

Schimmelpilze

Wie die Baustoffwahl vor Befall vorbeugen kann

Einleitung

Am häufigsten benutzen wir den Begriff des Schimmels bzw. Schimmelpilzes im Zusammenhang mit befallenen Lebensmitteln wie Obst, Brot oder Käse.

In Innenräumen begegnen sie uns meistens im Keller oder in den Ecken der Dusche. Grund ist, dass Schimmelpilze immer Feuchtigkeit zum Wachsen brauchen und diese an den genannten Orten gegeben ist.

Gerade in den letzten Jahren wurde die Problematik immer mehr zum Gesprächsthema in der Öffentlichkeit, obwohl sie schon immer existiert hat. Überall in der Umwelt ist diese Rubrik der Pilze vertreten, nicht nur im Inneren von Häusern und Wohnungen. Das Risiko von Schimmel in der Architektur und daraus resultierender gesundheitlicher Folgen ist nicht von der Hand zu weisen. Neben allergischen Reaktionen kann es zu Vergiftungen und Infektionen kommen. Deshalb müssen sich nicht nur die Nutzer damit befassen, wie sie durch richtiges Lüften und der Vermeidung von Feuchtigkeit dem Befall vorbeugen können, sondern auch die Planer von Gebäuden, indem sie die Wahl der eingesetzten Baustoffe kritisch hinterfragen und ihre Vor- und Nachteile abwägen.

Ziel dieser Ausarbeitung soll es sein, durch die Durchleuchtung von Entstehung, Folgen und Ursachen zu klären, wie Architekten und Innenarchitekten einen guten Umgang mit der Wahl ihrer Baustoffe in Bezug auf einen möglichen Befall durch Schimmelpilze finden – immer vor dem Kontext der richtigen Nutzung durch die Bewohner und Berücksichtigung des Standortes des betreffenden Gebäudes.

Was sind Schimmelpilze?

Wortherkunft

Schon in der frühen Geschichte finden sich Belege, dass das Wort Schimmel als Ausdruck genutzt wurde, wenn Menschen Flecken auf Materialien sehen konnten, die durch Feuchtigkeit entstanden sind und sich von alleine ausbreiteten, ohne dass man zur damaligen Zeit eine Erklärung dafür fand.

So berichtete der Arznei Doktor Johannes Curio bereits 1545 von schlechter Luft, „die in manche Häuser eingeschlossen ist, in denen sich wegen Fäulnis und mangelnder Belüftung Schmutz und Schimmel im höchsten Maße anhäufen.“¹

Einen klaren Ursprung findet der Begriff im 9. Jahrhundert mit dem mittelhochdeutschen Wort „Schimel“. Nach der Entdeckung, dass Schimmel durch Pilze entstehen, wurde der Begriff der Schimmelpilze etabliert.

Historie

Das wissenschaftliche Befassen mit der Thematik der Schimmelpilze blickt auf einen langen historischen Hintergrund zurück. Im Kontext dazu steht die Entstehung der Mikrobiologie, als „Teilgebiet der Biologie [die] die Wissenschaft von den Kleinlebewesen (Mikroorganismen), die in der Regel mit bloßem Auge kaum oder gar nicht zu erkennen sind [...]“², darstellt. Neben der Erforschung von beispielsweise Bakterien, Viren und Einzellern befasst sie sich auch mit der Thematik der Pilze.

Auch durch das Voranbringen der Allergieforschung gelangten die Schimmelpilze immer mehr in den Fokus der Forschungsarbeit von Wissenschaftlern.³

Vor etwa 500 Millionen Jahren entdeckte man die ersten „echten Pilze“, Fungi genannt.

Man stellte im Laufe der Zeit fest, dass Pilze Krankheiten auslösen können. Dieses Phänomen betrifft aber nicht nur den Menschen, sondern auch die Natur. Auslöser ist das Entstehen eines Ungleichgewichts.

In Deutschland entwickelte sich die Schimmelpilzforschung vor etwa 40 Jahren. Seit 1979 gibt es einen wissenschaftlichen Kongress, der sogenannte „Mycotoxin-Workshop“, der sich sogar zur größten Fachtagung für Schimmelpilz- und Mykotoxinforschung entwickelt hat.⁴ Makotoxin nennt man die chemischen Verbindungen, die beim Stoffwechsel von Schimmelpilzen entstehen und von denen viele eine giftige Wirkung auf den Menschen Körper haben.⁵

Definition

Der Duden beschreibt den Schimmelpilz als einen „auf feuchten oder faulenden organischen Stoffen wachsender Pilz.“⁶

Für eine umfassendere Bedeutung des Begriffs muss man sich Quellen der Baubiologie zuwenden. Hier wird der Schimmelpilz als „makroskopisch erkennbar meist watteartige Myzelien und/oder Conidienträger“⁷ beschrieben und ist demzufolge ein mit dem bloßen Auge sichtbares „Pilzgeflecht aus (meist verzweigten) vegetativen Pilzfäden, das den Vegetationskörper der meisten Pilze bildet.“⁸

Eine klare Definition von Schimmelpilzen ist kaum möglich, da es weit über 100.000 verschiedene Arten gibt, die verschiedenen Gruppen angehören und sich somit nicht einheitlich systematisieren lassen.⁹

Alle gehören jedoch zur großen Gruppe der Pilze und demzufolge zu den sogenannten „Eukaryoten“, die einen Zellkern

¹ Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 13

² Spektrum Akademischer Verlag (Hg.) (1999)

³ Vgl. Frössel (2003), S. 23

⁴ Vgl. Frössel (2003), S. 32

⁵ Vgl. DocCheck (2020)

⁶ Vgl. Duden (o.J.)

