

Externe Schimmelbelastung

Im „Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Räumen“ von 2012 des Umweltbundesamtes (UBA) in Dessau werden als Ursachen für eine Schimmelbelastung beim Menschen in Wohnungen und Gebäuden unsachgemäße Bauausführung, unrichtiges Lüften und hohe Luftfeuchte aufgeführt.

Dies kann zu gesundheitlichen Störungen führen. Im Einzelnen werden Immunsuppression, Bronchial- u. Lungenerkrankungen, asthmaähnliche Symptome, Hautpilzkrankungen, Pilzkrankungen in Körperhöhlen und im Darm beschrieben. Für die klinische Symptomatik beim Menschen besteht kein ausreichend valides Datenmaterial. Als Hauptgrund für die Inanspruchnahme einer medizinischen Beratung, wird die Abklärung unspezifischer gesundheitlicher Beschwerden bei vermutetem Noxenkontakt angegeben.

Sporen und Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen können, über die Luft eingeatmet, allergische und reizende Reaktionen bzw. Symptomkomplexe beim Menschen auslösen. In seltenen Fällen können einige Schimmelpilzarten darüber hinaus bei bestimmten Risikogruppen auch Infektionen hervorrufen sog. Mykosen.

Ursachen

Als Gründe für eine Schimmelbildung werden Nährstoffe und Feuchtigkeit in Gebäuden angesehen. Daher bieten organische Oberflächen wie Stein oder Holz ein bevorzugter Nährboden für deren Wachstum und Ausbreitung.

Bei weniger als 70 % relativer Luftfeuchte an der Oberfläche von Gegenständen und Gebäudeteilen ist kaum Schimmelwachstum zu erwarten. Bei über 80 % Luftfeuchte wachsen alle Schimmelarten im Innenraum. Schimmel entwickelt sich in wenigen Tagen bis Wochen. Schimmelpilzwachstum in Innenräumen stellt ein hygienisches Problem dar, welches nicht toleriert werden kann, da Schimmel gesundheitliche Beschwerden auslösen kann.

Schimmel wirkt beim Menschen indirekt besonders als Allergieauslöser, aber auch direkt toxisch, abhängig von der Intensität der Einwirkung. Eine direkte Infektion von Menschen wird selten beobachtet. Einige Schimmelpilzarten werden als besonders toxisch eingestuft, wie z.B. **Stachybotryx chartarum** und **Aspergillus flavus**.

Symptome bzw. Erkrankungen

Als Symptome werden konkret im Leitfaden des UBA Dessau von 2012 Allergien durch Schimmelpilze (**exogene allergische Alveolitis** = EAA = Hypersensibilitäts Pneumonie) durch wiederholte Exposition mit Schimmelpilzsporen in hoher Konzentration beschrieben sowie reizende und toxische Wirkungen an belasteten Arbeitsplätzen mit sehr hohen Schimmelpilzkonzentrationen.

Dabei ist die Bedeutung für Innenräume nicht klar zu definieren. Fieber, grippeähnliche Symptome, Erschöpfungszustände, teils Haut- und Schleimhautreizungen, Reaktionen innerhalb weniger Stunden nach Exposition, Drescher-, Getreide- und Mühlenfieber und **Organic Dust Toxic Syndrom** (ODTS) sind als Akutsymptome beschrieben. Als chronisch wird das „**Mucous Membrane Irritation Syndrom**“ (MMIS) nach mehrwöchiger Exposition mittlerer Schimmelpilzkonzentrationen am Arbeitsplatz definiert.

Unklar sind die Auswirkungen niedriger Schimmelpilzkonzentrationen oder deren Stoffwechselprodukte bei langanhaltender Exposition. Aus gemessenen Schimmelpilzkonzentrationen kann nicht unmittelbar auf gesundheitliche Wirkungen geschlossen werden. In epidemiologischen Studien werden MMIS – ähnliche Symptomatiken beschrieben. Kausal sollen Mykotoxine ebenso wie 1,3 beta-D-Glukane und MVOC (**M**icrobial **V**olatile **O**rganic **C**ompounds) eine entzündungsfördernde Wirkung ähnlich wie Endotoxine haben und zudem einen typischen Schimmelgeruch.

Aus Tierversuchen ist bekannt, dass Mykotoxine, die über die Luft verbreitet und eingeatmet werden, zu Erkrankungen führen können.

