

Herzlich willkommen zum Vortrag



Hilfe - Schimmel - was tun?



Foto www.enius.de

Fragen...



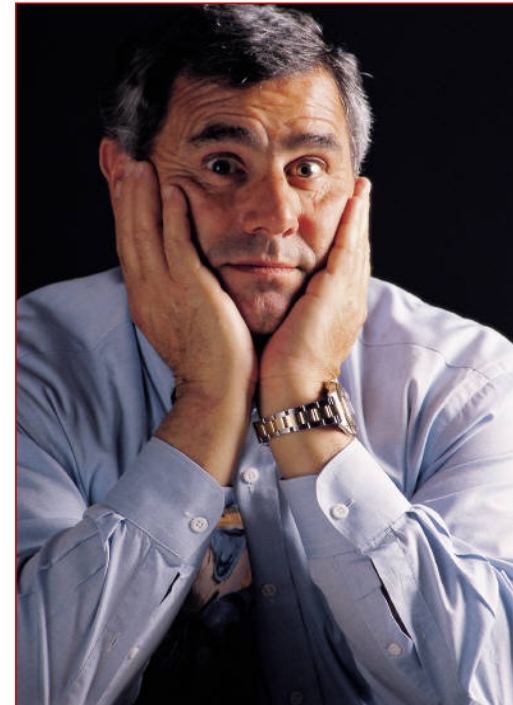
1. Was bedeutet Schimmel für mich als Hausbesitzer?

- Ist die Gesundheit der Mieter gefährdet?
- Gebäudeschädigung oder optischer Mangel?
- Welches Ausmaß liegt vor?
- Was ist zu tun? Wie gehe ich vor?

2. Welche Ursachen hat der Schimmel?

- Sind die Ursachen konstruktiv bedingt?
- Mangelhafte Bauwerksausführung oder Leckagen?
- Liegt es am Nutzerverhalten?

3. Sanierungskonzept - Vorbeugende Maßnahmen



Pilze – über den Feind...



Definition

- Bestehen aus tierischen Zellen – Zellwände aus Chitin, sind deshalb sehr widerstandsfähig gegen Austrocknung
- In den Zellwänden sind bei vielen Schimmelpilzen Melanine eingelagert, schützen die Sporen vor Schäden durch UV- Licht
- Einige Schimmelpilzsorten sind sehr hitzeresistent
- Pflanzen sich mittels Sporen fort – zum Teil gut flugfähig, sehr schnelle Vermehrung
- Sporengröße je nach Art 2-10 μm , selten größer
- Nehmen organische Nahrung auf
- Nehmen Wasser aus der Luft oder dem Substrat auf
- Geben flüchtige Stoffwechselprodukte (MVOC) ab, die zu den charakteristischen Schimmelgerüchen in Innenräumen führen

Lebensbedingungen der Schimmelpilze



Feuchtigkeit:

- Poröse, hygroskopische Stoffe nehmen in Abhängigkeit von ihrer Porenstruktur und inneren Oberfläche unterschiedliche Mengen Wasser auf
- Austausch mit der Luftfeuchte bis zum physikalischen Gleichgewicht ergibt den Wasseraktivitätswert a_w
- Wassergehalt der Baustoffe kann bei gleichem a_w – Wert variieren
z.B. nimmt Holz mehr Feuchte auf als Ziegel oder Beton

- ➔ **Mindestfeuchte** für Schimmelpilzwachstum bei **70% rel. Feuchte** an der Oberfläche.
- ➔ Bei **80% rel. Feuchte** sind die Wachstumsbedingungen für **fast alle** innenraumrelevanten Schimmelpilzarten erreicht.
- ➔ Bei **> 80% rel. Feuchte** an der Oberfläche können **alle Schimmelpilzarten sowie Bakterien** wachsen.

Eigenschaften der Schimmelpilze



Nützliche Eigenschaften:

- Käseproduktion (Edelschimmel)
- Lebensmittel Essig-, Milch-, Zitronensäure
- Kompostierung Bioabfälle
- Medizin z.B. Penicillin

Schädliche Eigenschaften:

- Erreger von Mykosen (Entzündungen der Organsysteme)
- Auslöser von Vergiftungen (Toxine werden gebildet durch den Pilzstoffwechsel)
- Erreger von Mykoseallergosen
- Lebensmittelverderber
- Materialzerstörer



Pilzgifte - Mykotoxine



Reizende und toxische Wirkung

Wirken sich am häufigsten als Entzündungsreaktion auf die Bindehäute, die Haut, Schleimhäute der Nase, der oberen Atemwege aus

Allergien

Zu den Symptomen, die ausgelöst werden, zählen zum Beispiel Rhinitis (Symptome ähnlich Heuschnupfen) und Asthma

Infektion

Nur bei stark immun geschwächten Menschen relevant



Foto Allergietest

Mykoallergosen – körperliche Reaktionen



- Symptome der Atemwege, der Haut, der Augen, Husten, verstopfte oder laufende Nase, Atemnot
- Allergische Reaktionen, gehäuft Asthmasymptome
- Kopfschmerzen, Müdigkeit, Reizbarkeit, Übelkeit, Neurologische Probleme, Konzentrationsprobleme, Erschöpfung
- Blutiger Auswurf bei Kindern
- Rheumatische Beschwerden

Schimmelpilze können bei geschwächtem Immunsystem besser in den Körper eindringen.