⁷ Vgl. Rauch, S. 5

⁸ Vgl. Spektrum Akademischer Verlag (Hg.) (1999)

⁹ Vgl. Rauch, S. 5

und Mitochondrien, die die Versorgung mit Energie durch Zellatmung gewährleisten¹⁰, besitzen. Wie alle Pilze sind sie heterotroph, also gewinnen ihre Energie aus organischen Verbindungen.¹¹

Zu den Besonderheiten der Schimmelpilze gehören die Bildung von asexuellen Sporen und das saprophytische Wachsen - die Möglichkeit der Ernährung durch abgestorbene organische Substanzen. Weitere gemeinsame Punkte sind, die weite Verbreitung, ihr strangförmiger Wuchs und die hohe Wachstumsgeschwindigkeit.

Traditionell gehören sie in die Fachrichtung der Botanik, sind aber mittlerweile auch im Gebiet der Mikrobiologie etabliert.¹²

Im alltäglichen Sprachgebrauch werden als „Schimmel“ meist auf Lebensmittel oder Materialien wachsende Pilze bezeichnet, die diese zersetzen und unbrauchbar machen.¹³

Wie kommt es zum Schimmelpilzbefall?

Vorkommen

Schimmelpilze kommen fast ausschließlich auf oder in Erdböden vor, da dieser ihren gute Lebensbedingungen durch organische Verbindungen zur Ernährung in Form von verwesenden tierischen und pflanzlichen Substanzen bietet.

Daraus ergibt sich natürlich die Frage, wie die Schimmelpilze überhaupt in Innenräume gelangen. Schimmelporen werden in einer großen Menge an die Luft abgegeben und können sich so auch über weite Distanzen hinweg ausbreiten.

Das Vorkommen allein ist natürlich nicht ausschlaggebend für den Befall. Für die vorliegende Betrachtung bedeutend ist der Schimmelpilzbefall, von dem man dann spricht, wenn sich Mikroorganismen auf oder in einem Material vermehren oder sich vermehrt haben. Man redet bei einer solchen Besiedelung auch von einem „Schimmelschaden“.

Von einer Kontamination ist hingegen dann die Rede, wenn die Menge an vorhandenen Mikroorganismen oder Partikel auf der Oberfläche des betreffenden Materials einen bestimmten Wert übersteigt.

Die beiden Fälle sind klar voneinander abzugrenzen. Dies geschieht durch mikroskopische Analysen.

Einen wesentlichen Unterschied zwischen Befall und Kontamination stellt zudem die feste Verankerung der angesiedelten Mikroorganismen im betreffenden Material im Falle des Schimmelpilzbefalls dar. Diese Mikroorganismen geben im Zuge ihres Stoffwechsels Sporen an die Luft im Innenraum ab oder verbreiten Zellen bzw. Zellenbestandteile, was dann wiederum eine Verbreitung fördert.¹⁴

Schimmelpilze können auf „fast allen organischen oder tierischen Substanzen tierischen oder pflanzlichen Ursprungs wachsen“, meist beschränkt auf deren Oberfläche.¹⁵ Sie wachsen so beispielsweise auf zersetzbaren Materialien wie Papier und Holz und vor allem auf Nahrungsmitteln.¹⁶

Beim Wachstum und bei der Ausbreitung der Schimmelpilze spielen vier Faktoren eine zentrale Rolle. Sie können je nach Ausprägung das Wachstum begünstigen oder verlangsamen.

Dazu zählen der Feuchtigkeitsgehalt, die Temperatur, der pH-Wert und die vorhandenen Nährstoffe in den Baumaterialien oder auf ihrer Oberfläche.

Für ein gutes Wachstum werden eine relativ hohe Feuchtigkeit, eine bestimmte Temperatur, ein gewisser pH-Wert und ausreichend Nahrungsquellen benötigt. Bei Veränderung der Rahmenbedingungen verändert sich demzufolge auch das Wachstum. Bei einer Verschlechterung wird das Wachstum eingeschränkt. Verbessern sich die Bedingungen wieder, ist auch nach langer Zeit unter schlechten Wachstumsbedingungen das Auskeimen des Myzels möglich.¹⁷

Einflussfaktoren

Feuchte

Das Vorhandensein von Wasser spielt beim Wachstum des Schimmels eine entscheidende Rolle. Es dient zum einen zur Synthese von Zellmaterial und zum anderen zur Energiegewinnung der im Wasser gelösten Nährstoffe.¹⁸

Aus diesem Grund gilt Feuchte als größte Ursache von Schimmelpilzbefall in Innenräumen. Der Feuchtegehalt von Materialoberflächen kann durch den sogenannten a_w -Wert beschrieben werden, der sich aus der an der äußeren und inneren Materialoberfläche vorliegenden relativen prozentualen Luftfeuchte geteilt durch 100 zusammensetzt. Ein a_w -Wert von 0,8 entspricht zum Beispiel eine Luftfeuchte von ca. 80%.

Pilze können am besten wachsen, wenn es zur Tauwasserbildung auf einer Materialoberfläche kommt. Bei stehendem Wasser wachsen jedoch in der Regel keine Schimmelpilze, sondern Bakterien.