Grundlegend muss festgestellt werden, dass Schimmelexpositionen bei Menschen und Tieren (Hunden, Katzen, Pferden) wegen möglicher Gesundheitsgefährdungen nicht toleriert werden können. Eine standardisierte Befundung für Schimmelbelastungen gibt es nicht. Die Verdachtsdiagnose „Gesundheitsstörungen durch Schimmelexposition“ kann nur durch anamnestiche Befragungen, Umgebungsuntersuchungen und wegen vielfältiger unklarer Beschwerden, die nicht plausibel zu klären sind, gestellt werden.

Untersuchungsergebnisse an einer Orgel

Beauftragt durch die Orgelbaufirma Hermann Weber in Leutkirch und die Kirchenstiftung Röthenbach wurde das Labor für Bauschadenanalytik Dr. Jürgen Osswald, Diplom Mineraloge aus Kaufbeuren zu einer umfangreichen Klimauntersuchung gerufen. In der **Kirche in Sankt Gallus in Gestratz/Allgäu**, deren Innenraum aber auch die Orgel unter der hohen Schimmelbelastung litt, sollte eine genaue Schadensanalytik betrieben werden, da weder mit herkömmlichen thermischer und chemischer Verfahren dieses Problem zu beseitigen schien.

Die neue bzw. umgebaute Orgel weist bei Untersuchungsbeginn stellenweise einen Schimmelpilzbefall auf.

Diese Schimmelpilzproblematik wurde bei der alten Orgel nicht beobachtet.

Allerdings waren bei dieser Orgel, die Orgelpfeifen senkrecht eingebaut, was eine Öffnung in den Dachraum der Kirche ermöglicht hat. Nun kommt die Frage auf, ob der Schimmelpilzbefall der neuen Orgel mit der Belüftungsmöglichkeit zusammenhängt.

Außerdem soll geklärt werden, ob der Einbau einer Infrarot-Heizplatte der Firma **KK-LICHTTECHNIK** sich positiv auf das Raumklima der Orgel auswirkt.

Aufgrund dieser Tatsache, wurden von Dezember 2014 bis März 2015 Klimadatenlogger eingesetzt. Diese wurden benutzt, um die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit auf der Empore und in der Orgel zu messen. Außerdem stellte sich die Frage, in welchem Zusammenhang der Schimmelpilzbefall mit dem Wetter bzw. der Außentemperatur steht, und in wie fern die **Belüftung der Orgel** eine Rolle spielt.

Außerdem muss überlegt werden, wie das Raumklima so beeinflusst werden kann, damit die Gefahr eines Schimmelpilzbewuchses minimiert wird.

Zusammenfassend und nach Beurteilung der Messungen kann davon ausgegangen werden, dass in der Übergangszeit gerade von Winter auf Frühjahr das Schimmelpilzwachstumsrisiko am höchsten ist. Hingegen wurde in den Sommermonaten und im Winter kein Schimmelpilzwachstumsrisiko festgestellt. Durch die zusätzlich geschaffenen Belüftungsmöglichkeiten hat sich der Luftaustausch deutlich erhöht, aber blieb weiterhin auf einem relativ niedrigen Niveau.

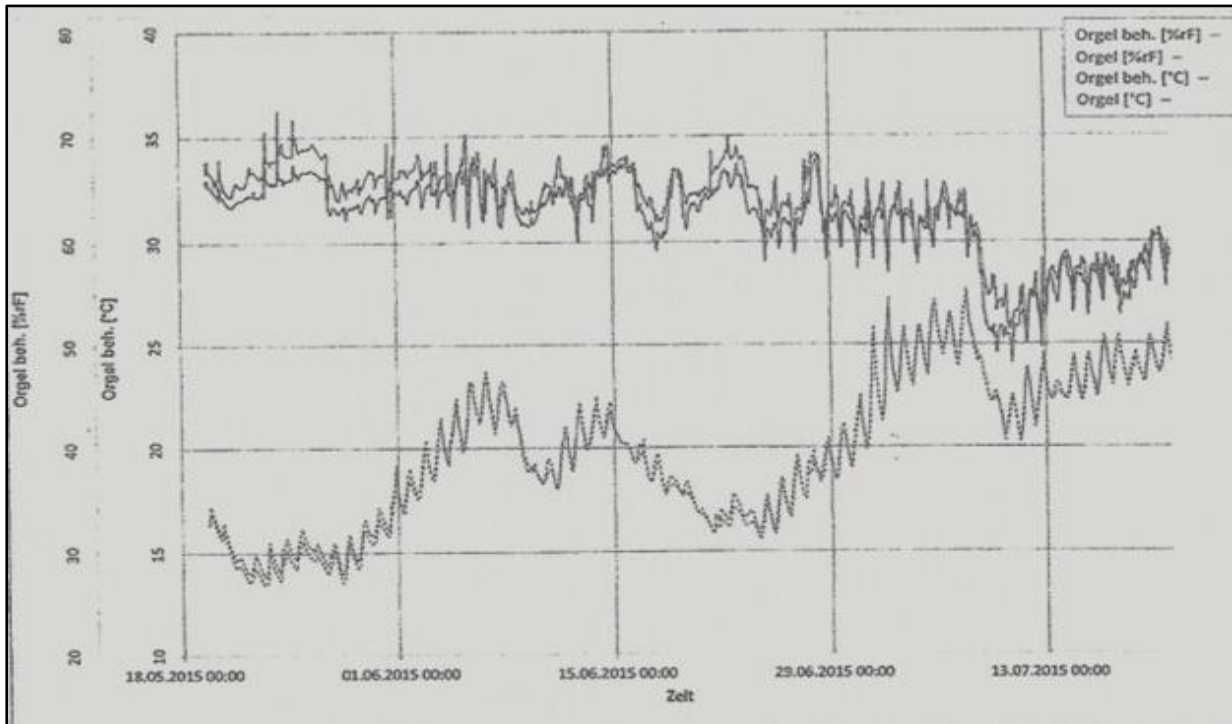
Problematisch wird es jedoch in der **Übergangszeit Winter/Frühjahr**.