In weiterem Verlauf sind Endomykosen möglich (Befall von inneren Organen)



Pilzgifte - Mykotoxine



Auch von abgetöteten Schimmelpilzen können allergische und reizende Wirkungen ausgehen!

Befallene Materialien entfernen, wenn sie nicht gereinigt werden können!

z.B. *Stachybotrys chartarum*:

1. Gifte gehören zur Gruppe der Trichothecene
2. Aufnahme durch Hautkontakt und vor allem über die Atemwege als toxinhaltige *Stachybotrys*-Sporen
3. Folge Reizung der Haut bzw. der Schleimhäute sowie eine Störung des Immunsystems
4. Besondere Vorsicht, wenn der *Stachybotrys chartarum* austrocknet, da dann die Sporen in die Luft gelangen können (**Flugfähigkeit**)

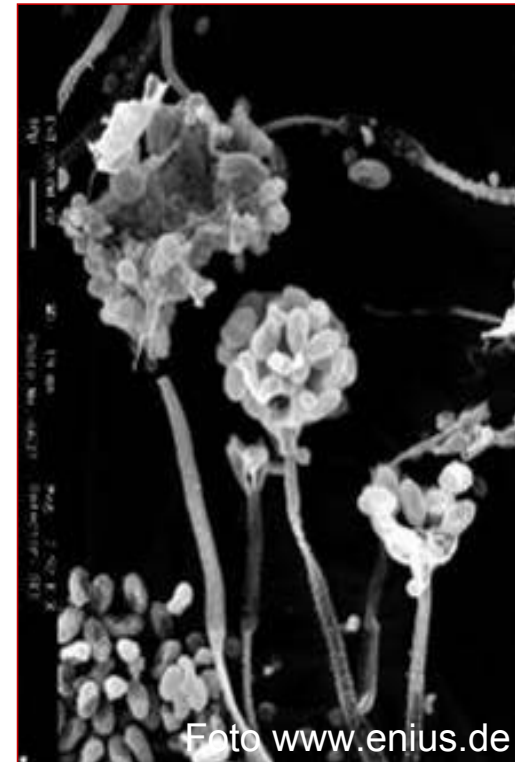


Foto www.enius.de

Schädlich...? Quelle Umweltbundesamt: Hilfe! Schimmel im Haus (Seite 5 und 8)



- „Zahlreiche Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen sehen Zusammenhang zwischen Schimmelpilzbelastung und Atemwegsbeschwerden
- Allergische Reaktionen, Asthmasymptome können ausgelöst werden
- **Keine Feststellung, ab welcher Konzentration von Schimmelpilzen gesundheitlich negative Auswirkungen eintreten**
- Annahme, dass **grundsätzlich alle** Schimmelpilze in der Lage sind allergische Reaktionen bei dafür empfänglichen Personen auszulösen“
- „Feststellung einer Schimmelpilzquelle ist nicht gleichzusetzen mit einer akuten Gesundheitsgefährdung der Raumnutzer
- **Das Ausmaß der Gesundheitsgefährdung ist abhängig von der Intensität und der Art des Schadens sowie von der Empfindlichkeit der Raumnutzer**
- **Kann oft nicht genau quantifiziert werden**
- Betrachtung als hygienisches Problem (Zusammenhang Existenz Bakterien)
- Auch geringe Quellen als vorbeugender Gesundheitsschutz entfernen“

Gebäudezerstörung oder optischer Mangel?



- Geruchsbelästigung
- Zerstörung der Bausubstanz
- Können Gebäude unbewohnbar machen
- Kosten täglich bares Geld – Energieverluste durch verminderte Dämmeigenschaften



Abb. Schimmelpilz hinter Tapete

Foto www.enius.de

Materialzerstörung



- Verwertung einer Vielzahl von Nährstoffen durch komplexen Stoffwechsel
- Geeignete Bedingungen: Feuchtigkeit, Sauerstoff, pH- Wert, etc.
- Angriff das Materials durch Enzyme, welche vom Pilz ausgeschieden werden
- oder durch andere Ausscheidungsprodukte des Pilzstoffwechsels, welche als Endprodukte einer Nährstoffverwertung anfallen

Materialzerstörung Beispiele



Holz:

- Moderfäule (Wirkung von Enzymen (Oxidasen))
 - greift die Struktur des Holzes an (Aufspaltung Lignin)
- z. B. durch *Aureobasidium pullulans*, *Trichoderma viride*, *Stachybotrys chartarum*

Farben, Anstriche:

- Abbau von Tensiden, Weichmachern oder Verdichtungsmitteln durch Enzyme
 - die eigentlichen Farbstoffe werden meist nicht verwertet
- z. B. durch *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium expansum*

Gipswände:

- bei ausreichender Feuchtigkeit wird zellulosehaltiges Verbundmaterial als Nährstoff verwertet
- z. B. von *Penicillium chrysogenum*, *Stachybotrys chartarum*

Materialzerstörung Beispiele



Kunststoffe:

- Verwertung von Weichmachern in PVC, PP, PE, PS
- Kunststoffe werden brüchig und oft unbrauchbar

z. B. durch *Aureobasidium pullulans*, *Curvularia* sp., *Alternaria* sp.