Die Mehrheit der Wissenschaftler teilt die Meinung, dass Sporen während des Keimungsprozesses die Feuchte nur aus der unmittelbaren Umgebung aufnehmen können und erst die dann gebildete Myzel auch Feuchte aus dem Baumaterial aufnehmen kann. Die Schimmelpilzhyphen haben die Fähigkeit, in das Porengefüge eines Baumaterials eindringen.¹⁹

Temperatur

Es gibt ein großes Spektrum der Temperatur, bei der das Wachstum von Schimmel möglich ist. Ein gutes Wachstum kann in der Regel in einem Bereich zwischen 0°C und 40°C stattfinden.

Nährstoffe

Die Versorgung der Schimmelpilze in Innenräumen kann durch zwei Faktoren gewährleistet werden: Zum einen die Nährstoffaufnahme aus Baumaterialien, und zum anderen Nährstoffe, wie Fasern, Pollen, Bakterien, Haare und Hautschuppen, die über den Hausstaub im Gebäude verteilt werden.

¹⁰ Vgl. Spektrum Akademischer Verlag (Hg.) (1999)

¹¹ Vgl. Spektrum Akademischer Verlag (Hg.) (1999)

¹² Vgl. Kück (2009), S.1-2

¹³ Vgl. Mücke/Lemmen (2004), S.18

¹⁴ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 15

¹⁵ Vgl. Frösse (2003), S. 611

¹⁶ Vgl. Mücke/Lemmen (2004), S.18

¹⁷ Vgl. Rauch, S. 8

¹⁸ Vgl. Rauch, S. 8

¹⁹ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 23-24

Beispiele für Materialien, auf denen Schimmelpilze wachsen können, sind:

- Holz und Holzwerkstoffe
- Papier, Pappe und Karton
- Tapeten und Tapetenkleister
- Gummi und Kunststoffe
- Teppichböden, Kleber für Fußbodenbelag und Mineralwolle
- Farben und Lacke
- Leder und Textilien
- vereinzelt Zement und Beton²⁰

Sie enthalten gut geeignete Energiequellen wie beispielsweise Cellulose, Glucose, Pektine oder Polymere.²¹

Auf glatten Materialien mit einer hohen Dichte, die selbst keine dieser Nährstoffe enthalten, können die Pilze aber auch wachsen. Dies kann geschehen, wenn sich organische Partikel oder Staub darauf ablagern. So sieht man manchmal beispielsweise sogar Schimmelpilze an einer Fensterscheibe. Und auch auf Keramik und Metallen kann bei Oberflächenfeuchtigkeit und Staubbefall Schimmel wachsen.

Im Allgemeinen finden Schimmelpilze in jedem Innenraum ausreichend Nährstoffe, um weiterzuwachsen und überleben zu können. Deshalb ist die Vermeidung anderer Faktoren, insbesondere der Feuchte entscheidend, um der Bildung vorzubeugen.²²

pH-Wert

Der nächste Einflussfaktor auf das Schimmelpilzwachstum ist der pH-Wert. Der Bereich des pH-Wertes, in dem eine Ausbreitung möglich ist, ist relativ groß. Für die meisten Schimmelpilze ist ein Wert zwischen 3 und 9 optimal. Von einzelnen Schimmelpilzarten werden pH-Werte zwischen 2 und 11 toleriert, aber bei einem Wert über 11 wachsen sie kaum noch.

Aus diesem Grund können in Räumen, die nicht zum langfristigen Aufenthalt, sondern beispielsweise nur als Lagerflächen genutzt werden sowie feuchte Kellerräume stark alkalische Anstriche das Wachstum der Schimmelpilze unterbinden.

Tapeten und Anstriche haben zur besseren Vorstellung beispielsweise einen Wert zwischen 5 und 8 und sind bieten somit gute Voraussetzungen. Deshalb sind oft Wände befallen. Kalkhaltige Baustoffe, wie Putzmörtel oder Beton können zwar einen pH-Wert von über 12 haben, was einen Befall kaum möglich machen würde, aber diese Stoffe reagieren im Laufe der Zeit mit dem CO₂ in der Luft. Es kommt dann zu einer Absenkung des Wertes und somit auch zu der Möglichkeit eines Befalls. Aus diesem Grund bieten auch Kalkanstriche keinen dauerhaften Schutz gegen das Wachstum von Schimmel. Zudem können Ablagerungen von organischen Nährstoffen auf diesen Materialoberflächen für die Ausbreitung förderlich sein.²³

Das Zusammenwirken der einzelnen Faktoren ist hier entscheidend. So stellten Wissenschaftler fest, dass je nach Oberflächenfeuchte und Temperatur material-spezifisch unterschiedliche Zeiträume zur Entwicklung von Schimmelpilzen erforderlich sind. Das können wenige Tage bis einige Wochen sein.

Um allgemeingültige Aussagen über die Wahrscheinlichkeit eines Befalls bei einer bestimmten Temperatur in Kombination mit einer relativen Feuchte zu treffen, entwickelten Wissenschaftler sogenannte Isoplethensysteme - die graphische Abbildung eines Wertefeldes, dessen beide Richtungen der Ebene unterschiedliche Bezüge bezeichnen, in diesem Fall also beispielsweise die Abhängigkeit des

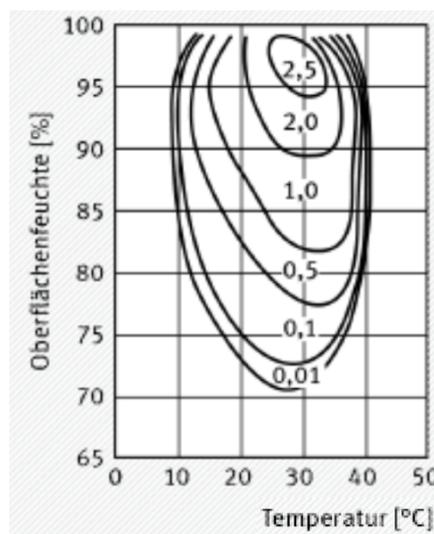


Abbildung 1: Schimmelpilzwachstum *Aspergillus restrictus*

Wachstums im Zusammenspiel von Oberflächenfeuchte und Temperatur.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in Gebäuden notwendige Temperaturen und Nährstoffe fast immer gegeben sind und aus diesem Grund auf die Feuchtigkeit als vom Menschen veränderbare und kontrollierbare Größe zu achten ist.²⁴

Wo kann ein Schimmelpilzbefall auftreten?