In dieser Zeit, wirkt sich ein erhöhter Luftaustausch negativ auf die Raumlufttemperatur aus. Durch die zusätzliche Belüftung würde die Luftfeuchtigkeit steigen, was wiederum das Schimmelpilzwachstumsrisiko erhöht.

Als Lösung dieses Problems, das heißt für die kritische Phase der Übergangszeit Winter/Frühjahr kann der Einsatz von Infrarot-Heizplatten das Schimmelpilzwachstumsrisiko senken.

Das Raumklima wird dadurch positiv beeinflusst und die Gefahr verringert. In den Sommermonaten und im Herbst können zusätzliche Belüftungen vor dem Schimmelpilzwachstum schützen.

Aus der umfangreichen Datenlage der Bauanalytiker wurden hier exemplarisch einige Schaubilder dargestellt, die die Problematik verdeutlichen soll.



Verlauf der Temperatur und der relativen Luftfeuchte in der Orgel sowohl im Unbeheizten als auch im beheizten Abschnitt.

In den ersten sechs Wochen der Messung liegt die relative Luftfeuchte im beheizten Bereich der Orgel bis zu zwei Prozentpunkte unter der relativen Luftfeuchte im unbeheizten Bereich. Der gemessene Temperaturunterschied ist dahingehend marginal.

Es ist deshalb davon auszugehen, dass im Bereich des Datenloggers keine Wärmestrahlung der Heizung gemessen werden kann. Die Auswirkung der Heizung auf die relative Luftfeuchte ist jedoch messbar.

Klimaberechnungen

Um den Einfluss einer geänderten Belüftung auf das Innenraumklima überprüfen zu können, wurde aus den gemessenen Raumklimadaten eine Luftaustauschrate berechnet. Die Berechnung erfolgt dabei einem stark vereinfachten Verfahren welches Sorptionsvorgänge der Umfassungswände sowie erhöhte Luftaustauschraten durch Winddruck unberücksichtigt lässt.

Für die Berechnung des Innenraumklimas wird dabei ein Teil der Innenraumluft durch die auf die Innenraumtemperatur abgekühlte Außenluft ersetzt und die sich dabei einstellende relative Luftfeuchte berechnet. Der Anteil der ausgetauschten Luft wird dann mit Hilfe der least-square-Methode angepasst.

Während des Winterhalbjahres hat – rein rechnerisch – kein signifikanter Luftaustausch stattgefunden. Die rein rechnerisch ermittelte Luftaustauschrate liegt dabei bei der 0,01 fachen Raumluftmenge pro Tag.

Im Sommer ließ sich eine – im Vergleich zum Winter – etwas erhöhten Luftaustausch feststellen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass für die Messung im Sommer für eine verstärkte Belüftung der Empore gesorgt worden ist.