Plexiglas:

- Angriff des Plexiglases durch organische Säuren, falls Nährstoffe (Staub) und ein Feuchtfilm vorliegen

z. B. durch *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium herbarum*, *Acremonium* sp.

Marmor und kalkhaltiger Stein von Statuen:

- organische Säuren aus dem Pilzstoffwechsel als Materialzerstörer

Was ist zu tun? - Schimmelpilzbewertung



Fachkompetente Beratung:

- Hinzuziehen eines Bausachverständigen und fachgerechte Sanierung

Aufgabenstellung:

- Physikalische und bautechnische Ursachen untersuchen
- Verantwortlichkeiten ermitteln
- Sanierungskonzept und Kostenschätzung

Schimmelpilzstreitigkeiten in neuer Dimension:

- Ursachen für die Streitigkeiten sind die gesundheitlichen Folgen



Schimmelpilzbewertung



Schwieriges Arbeitsfeld durch:

- Ursachenvielfalt
- bautechnische Ursachen und/oder Nutzerverhalten

Ursachen für Auseinandersetzungen:

- Streitigkeiten häufig emotional
- Rekonstruktion des Heiz- und Lüftungsverhaltens problematisch
- Fehlende „klare“ Grenzwerte für „richtiges“ Wohnen
- Wärmebrückenuntersuchung aufwändig

Sachverständige:

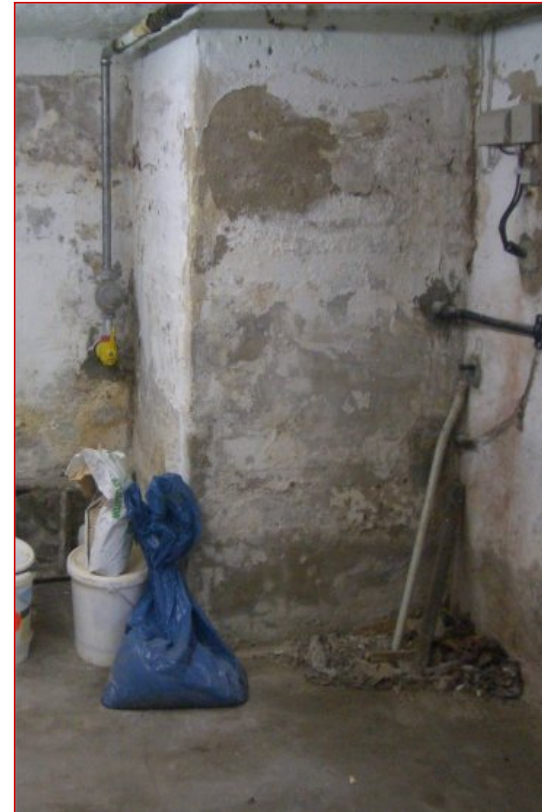
- Fachgerechte und unabhängige Begutachtung des Schadens für den Fall eines Rechtsstreites

Ursachenfeststellung



Konstruktive Ursachen:

- Unzureichender Wärmeschutz
- Konstruktive Wärmebrücken (auskragende Decken, Material Ringanker, Fensterstürze)
- Geometrische Wärmebrücken wie Außenwanddecken
- Tauwasseranfall in Konstruktionen (keine Luftdichtheit von innen - Dampfsperre)
- Fehlende Abdichtung im erdberührten Bereich, Spritzwasserbereich, Lastfälle Bodenfeuchte
- Mangelnder Schlagregenschutz: zu geringe Dachüberstände, ungeeigneter Putz
- Fehlende Lüftungsmöglichkeiten



Ursachenfeststellung



Mangelhafte Ausführung, Leckagen:

- Ausführungsbedingte Wärmebrücken
- Mangelhafte Bauwerksabdichtung (Leckage, Materialfehler)
- Zerstörung der inneren Abdichtung (Dampfsperre) durch Folgegewerke
- Rohrleckagen, Dachleckagen



Leckage Grundleitung durch „Schießen“

Ursachenfeststellung



Mangelhafte Ausführung, Leckagen:

- Leckage Wasseranschluss
- Wasserschaden Decke



Ursachenfeststellung



Nutzerbedingte Ursachen:

- Erhöhte Feuchteproduktion (Wäsche, Aquarien, Pflanzen)
- Nicht ausreichende oder falsche Lüftung
- Nicht ausreichende oder ungleichmäßige Beheizung
- Mangelnde Luftzirkulation durch Möbel an der Außenwänden
- Unzureichende Lüftung bei Restbaufeuchte