Holz und Holzkonstruktionen

Ursachen für Holzfeuchte

Die häufigsten Ursachen liegen zum einen in bereits vorhandener nicht zulässiger Feuchte und zum anderen in einem Anstieg der Feuchtigkeit durch bauliche bzw. objektspezifische Randbedingungen.

Eine weitere mögliche Ursache für Holzfeuchte ist die Dämmung der Außenwände mittels Wärmedämmverbundsystem. Hierdurch kann die vorhandene Feuchte der Außenwände immer in Abhängigkeit vom eingesetzten Dämmstoff, Beschichtungssystem usw. nur nach innen entweichen, was den Anstieg der Feuchtigkeit der Raumluft mit sich bringt. Aus diesem Grund kann so auch Bauholz, das eigentlich ausreichend trocken war, den zulässigen Wert wieder überschreiten und einen Schimmelpilzbefall wahrscheinlicher machen. Um dem entgegenzuwirken, ist eine ausreichende Belüftung der betreffenden Räume zu gewährleisten.

Aber nicht nur das Bauholz, sondern auch Holzfenster können in diesem Fall betroffen sein. Hier bildet sich nämlich Kondensationswasser, was den zulässigen Wert von 10% Feuchte oft auf über das Doppelte steigert.

Auch das Eindecken oder vielmehr fehlende Eindecken des Daches kann zur Holzfeuchte führen. Bei kühlerem Wetter ist darauf zu achten, das Dach schnellstmöglich vollständig eingedeckt sowie richtig zu dämmen. Wird ein Dach über eine längere Zeit bei kalten Temperaturen ungedeckt gelassen, so kann es durch

²⁰ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 26

²¹ Vgl. Rauch (2007), S. 8

²² Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 26

²³ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 27

²⁴ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 28

den Temperaturunterschied der feuchten und warmen Innenluft und der Kälte der Unterspannbahn zur Kondensation kommen.²⁵

Wichtigster Faktor für die Schimmelpilzbildung ist der Einbau von zu feuchtem Bauholz, meistens Kiefer- oder Fichtenholz.

Zu beachten ist, wann die Feuchte einen zulässigen Wert überschreitet. Für die Beurteilung kann § 434 BGB herangezogen werden. Danach ist eine Sache (sofern die Beschaffenheit nicht vereinbart ist) frei von Sachmängeln, wenn sie sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte Verwendung eignet, sonst wenn sie sich für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Sachen der Art üblich ist und die nach Art der Sache erwartet werden kann. Das ist nicht der Fall, wenn das Material nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht.

In den DIN-Normen finden sich Empfehlungen für eine zulässige Holzfeuchte. Es handelt sich dabei um einen von Experten ermittelten Wert, bei dessen Einhaltung sie ein Entstehen von Schäden für unwahrscheinlich halten. Die DIN-Normen sind jedoch keine Rechtsvorschriften und ihre Einhaltung ist somit nicht verbindlich. Die Einhaltung schützt den Unternehmer bei einem auftretenden Mangel auch nicht vor Schadensbegleichung.

Bauholz

Eine zentrale Rolle in der Vorbeugung vor einem möglichen Schimmelpilzbefall stellt die Feuchte Bauholzes dar. Zudem kann durch das Trocknen des Holzes die Rissbildung herabgesetzt werden. Dies verringert die Wahrscheinlichkeit eines Insektenbefalls, da Insekten keine Risse und Spalten finden, um ihre Eier abzulegen. Und auch eine Imprägnierung des Holzes kann zum Teil oder auch komplett überflüssig werden.

Dem Problem der Feuchte kann auf zwei Arten begegnet werden: Zum einen kann das Holz vor dem Einbau getrocknet werden. Zum anderen können Maßnahmen nach dem Einbau getroffen werden. Dazu gehören eine ausreichende Belüftung und das Verhindern des Eindringens von Regenwasser in das Gebäudeinnere.

Zunächst ist zu klären, wann man überhaupt von trockenem Holz spricht. Dies ist bei einer Feuchte von maximal 20%, besser 15% der Fall.

Wenn das Holz vor dem Einsatz im Bau getrocknet werden soll, ist dieser Wert meistens nur durch eine lange Lagerung von mehreren Monaten oder einer technischen Trocknung des Holzes erreichbar.

Im Fall des Einsatzes von noch zu feuchtem Bauholz muss dieses nach Einbau im Gebäude nach- bzw. austrocknen. Dabei müssen eine ausreichende Belüftung bzw. Luftwechsel und Regendichtigkeit gegeben sein. Oft wird die Trockenzeit aus Zeitgründen nicht berücksichtigt und schon zu früh mit den folgenden Bau-schritten - wie Verputzen und Estrichlegen - begonnen, die wieder Feuchte in das Gebäude bringen und das Holz somit am Trocknen hindern. Aus diesen Gründen kann eine Trocknung nach Einbau zwar gelingen, birgt aber immer eine gewisse Gefahr.²⁶

Gipskartonplatten

Abgehängte Decken, insbesondere Gipskartonplattenbeplankungen bringen großes Gefahrenpotential beim Schimmelpilzbefall mit sich. Hier werden oft sehr feuchte Latten verbaut und durch das Schließen der Decke so eingekapselt, dass ein Trocknungsprozess sehr lange Zeit in Anspruch nimmt oder gar nicht erst möglich wird.