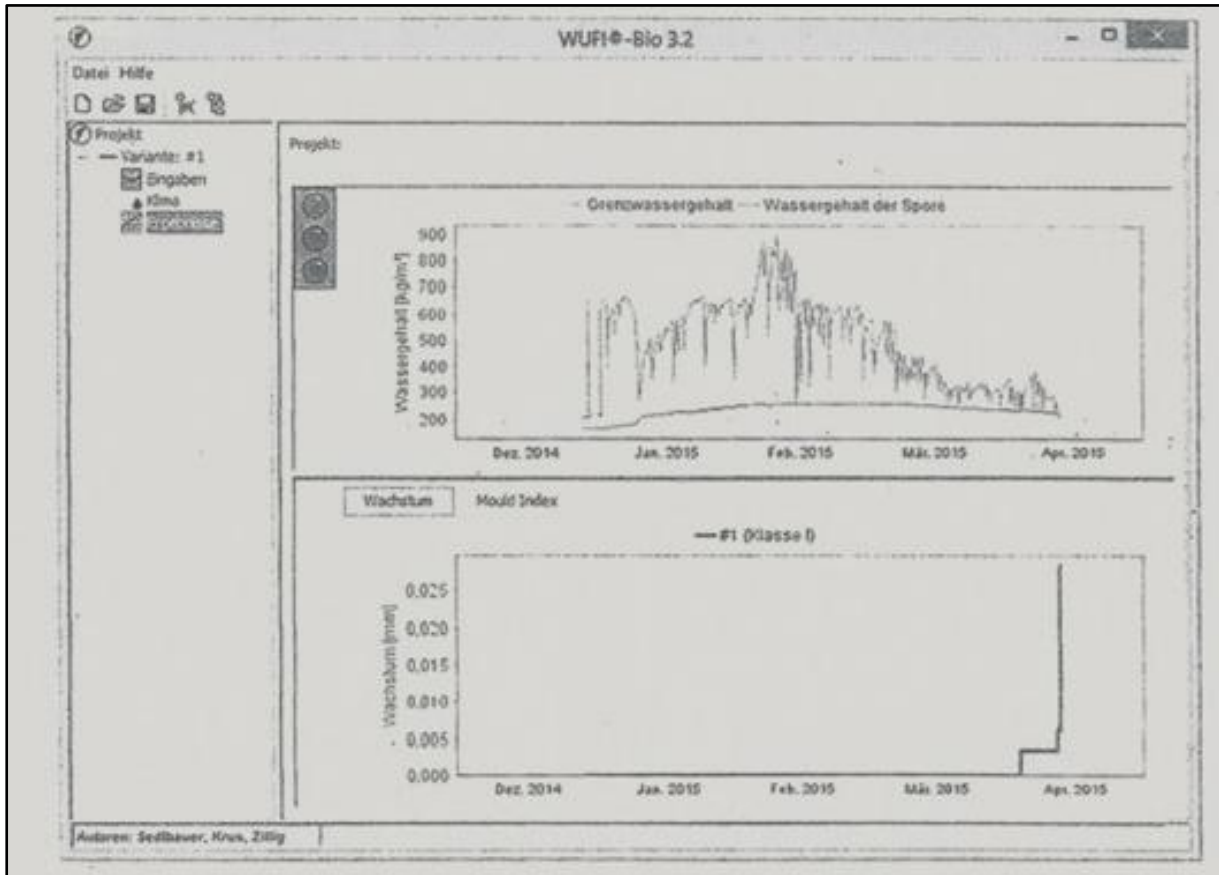
Die rein rechnerisch ermittelte Luftaustauschrate liegt dabei bei der 0,1 fachen Raumluftmenge pro Tag. Grob geschätzt hat sich somit die Luftaustauschrate in diesen Bereichen etwa verzehnfacht, liegt aber immer noch auf einem niedrigen Niveau.

Setzt man auch für die gemessenen Sommermonate die Luftaustauschmenge an, wie sie für den Winter bestimmt worden ist, so ist zu erkennen, dass während des Sommers ein erhöhter Luftaustausch phasenweise von Vorteil ist.

Schimmelpilzwachstumsrisiko

Das Risiko für das Schimmelpilzwachstum wurde mithilfe der gemessenen Daten mit dem Programm „Wufi-Bio“ berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in folgenden Abbildungen dargestellt.

Winterhalbjahr



Wachstumsprognose errechnet mit dem Programm Wufi. Die Klimadaten stammen von dem Datenlogger Empore.

Wachstumsprognose für einen Schimmelpilz auf einem günstigen Substrat (Holz).

Klimaberechnungen

Um den Einfluss einer geänderten Belüftung auf das Innenraumklima überprüfen zu können, wurde aus den gemessenen Raumklimadaten eine Luftaustauschrate berechnet. Die Berechnung erfolgt dabei einem stark vereinfachten Verfahren welches Sorptionsvorgänge der Umfassungswände sowie erhöhte Luftaustauschraten durch Winddruck unberücksichtigt lässt.

