutzen !)
- Mehrfach tgl. Stoßlüftung
- Bad – nach d. Duschen Wasser von Wänden entfernen, Türen zu beheizten Räumen offen halten
- Küche – Dunstabzug ins Freie
- Kühle Räume – Türen geschlossen halten, nicht aus wärmeren Räumen mitheizen (Tauwasserbildung)
- sperriges Mobiliar (z.B. Schrankwände) – Wandmindestabstand 10 cm
- Abwesenheit – alle Innentüren öffnen zu Gleichverteilung d. Feuchtigkeit
- Beseitigung von Reservoirs (Lebensmittel, Verpackungen) u. Feuchtequellen

Schimmelpilze in Innenräumen – Sanierungsmaßnahmen

- Mittelfristig bzw. unmittelbar erforderlich, wenn Kategorie 2 bzw. 3 Schäden an Gegenständen vorliegen, bzw. auffällige Schimmelpilzmengen in der Innenraumluft wahrscheinlich bzw. gesichert sind
- Suche nach Eindringmöglichkeiten / Quellen für Feuchtigkeit, nach Auffinden versperren, sanieren, unterbinden

Schimmelpilze in Innenräumen – Sanierungsmaßnahmen

- Mittelfristig bzw. unmittelbar erforderlich, wenn Kategorie 2 bzw. 3 Schäden an Gegenständen vorliegen, bzw. auffällige Schimmelpilzmengen in der Innenraumluft wahrscheinlich bzw. gesichert sind
- Suche nach Eindringmöglichkeiten / Quellen für Feuchtigkeit, nach Auffinden versperren, sanieren, unterbinden

Für Kondensatwasser spricht:

- Feuchtigkeit nur in kalter Jahreszeit, an kühlen Außenwandstellen (Ausnahme Kaltwasser-Rohrleitungen in Innenwänden),
- Xerophile Pilze (wg. vorübergehender Austrocknung)
- Befall hinter Möbeln
- Verstärkung bei Wäschetrocknen, Kochen
- Feuchtegradient in der Wand von innen nach außen

Schimmelpilze in Innenräumen – Sanierungsmaßnahmen

- Mittelfristig bzw. unmittelbar erforderlich, wenn Kategorie 2 bzw. 3 Schäden an Gegenständen vorliegen, bzw. auffällige Schimmelpilzmengen in der Innenraumluft wahrscheinlich bzw. gesichert sind
- Suche nach Eindringmöglichkeiten / Quellen für Feuchtigkeit, nach Auffinden versperren, sanieren, unterbinden

Für Kondensatwasser spricht:

- Feuchtigkeit nur in kalter Jahreszeit, an kühlen Außenwandstellen (Ausnahme Kaltwasser-Rohrleitungen in Innenwänden),
- Xerophile Pilze (wg. vorübergehender Austrocknung)
- Befall hinter Möbeln
- Verstärkung bei Wäschetrocknen, Kochen
- Feuchtegradient in der Wand von innen nach außen

Für horizontal / vertikal eindringendes Wasser spricht:

- Gebäude in feuchtem Gebiet, Außenwände häufig Regen-exponiert
- Schäden insbesondere in Bodennähe auch an Innenwänden
- Salz-/Nitrat-Blüten
- Nicht durch Mobiliar, Wäschetrocknen, Kochen beeinflusst
- Kein Feuchtegradient in der Wand bzw. Gradient von außen nach innen

Schimmelpilze in Innenräumen – Sanierungsmaßnahmen

- Zu sanierenden Räume vor Sanierung von allen entbehrlichen Gegenständen leer räumen
- Schutzbrille, Mund-Nasenschutz, Handschuhe u. Schutzkleidung bei Sanierungsmaßnahmen tragen, Schutzkleidung danach waschen
- Zu sanierende Räume gegenüber anderen Räumen staubdicht abschotten
- Spezialstaubsauger mit HEPA (high efficiency particulated air)-Filtern während der Arbeiten und für Schlussreinigung verwenden
- Nach Abschluss der Arbeiten Partikellast messen

Schimmelpilze in Innenräumen – Sanierungsmaßnahmen

- Zu sanierenden Räume vor Sanierung von allen entbehrlichen Gegenständen leer räumen
- Schutzbrille, Mund-Nasenschutz, Handschuhe u. Schutzkleidung bei Sanierungsmaßnahmen tragen, Schutzkleidung danach waschen
- Zu sanierende Räume gegenüber anderen Räumen staubdicht abschotten
- Spezialstaubsauger mit HEPA (high efficiency particulated air)-Filtern während der Arbeiten und für Schlussreinigung verwenden
- Nach Abschluss der Arbeiten Partikellast messen

Kurzfristig

- Befallene Stellen an Wänden u. Mobiliar mit 70%-igen (trockene Stellen) bzw. 80%-igem Ethanol (feuchte Stellen) reinigen
- Kein Essigwasser (wirkungslos, Nährstoff für Pilze), keine Fungizide (toxisch auch für Menschen) verwenden
- Gezielt Lüften und ggf. Heizen

Schimmelpilze in Innenräumen – Sanierungsmaßnahmen

- Zu sanierenden Räume vor Sanierung von allen entbehrlichen Gegenständen leer räumen
- Schutzbrille, Mund-Nasenschutz, Handschuhe u. Schutzkleidung bei Sanierungsmaßnahmen tragen, Schutzkleidung danach waschen
- Zu sanierende Räume gegenüber anderen Räumen staubdicht abschotten
- Spezialstaubsauger mit HEPA (high efficiency particulated air)-Filtern während der Arbeiten und für Schlussreinigung verwenden
- Nach Abschluss der Arbeiten Partikellast messen

Kurzfristig

- Befallene Stellen an Wänden u. Mobiliar mit 70%-igen (trockene Stellen) bzw. 80%-igem Ethanol (feuchte Stellen) reinigen
- Kein Essigwasser (wirkungslos, Nährstoff für Pilze), keine Fungizide (toxisch auch für Menschen) verwenden
- Gezielt Lüften und ggf. Heizen

Langfristig

- Glatte Oberflächen wiederholt reinigen
- Poröse Materialien (Tapeten, Gipskarton) auswechseln bzw. abdichten
- Holz nur bei sichtbarer Sporenbildung auswechseln (Holzbläue durch *Aureobasidium pullulans* kein Grund zur Sanierung)
- Teppichböden, (gepolsterte) Möbelstücke entsorgen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!