Ein Schimmelschaden ist zudem nicht sofort erkennbar und wird so oft erst sehr spät oder gar nicht festgestellt. Das Risiko für die Gesundheit ist gerade deshalb erheblich. Es bilden sich im Material oft feine Risse, die das Ansammeln von Nässe und somit das Wachstum der Pilze begünstigen.

Deshalb ist gerade bei der Lagerung viel zu beachten. Die Platten sollten auf einem geraden Untergrund gelagert werden und es muss unbedingt auf einen ausreichenden Abstand zwischen ihnen geachtet werden, um eine gute Belüftung sicherzustellen.

Die Gipskartonplatten sollten vor Einbau immer auf Mangelfreiheit und Feuchtigkeit überprüft werden, besonders bei Anlieferung bei regnerischem Wetter. Die

Holzfeuchte lässt sich dabei über ein Messgerät leicht feststellen.

Auch die Raumlufffeuchte im Zimmer, in dem die Platte eingebaut werden soll darf nicht zu hoch sein. In jedem Fall sollte der Feuchtigkeitswert der Luft unter 80% liegen. Wenn dieser Wert überschritten ist, ist vom Einbau abzuraten. Auch die Unterkonstruktion sollte trocken sein. Wenn deren Holz noch Feuchtigkeit abgibt, kann es zu Verformungen der Gipskartonplatten kommen. Es können sich sogar Risse in den Platten bilden. Natürlich könnte bei einer nassen Unterkonstruktion auch hier eine Schimmelpilzbildung vorliegen, die sich dann weiter ausbreitet.

Auch bei dem Einsatz auf Beton oder Mauerwerk ist wieder darauf zu achten, dass diese Materialien ausreichend trocken sind.

Wenn der Einbau im Winter erfolgt, sollte immer darauf geachtet werden, dass die Temperatur im Raum über 5°C liegt. Dabei sollte auf schnelles und starkes Aufheizen verzichtet werden, da sich sonst die Plattenlängen ändern können und sich Risse bilden.

Eine ausreichende Belüftung ist wie in allen Fällen sicherzustellen um Feuchtigkeitsbildung zu vermeiden.²⁷

Wärmedämmung

Unzureichende Wärmedämmung

Wenn eine Wärmedämmung nicht ausreicht, sorgen die niedrigen Außentemperaturen im Winter für eine niedrige Temperatur der Innenraumseite der Außenwände. Daraus kann Kondensat entstehen.

Der Schimmelpilz befällt an der Innenseite wird bedingt von den äußeren Bauteilen von deren Temperatur und Feuchtigkeit auf ihrer Oberfläche. Diese Faktoren werden vom Wärmedurchgangskoeffizienten, dem U-Wert der Außenwand und dem Wärmeübergangswiderstand, dem Rsi-Wert an der Innenseite der Außenwand und von der Temperatur und Feuchte im Innenraum beeinflusst.

Der U-Wert veranschaulicht dabei das Niveau der Dämmung vom jeweiligen Bauteil, welches zur Hülle des Gebäudes gehört. Eine schlechte Dämmung besitzt

²⁵ Vgl. Frössel (2003), S.97-100

²⁶ Vgl. Frössel (2003), S. 95

²⁷ Vgl. Frössel (2003), S. 100-102

dabei einen hohen Wärmedurchgang und der sich in einem hohen U-Wert darstellen zeigt.²⁸

Wärmebrücken

Wärmebrücken können an den Begrenzungen eines Bauwerkes, also den Wänden, Decken und Fußböden entstehen. Es kommt in diesem Zuge zum Überhang von Wärme nach außen oder in unbeheizte Räume, was zum Sinken der Oberflächentemperatur an der Innenseite der Bauteile führt. Einfluss auf das Entstehen von Wärmebrücken haben zum einen die räumlichen Bedingungen, wie die Ecken eines Zimmers, und zum anderen eine zu unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen. Auch hier kann die Möglichkeit des Befalls durch kalte Außentemperaturen verstärkt werden.

Wärmeübergangswiderstände

Wenn die Luftzirkulation beispielsweise durch Möbel oder Gardinen behindert wird, kann in den Gebäudeecken ein erhöhter Wärmeübergangswiderstand auftreten. So kann die warme Raumluft nicht bis in die Ecken gelangen. Besonders an den Decken, die an Außenwände angrenzen, sinkt die Oberflächentemperatur und es bildet sich Wasser.