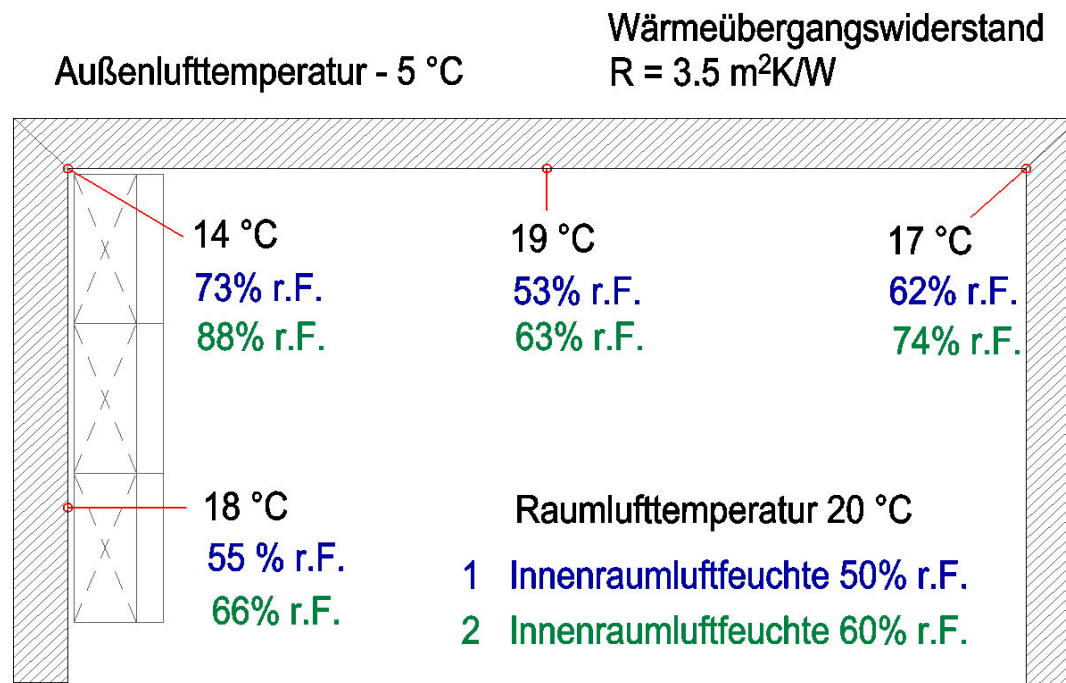


Kondensat am Fenster

Ursache Innenraumluftfeuchte



Zusammenhang Luftfeuchte und Möblierung:



Untersuchungsmethoden



Materialprobe:

- Abklatschprobe: Pilznährboden (Agar) wird auf befallene Stelle gedrückt und ausgezählt (Kolonien/cm² Fläche, (KBE/cm²))
- Klebfilm-Abriss-Präparat: Klebfilm wird auf befallene Stelle gedrückt

Luftprobe:

- Ein bestimmtes Luftvolumen wird mittels eines Messgerätes auf Pilznährboden gebracht. Die auf den Kulturplatten entwickelten so genannten Schimmelpilzkolonien werden ausgezählt. Berechnung der Anzahl Sporen/m³ Luft (KBE/m³ Luft). Die Messung erfolgt immer im Vergleich mit der Außenluft (z.B. Cladosporium als typische Außenluftart).

Untersuchungsmethoden



Anzüchtung von Schimmelpilzen
aus einer Luftprobe:



Luftkeimsammler – Partikelsammel-
kopf Fa. Umweltanalytik Holbach

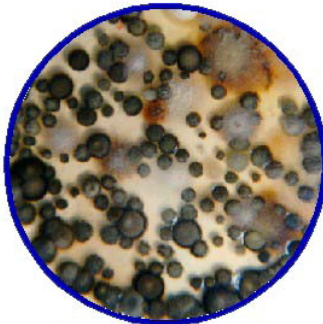


MBASS30 mit Partikelsammelkopf PS 30

Untersuchungsmethoden: Luftproben Cladosporium spp.



www.umweltanalytik-holbach.de



Außenluft

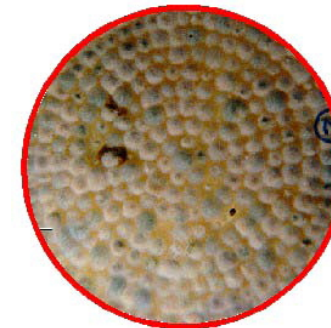
Probenvolumen: 90 Liter,
gezählt: 185 KBE,
berechnet: 2055 KBE/m³

KBE:
Kolonie Bildende Einheit



Wohnzimmer

Probenvolumen 90 Liter,
gezählt: 11 KBE,
berechnet: 122 KBE/m³
Ähnliches Gattungsprofil wie
in der Außenluft, jedoch
geringere Keimzahl
**Kein Hinweis auf interne
Schimmelpilzquelle**



Bad

Probenvolumen 90 Liter,
gezählt: > 300 KBE,
berechnet: > 3300 KBE/m³
Anderes Gattungsprofil als in
der Außenluft, hohe
Keimzahl
**Interne Schimmelpilzquelle
ist vorhanden!**

Untersuchungsmethoden



Staubuntersuchung:

- Es wird die Menge an Schimmelpilzkolonien/g Staub ermittelt, zusätzlich wird die Schimmelpilzgattung bzw. Art bestimmt. Durch die Untersuchung von Hausstaub erhält man Auskunft über eine mögliche andauernde Schimmelpilzbelastung im Innenraum, da sich im Hausstaub Schimmelpilze über einen längeren Zeitraum anreichern können.