Für die Berechnung des Innenraumklimas wird dabei ein Teil der Innenraumluft durch die auf die Innenraumtemperatur abgekühlte Außenluft ersetzt und die sich dabei einstellende relative Luftfeuchte berechnet. Der Anteil der ausgetauschten Luft wird dann mit Hilfe der least-square-Methode angepasst. Während des Winterhalbjahres hat – rein rechnerisch – kein signifikanter Luftaustausch stattgefunden. Die rein rechnerisch ermittelte Luftaustauschrate liegt dabei bei der 0,01 fachen Raumlufthmenge pro Tag.

Im Sommer ließ sich ein – im Vergleich zum Winter – etwas erhöhter Luftaustausch feststellen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass für die Messung im Sommer für eine verstärkte Belüftung der Empore gesorgt worden ist.

Die rein rechnerisch ermittelte Luftaustauschrate liegt dabei bei der 0,1 fachen Raumlufthmenge pro Tag. Grob geschätzt hat sich somit die Luftaustauschrate in diesen Bereichen etwa verzehnfacht, liegt aber immer noch auf einem niedrigen Niveau.

Setzt man auch für die gemessenen Sommermonate die Luftaustauschmenge an, wie sie für den Winter bestimmt worden ist, so ist zu erkennen, dass während des Sommers ein erhöhter Luftaustausch phasenweise von Vorteil ist.

Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Den Messungen zufolge kann davon ausgegangen werden, dass ein Schimmelpilzwachstumsrisiko in erster Linie in der Übergangszeit Winter/Frühjahr gegeben ist.

Während der Sommermonate und auch im Winter konnte kein Schimmelpilzwachstumsrisiko festgestellt werden. Damit kann vermutet werden, dass auch im Herbst das Risiko gering ist, da in diesem Zeitraum das Temperaturniveau im Kircheninneren üblicherweise oberhalb der durchschnittlichen Außentemperatur liegt. Durch zusätzlich geschaffene Belüftungsmöglichkeiten hat sich der Luftaustausch im Bereich der Empore deutlich erhöht, liegt aber auf einem immer noch relativ niedrigen Niveau. Bei nicht zu hohen Außentemperaturen zeigt die erhöhte Luftaustauschrate offensichtlich einen leicht positiven Effekt auf das Raumklima gegenüber der geringen Luftaustauschrate, wie sie im Winter herrschte.

Diese Aussage muss dahingehend relativiert werden, dass eine erhöhte Luftaustauschrate in der Übergangszeit Winter/Frühjahr problematisch gesehen werden muss, da in dieser Zeit die Raumlufthtemperatur im Kircheninneren unter der durchschnittlichen Außentemperatur liegt, was zwangsläufig zu einer erhöhten Luftfeuchtigkeit bei einem erhöhten Luftaustausch führt.

Empfehlungen

Die für das Schimmelpilzwachstum kritische Phase im Übergang Winter/Frühjahr lässt sich durch lüftungstechnische Maßnahmen nicht beeinflussen. In dieser Zeit kann das Raumklima innerhalb der Orgel positiv durch den Einsatz von Infrarot-Heizplatten beeinflusst werden. In diesem Zeitraum sollten auch die Belüftungsmöglichkeiten geschlossen gehalten werden.

In den Sommermonaten und auch im Herbst (ab einer Raumlufttemperatur von 15°C) können die Belüftungsmöglichkeiten genutzt werden, was einen positiven Effekt auf das Raumklima hat. Dieser Effekt ist jedoch relativ gering und hat eigentlich auch keinen Einfluss auf das Schimmelpilzwachstumsrisiko in dieser Zeit, da die relative Luftfeuchte in dieser Zeit sowieso schon deutlich unter 80% liegt.

Eine starke Erhöhung der Luftwechselrate (1-facher Luftwechsel pro Tag) führt jedoch auch in den Sommermonaten in Zeiten mit sehr warmem Wetter zu einem deutlichen Anstieg der relativen Luftfeuchte innen.

Summa summarum lässt das Schimmelpilzwachstumsrisiko in dem kritischen Zeitraum Übergang Winter/Frühjahr nur mit einer Beheizung der Orgel verringern.



Infrarot-Heizplatte der Firma **KK-LICHTTECHNIK**, Dipl.-Ing. Dr. Klaus G. Knoechel
Zwei Größen stehen zur Auswahl: PH 77: 80 x 48 cm mit 360 Watt, PH 97: 100 x 48 cm mit 400 Watt.

Weitere Infos sind erhältlich über: www.kk-lichttechnik.de