Die Raumluftfeuchte kann so bis hinter die Möbel an die Wände dringen, während das bei der Luft nicht der Fall ist. Durch die Nässe kann sich hinter den Möbeln Schimmel an den Wänden bilden.²⁹

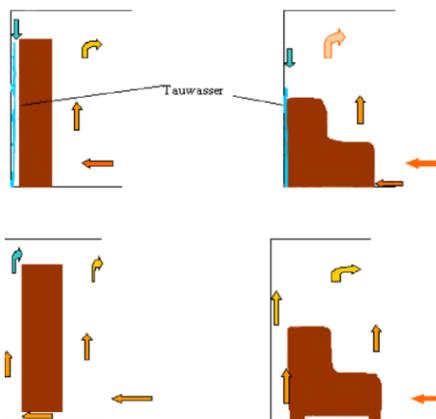


Abbildung 2: Luftzirkulationsbeeinflussung durch Möblierung

Betroffene Räume

Schlafzimmer

Das Schlafzimmer ist mit 40% der am meisten gefährdete Raum für einen Schimmelpilzbefall.³⁰

Hier tritt beim Befall besonders die Gattung Eurotium mit ihren Nebenformen in Erscheinung. Sie zeichnet eine für Schimmelpilze hohe Resistenz gegenüber Trockenheit und Säuren aus. Aus diesem Grund kann man sie auch im Innenraum finden, wo ihr Wachstum auf Wänden und Decken durch den Hausstaub möglich wird, den es Schlafzimmer häufig in Form des Matratzenstaubs gibt. Beim Bettenmachen wird zudem die Anzahl der Sporen in der Luft deutlich erhöht.

Die Eurotium-Arten selbst sind aber keine Krankheitserreger. Nur ihre Nebenfruchtformen aus der Gattung Aspergillus konnten bei Infektionen nachgewiesen werden. Grund hierfür ist die Veränderung der Wachstumsbedingungen bei einer Infektion und daraus folgende Reduktion der Vermehrung.

Die Nebenform Aspergillus glaucus kann zu Allergien und Atemwegserkrankungen führen.³¹

Zwischen November und Dezember ist die Wahrscheinlichkeit eines Befalls am größten, denn dann ist die Luftfeuchte im Raum besonders groß. Bedingt wird dies durch den hohen Temperaturunterschied zwischen innen und außen, gerade an den Wandoberflächen. Auch offenstehende Türen, ausgeschaltete Heizungen und zu kleine Zimmer sorgen dafür, dass sich die Schimmelpilze vermehren können.

Ein sichtbarer Schimmelschaden tritt aus diesen Gründen nicht selten nach einer etwa 14-tägigen Kälteperiode auf.³²

Wohnzimmer

Im Wohnbereich richtet sich die Konzentration der Schimmelpilzsporen stark nach der Sauberkeit und Nutzung. Umso geringer der Stauanteil ist, desto unwahrscheinlicher ist der Ausbruch von Schimmel. Die Befallswahrscheinlichkeit liegt bei etwa 15%.³³ Bei der Möblierung des Raumes sollte zudem darauf geachtet

werden, dass eine Luftzirkulation gut möglich ist. Auch Zimmerpflanzen können einen negativen Einfluss haben. Etwa 70% aller Zimmerpflanzen enthalten in ihrer Blumenerde Aspergillus fumigatus, welche sich durch eine hohe Temperatur auszeichnet, bis zu welcher ein Wachstum stattfinden kann. Ihre bevorzugte Temperatur zum Wachsen liegt zwischen 16 und 52°C. Neben der Blumenerde kann diese Art auch in Biotonnen oder Tapeten vorkommen.³⁴

Gerade bei immungeschwächten Personen kann diese Art ein hohes gesundheitliches Risiko darstellen. So können das Einatmen der Pilze und ihrer Sporen Asthma, eine schwere allergische Reaktion und eine Farmerlunge auslösen. Die sogenannte Farmerlunge geht mit Husten, Fieber und Schüttelfrost einher und kann bei einem chronischen Krankheitsverlauf sogar zu einer Lungenfibrose führen.³⁵

Verschlossene Räume

Gerade hier ist eine ausreichende Luftzirkulation oft nicht gegeben und löst den raschen Anstieg der Luftfeuchte aus. Solche Räume können Speisekammern, unbelüftete Hohlräume im Dachgeschoss, Kellerräume mit einer dichten Tür oder auch Hohlräume hinter einer Gipskartonvorsatzwand sein.³⁶

Spitzböden

Wenn diese keine Fenster für eine Belüftung besitzen oder trotz vorhandener Fenster nicht ausreichend gelüftet wird, kann sich beispielsweise durch die Klappe der Einstiegstreppe Feuchtigkeit ansammeln.

Feuchträume

Es gibt eine Gesamtbelastung an Pilzen, die sich zum einen aus den von außen eindringenden Pilzen und zum anderen aus den vom Menschen selbst stammenden Pilzspektrum, dem sogenannten anthropogenen Pilzen zusammensetzen. Bei den Pilzen, die sich außerhalb der Wände eines Hohlraumes befinden, handelt es sich zum größten Teil um Schimmelpilze, während die vom Menschen selbst abgegebenen Pilze eher Hefen

²⁸ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 49-50

²⁹ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 50-52

³⁰ Vgl. Frössel (2003), S. 411

³¹ Vgl. Paatsch (o.J.)

³² Vgl. Rauch (2007), S. 17

³³ Vgl. Frössel (2003), S. 411

³⁴ Vgl. Rauch (2007), S. 17

³⁵ Vgl. DocCeck (2020)

³⁶ Vgl. Rauch (2007), S. 17

und Dermatophyten darstellen. Die Schimmelpilze siedeln sich oft in den Fugen und Dichtungsmaterialien an. In privaten Badezimmern besteht in der Regel durch das regelmäßige Putzen und der geringen Nutzeranzahl keine besondere große Gefahr für die Gesundheit der Nutzer. Ein Befall tritt nur mit einer Wahrscheinlichkeit von knapp 10% auf.³⁷

Welche Auswirkungen können Schimmelpilze auf die Gesundheit haben?

Bei den gesundheitlichen Gefährdungen, die von Pilzen und ihren Sporen ausgelöst werden können, unterscheidet man zwischen der Infektion, der Allergie und der Vergiftung.