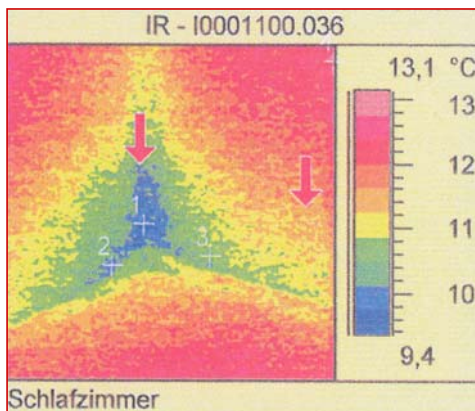
MVOC Untersuchung:

- Microbially volatile organic compounds = mikrobiell produzierte, flüchtige organische Stoffwechselprodukte der Schimmelpilze
MVOC- Verbindungen umfassen ein breites Spektrum chemischer Stoffklassen (z.B. Aldehyde, Ester, Terpene) – bisher ca. 30 identifiziert

Schimmelpilzspürhunde:

- Können verdeckte Schimmelpilzquellen lokalisieren, riechen MVOC bereits in geringen Konzentrationen

Untersuchungsmethode Wärmebrücke - Innenthermografie



$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Vermeidung von Schimmel:
Temperaturfaktor $f_{Rsi} \geq 0,70$

Außenlufttemperatur $\theta_e = -3 \text{ °C}$

Innentemperatur $\theta_i = +21 \text{ °C}$

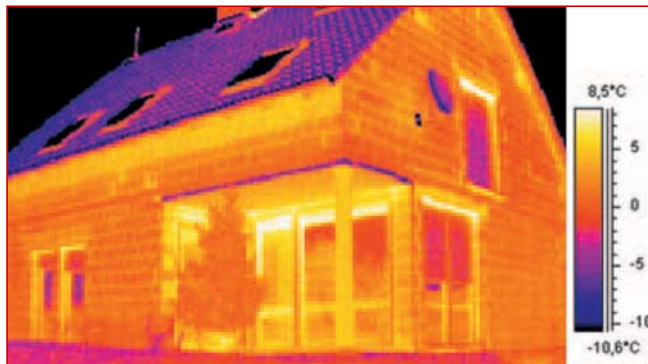
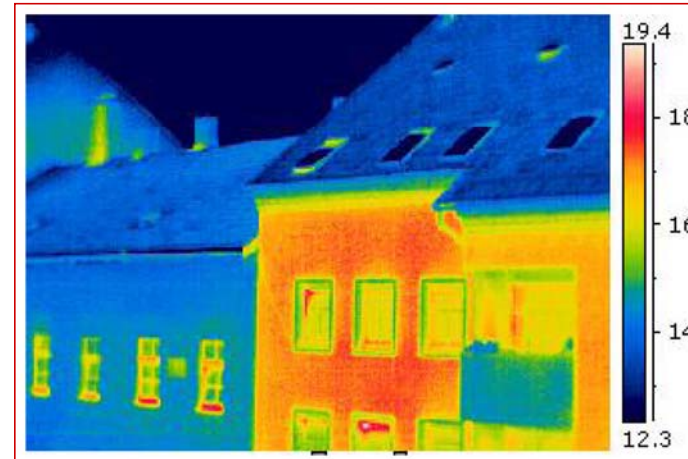
Oberflächentemperatur $\theta_{si} = 9,4 \text{ °C}$

$$f_{Rsi} = \frac{9,4 - (-3)}{21 - (-3)}$$

$f_{Rsi} = 0,51 < 0,70$ → Mindestanforderung nicht erfüllt

Mindestanforderung gültig für alle konstruktiven, formbedingten und stoffbedingten Wärmebrücken, die von DIN 4108 Beiblatt 2 abweichen

Untersuchungsmethode Thermografie



Untersuchung Nutzerverhalten

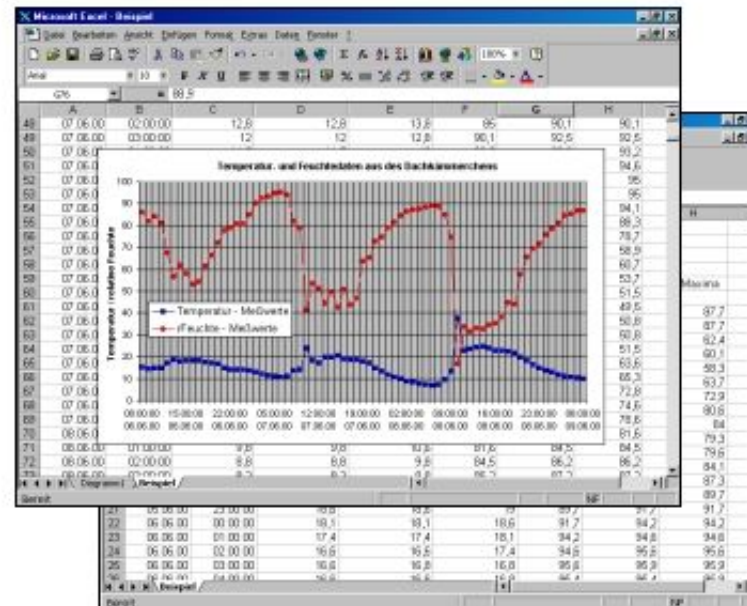


Datenlogger:

Langzeitmessungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit zur Überprüfung des Lüftungsverhaltens der Mieter



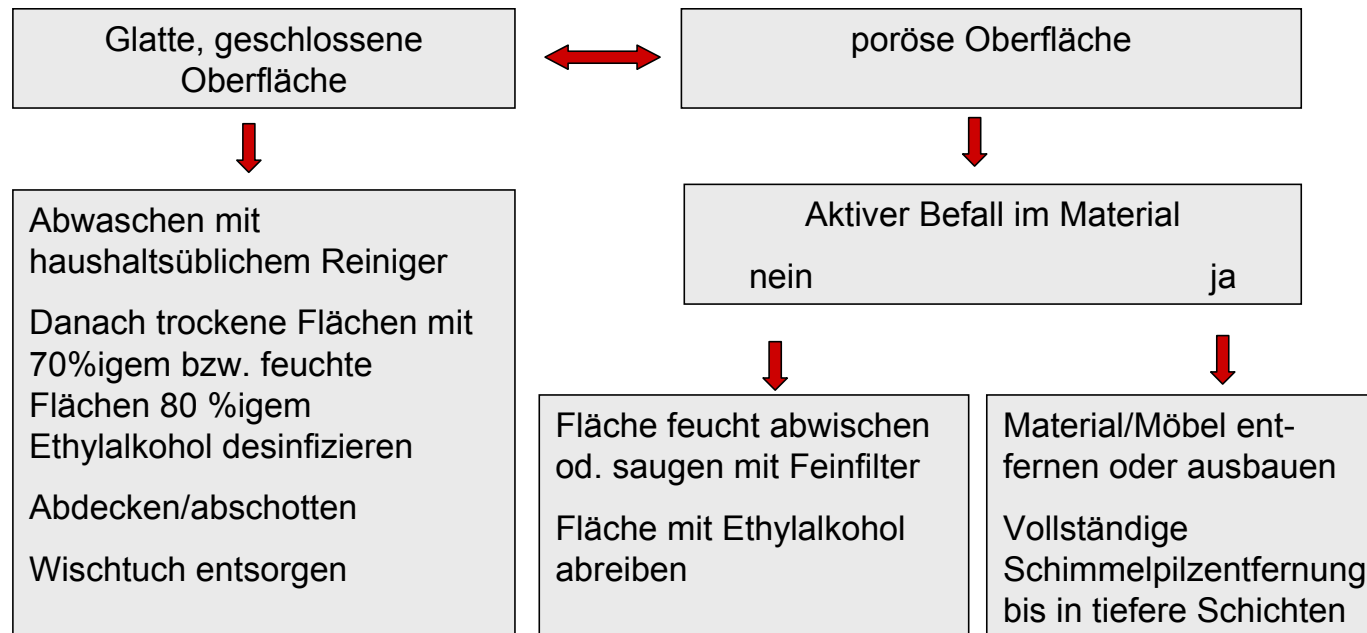
Foto www.testo.de



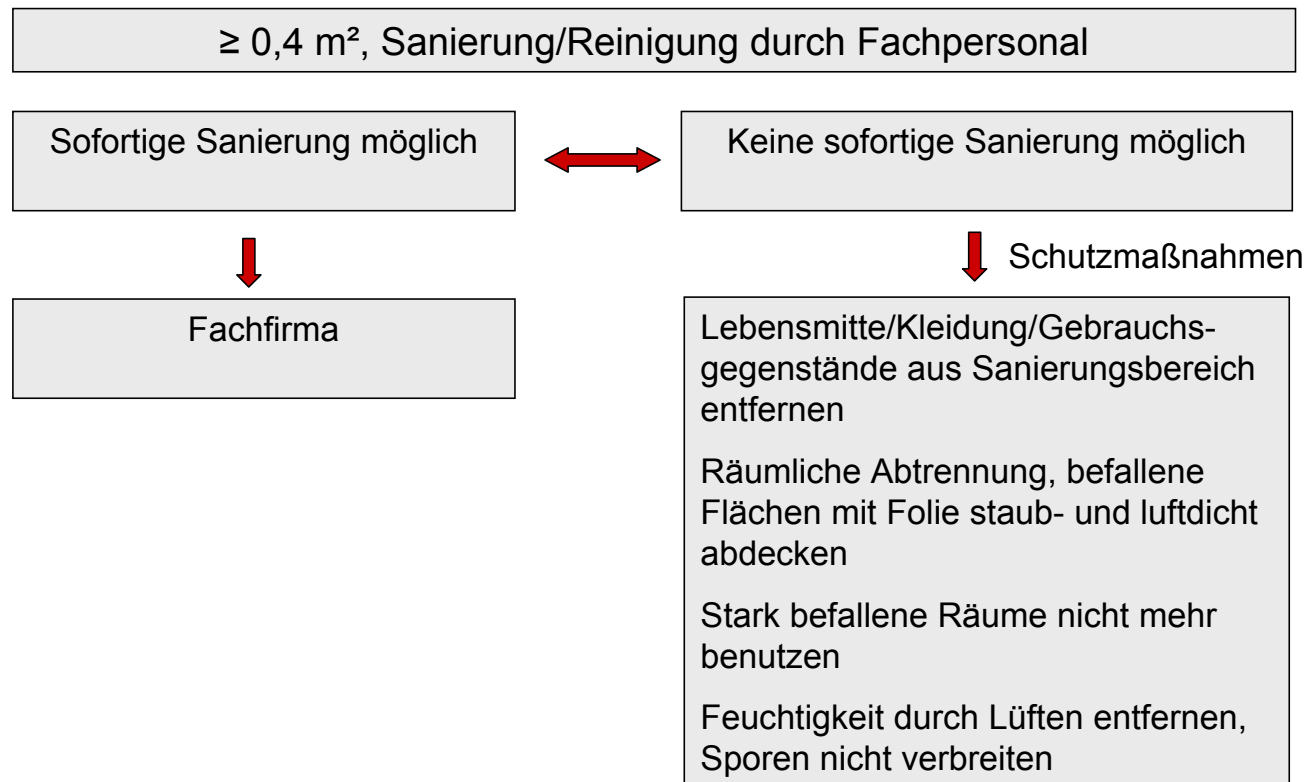
Sanierungskonzept: „kleiner Befall“ ...



≤ 0,4 m², nur oberflächlich, Sanierung im Allgemeinen ohne Fachpersonal



Sanierungskonzept: „großer Befall“...



Sanierungskonzept: Schutzmaßnahmen



- Schimmelpilze nicht mit bloßen Händen berühren - Schutzhandschuhe!
- Schimmelpilzsporen nicht einatmen - Mundschutz tragen
- Schimmelpilzsporen nicht in die Augen gelangen lassen - Staubschutzbrille tragen
- Nach Beendigung der Sanierungsarbeiten duschen und Kleidung waschen



Sanierungskonzept: Allgemeine Hinweise



- Essiglösungen meist nicht sinnvoll (viele Baustoffe insbesondere Kalk bewirken Neutralisation des Essigs)
- Möglichst keine chemischen Pilzbekämpfungsmittel – verbleiben meist lange im Innenraum
- Sanierung = Pilzentfernung, Abtötung reicht nicht aus!
- Möglichst einmalige Beseitigung – Gefahr der Resistenz von Pilzstämmen
- Einhaltung der Sicherheits- und Arbeitsschutzbedingungen
- Keine Sanierung durch vorgeschädigte oder immungeschwächte Personen
- Umfangreiche Sanierungen nur von gewerblichen **Fach**firmen
- Intensive Reinigung der Umgebung nach der Sanierung

Vorbeugende Maßnahmen: Lüftungstipps!



- Kalte Räume nicht über warme Räume „mitheizen“ – Feuchtetransport und Kondensation im kalten Raum.