Infektionen

Infektionen, auch Schimmelpilz-Mykosen genannt, kommen nur sehr selten und wenn zumeist nur bei stark immungeschwächten Patienten vor. Zu den Körperstellen, an denen sich die Infektion zeigt, gehören die Haut, die Nasennebenhöhlen, die Ohren und am häufigsten die Lunge.

Es gibt nur wenige Schimmelpilze, die eine Infektion auslösen können. Zu den Pilzarten, bei denen dies möglich ist, gehört die Gattung *Aspergillus*, die ich zuvor schon als Form der Eurotium Pilze benannt hatte. Diese sind oft in Schlafzimmern zu finden.³⁸

Wenn die Lunge angegriffen wird, tritt in vielen Fällen eine Pulmonale Mykose auf. Betroffen sind dabei die unteren an der Atmung beteiligten Organe.

Auch die Aspergillose, die durch *Aspergillus*-Arten ausgelöst wird, ist eine potentielle Erkrankung. Diese Infektion betrifft häufig die Nasennebenhöhlen und die Lunge, in einigen Fällen aber auch andere Organsysteme, wie die Haut, den Magen-Darm-Trakt oder das Nervensystem.³⁹

Die Coccidioidomykose ist eine weitere Infektion, die sich aber im Wesentlichen auf Kalifornien, Mittel- und Südamerika beschränkt. Der Krankheitsverlauf

unterscheidet sich stark von Person zu Person und deren Immunsystem. Meistens verläuft die Krankheit harmlos und ist mit einer Entzündung der Atemwege vergleichbar. Im seltenen Fall eines schweren Verlaufes kann sich die Entzündung auf, innere Organe, Haut und Knochen ausweiten und dann oftmals sogar zum Tod führen.⁴⁰

Auch die Kryptokokkose ist eine Infektion, die durch den Pilz *Cryptococcus neoformans* oder *Cryptococcus neoformans gattii* verursacht wird. Der Pilz *Cryptococcus gattii* infiziert vor allem Menschen mit einem geschwächten Immunsystem. Bekannt wurde diese Infektion im Zusammenhang mit der AIDS-Epidemie. Zuvor waren Infektionen durch diesen Pilz relativ selten, doch seither stellt diese Infektion die häufigste potenziell tödliche Pilzinfektion bei Patienten mit AIDS dar. Eine Kryptokokkose durch *Cryptococcus gattii* kommt häufiger auch bei Menschen mit einem normalen Immunsystem vor.

In beiden Fällen ist normalerweise primär die Lunge betroffen. Am häufigsten breitet sich die Infektion zum Gehirn und Gewebe aus, welches das Gehirn und das Rückenmark umschließt. Eine Ausweitung auf die Haut oder anderes Gewebe, wie Knochen, Gelenke, Leber, Milz, Nieren und Prostata ist möglich, aber seltener. Bis auf Infektionen der Haut lösen diese Infektionen in der Regel aber wenig Symptome aus.⁴¹

Allergie

Nach dem Einatmen von Schimmelpilzen oder ihren Sporen kann es zu einer allergischen Reaktion kommen.

Bislang gibt es nur wenige Extrakte von Schimmelpilzen, die für die Allergietestungen verfügbar sind. Aus diesem Grund kann es passieren, dass die Betroffenheit von einem Pilz bei einem Test nicht erkannt wird. Für das Testverfahren gibt es momentan mehr typische Außenluftarten als Arten, die in Innenräumen auftreten. Das Ergebnis kann auch verfälscht werden, da eine Allergietestung nie mit nur einem möglichen Allergen durchgeführt wird. Durch die Kombination

unterschiedlicher Einzelallergene können verschiedene Ergebnisse feststellbar sein.

Der prozentuale Teil der Bevölkerung in Europa, der von einer Allergie auf Schimmelpilze in der Außen- oder Innenraumluft betroffen ist, liegt bei etwa 3 bis 10%. Die Betroffenen leiden meistens noch unter weiteren Allergien. In einem Test des Bundesumweltamtes von etwa 1.700 Kindern zwischen 3 und 14 Jahren besaßen ca. 6% Antikörper gegenüber mindestens einem der getesteten Innenraumschimmelpilze.

In einer anderen Untersuchung des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg wurden 490 Schulkindern untersucht. Von diesen waren 3,7% gegenüber Schimmelpilzen sensibilisiert, die überwiegend in der Außenluft vorkommen. Die Rate für innenraumbezogene Pilze war hier ziemlich gering.⁴² Die Sensibilisierung beschreibt hier den Prozess, in dem sich das Immunsystem mit einem Allergen auseinandersetzt und eine Abwehr gegen das Allergen entwickelt. Es handelt sich dabei nur um den ersten Kontakt, bei dem es noch zu keiner Erkrankung kommen kann.⁴³

Auftretende allergischen Reaktionen können heuschnupfenähnliche Symptome oder Asthma sein, die schon innerhalb weniger Minuten nach dem Einatmen von Pilzbestandteilen auftreten können. Bereits eine geringe Schimmelpilzkonzentration in der Außen- und Innenraumluft kann für allergische Reaktionen sorgen.