- Fenster kurzzeitig (mind. 5 Minuten) ganz öffnen (**Stoßlüften und Querlüften**) und. Kippstellung bedeutet längere Lüftungsdauer und Baukörperauskühlung.
- Je kälter es draußen ist, desto kürzer muss gelüftet werden.
- Feuchte Räume direkt nach außen lüften.
- Luftbefeuchter sind fast immer überflüssig und Keimstätten für Bakterien.
- Bei Abwesenheit über Tage wenigstens morgens und abends richtig lüften.
- Als Faustregel gilt: je kühler die Zimmertemperatur, desto öfter muss gelüftet werden.

Vorbeugende Maßnahmen: Lüftungszyklen



Mehrmals täglich 5 – 7 min Stoßlüften ist sinnvoll, denn ...

- Einmalige Lüftung über mehr als eine Stunde:
Raumtemperaturen müssten über den gesamten Lüftungszeitraum gehalten werden, ansonsten kann der austrocknende Effekt der Oberflächen nicht wirken (gegenteiliger Effekt: die Umgebungsflächen kühlen aus und Kondensat fällt an)
- zweimalige, lange Stoßlüftung:
ausreichend zum Abtransport der Feuchte, jedoch Anreicherung Luftschadstoffen („Wohngifte“) in den Pausen zwischen den Lüftungen.
- Ein Austausch der feuchten Raumluft gegen kalte Außenluft nur sinnvoll, wenn diese anschließend auch erwärmt wird.
- Lüftungszeiten zu kurz: Luftaustausch nicht vollständig, und die Feuchtigkeitsaufnahme der sich wieder erwärmenden Raumluft nicht optimal.
- Dauer-Kippstellung: Heizleistung müsste ausreichend sein, um ein Abkühlen der Wandoberflächen zu verhindern.

Vorbeugende Maßnahmen: Kontrolle Raumklima



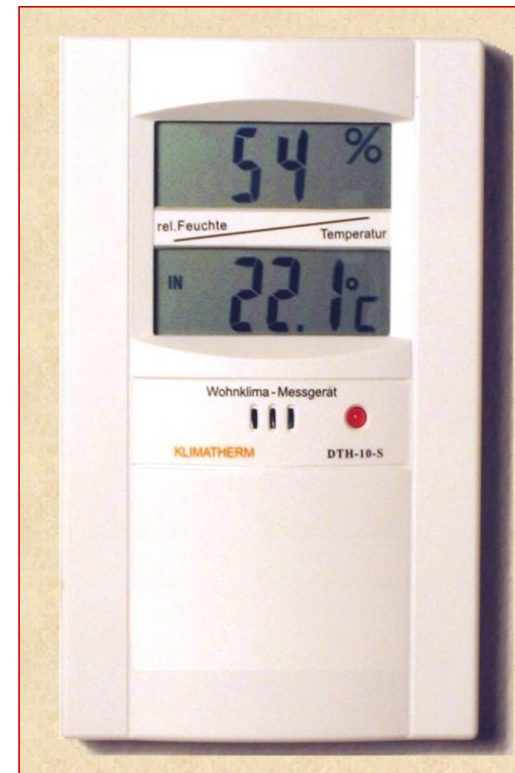
Wohnklima-Messgerät Klimatherm DTH-10-S

ständige Messung der aktuellen Temperatur und Feuchtigkeit

zeigt Überschreiten von 65% relativer Luftfeuchte mit einem Blinklicht an

Raumtemperatur 20-22°C: optimaler Bereich der relativen Luftfeuchtigkeit zwischen **35% - 65%** (Behaglichkeit)

Zu geringe Luftfeuchtigkeit: Staubbildung, elektrischer Aufladung der Luft und Austrocknung der Schleimhäute (Kratzen im Hals - Mikrostaub, der vom Heizsystem aufgewirbelt wird)



Vorbeugende Maßnahmen: Richtig Heizen und Lüften



Wie viel Heizenergie kann man durch kontrolliertes Lüften einsparen?

Luft von 22°C:

45% rel. Feuchte	➡	40,9 kJ/kg* Wärmeinhalt (Enthalpie)
70% rel. Feuchte	➡	51,6 kJ/kg
80% rel. Feuchte	➡	55,9 kJ/kg
90% rel. Feuchte	➡	60,3 kJ/kg

*Kilojoule je Kilogramm

Um Raumtemperatur 22°C zu halten, bei Anstieg der Luftfeuchte von 45% auf:

60% rel. Feuchte	➡	~ 16%
70% rel. Feuchte	➡	~ 26%
80% rel. Feuchte	➡	~ 37%
90% rel. Feuchte	➡	~ 47% Heizenergie- Mehraufwand



Landgericht Berlin
Aktenzeichen 65 S 94/99

Mitverschulden des Vermieters beim
Schimmelbildung durch mangelhafte Aufklärung des
Mieters beim Einbau neuer Fenster

OLG Frankfurt
Aktenzeichen 19 U 7/99

Keine Mietminderung bei zu geringem Heizen oder
Lüften der Wohnung durch den Mieter

Amtsgericht Flensburg
Aktenzeichen 63 C 246/95

Fristlose Kündigung des Mietvertrages bei
Schimmelbefall in erheblichem Umfang

Amtsgericht Köln
Aktenzeichen 222 C 371/99

20% Mietminderung bei Schimmelbefall aufgrund
schlechter Wärmedämmung

Wichtiger Hinweis:

Dies stellt in keiner Weise eine Rechtsberatung dar. Bitte wenden Sie sich bei Fragen an einen Rechtsanwalt oder entsprechende Stellen.

Antworten...



1. Was bedeutet Schimmel für mich als Hausbesitzer?

- Keine akute Gesundheitsgefahr, hygienisches Problem, abhängig vom Gesundheitszustand der Nutzer
- Materialzerstörung, Geruch, Feuchtigkeit
- Einholung einer sachverständigen Beratung

2. Welche Ursachen hat der Schimmel?

- Ursachenfeststellung durch unabhängigen Sachverständigen
- Festlegung sinnvoller Untersuchungsmethoden

3. Sanierungskonzept - Vorbeugende Maßnahmen?

- Erstellung Sanierungskonzept/Kostenschätzung
- Mieterinformationen



Quellen und Literaturhinweise



- [1] Umweltbundesamt: Hilfe! Schimmel im Haus
- [2] Umweltbundesamt: Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung... Schimmel
- [3] Umweltbundesamt: Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden
- [4] Lorenz, Hankammer, Lassi: Sanierung von Feuchte und Schimmelpilzschäden
- [5] Landes Gesundheitsamt Baden-Württemberg: Schimmelpilze in Innenräumen
- [6] www.enius.de
- [7] www.semmelweis.com: Mykosen in Erkennung und Behandlung
- [8] www.baubiologie.net: Luftwechsel im Gebäudebestand
- [9] www.kvs-shop.de: Schimmelentferner, Messgeräte

Zum Schluss...



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.