Es ist schwer nachzuweisen, ob bei einem Betroffenen zuhause ein Schimmelpilzbefall vorliegt, da auch immer eine Reaktion auf die Pilze in der Außenluft erfolgt. Auch ein Bluttest für die Bestimmung der speziellen Antikörper ist nicht von Nutzen, weil sich daraus keine Rückschlüsse auf das Vorhandensein einer Sensibilisierung oder den Schweregrad einer allergischen Reaktion ziehen lassen. Der Test zeigt nur, ob die Person irgendwann diesen Schimmelpilzen ausgesetzt war. Dabei kann nicht festgestellt werden ob dies beispielsweise in der Außenluft, am Arbeitsplatz oder in der Wohnung der Fall war.⁴⁴

³⁷ Vgl. Frössel (2003), S.411

³⁸ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 45

³⁹ Vgl. Huber (2016)

⁴⁰ Vgl. Marchionini/Götz (1963), S. 285

⁴¹ Vgl. Revankar (2019)

⁴² Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 41

⁴³ Vgl. Schmidt/Linnenmann (2019)

⁴⁴ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 42

Vergiftung

Vergiftungen wurden bislang fast ausschließlich an produktionstechnisch belasteten Arbeitsplätzen mit sehr hohen Schimmelpilzkonzentrationen festgestellt. Ob es reizende, toxische oder geruchliche Wirkungen bei Schimmelbefall in Innenräumen gibt, ist derzeit nicht bekannt. Bei Schimmelbefall wird normalerweise nicht geprüft, ob Substanzen von Schimmelpilzen und Bakterien, die im Innenraum auftreten, eine gesundheitliche Auswirkung haben können. Für eine solche Erfassung gibt es keine vorgeschriebenen Methoden und Bewertungsmaßstäbe.

Zu den möglichen Symptomen von Vergiftungen gehören Reizungen der Schleimhäute der Augen, die sich durch Brennen oder Tränen äußern können, ebenso wie die der Nase und daraus folgender Schnupfen, eine verstopfte Nase, die Reizung des Rachens mit Trockenheitsgefühl und Räuspfern.

Beobachtet wurden diese Symptome bei Arbeitnehmern, an deren Arbeitsplatz es mehrere Wochen zu einem sehr hohen Anstieg der mittleren Schimmelpilzkonzentrationen auf mehr 103 Sporen pro Quadratmeter kam.

In Studien, die in Innenräumen mit erhöhter Konzentrationen von Schimmelpilzen durchgeführt wurden, zeigten sich aber auch vergleichbare Reaktionen der Probanden. Wissenschaftler vermuten, dass Schleimhautreizungen durch bestimmte Bestandteile von Bakterien oder Schimmelpilzen sowie von Schimmelpilzen produzierten Stoffen bedingt sein könnten. Zu den in Frage kommenden Substanzen gehören Endotoxine, Mykotoxine, MVOC, PAMP, die aber in einem befallenen Raum - wie oben erwähnt - fast nie erfasst werden und eine Forschung so erschweren.⁴⁵

Welche Verantwortung trägt der Planer?

Eine Verpflichtung zur Berechnung oder Überprüfung von biophysikalischen Berechnungen gibt es auf Seiten des Auftragnehmers nicht. Dabei ist gerade die falsche Planung von Dampfsperren eine häufige Ursache für aus Feuchtigkeit

resultierende Schimmelschäden. Die Problematik liegt bei den Dampfsperren in der Materialauswahl, der Positionierung innerhalb einer Konstruktion und der Dichtheit und Sicherheit der Anschlüsse.

Das Wachsen von Schimmelpilzen an Dachkonstruktionen kann durch mehrere Faktoren ausgelöst werden. Dazu zählt der mangelhafte Einbau der Dampfsperre, ihre Ablösung nach gewisser Zeit, durch beispielsweise ein Verkleben auf einer staubigen Fläche und das Fehlen einer zusätzlichen mechanischen Fixierung, eine mangelhafte Dichtheit der Zugänge bei Spitzböden, und dadurch die Kondensation an der Dachkonstruktion durch das Reagieren der feucht-warmen Luft des Innenraums, die in diesem Zusammenhang in den Dachraum gelangen kann und dort auf kalte Luft trifft.

Wichtig ist die Frage der Verantwortlichkeit zu klären.

	Auftraggeber/ Unternehmer	Auftraggeber/ Bauherr	Planer/Architekt	Bauleitung
Holzfeuchte	verantwortlich			
Lagerung/Stapelung	bedingt verantwortlich			
Neubaufeuchte		bedingt verantwortlich		verantwortlich
Kondensat/Bauphase	bedingt verantwortlich			verantwortlich
Bautrocknung/Lüftung	bedingt verantwortlich			verantwortlich
Planung/Ausschreibung	bedingt verantwortlich		verantwortlich	
Bauausführung/Bauleitung	bedingt verantwortlich		bedingt verantwortlich	bedingt verantwortlich

Abbildung 3: Übersicht zur Verantwortung der Beteiligten bei Schimmelursachen

Wenn die Konstruktion austrocknet, ist ein Weiterwachsen der Pilze nicht möglich. Die Entfernung des abgestorbenen Myzels ist nicht zwingend geboten, aber empfehlenswert, da es Allergien auslösen kann. Das trockene Pilzmyzel kann unter Verwendung einer Atemschutzmaske abgebürstet werden.

Die Materialoberfläche kann mit einer Mischung aus 10%igen-Ammoniaklösung und 10%igem Wasserstoffperoxid eingesprüht werden. Bei einem geringen Befall reicht auch schon eine einfache Essiglösung. Die durch den Schimmelbefall entstandenen Verfärbung bleiben zumeist bestehen.

Während der Bauphase ist eine ausreichende Belüftung oftmals nicht gegeben. Die Fenster sind, um Schmutz und Kratzer zu vermeiden, noch eingepackt. So bleiben die Räume geschlossen. Luftzirkulation- und Austausch, der für eine gute Raumluft und niedrige Feuchte nötig ist, bleibt aus. Die feucht-warme Luft im Inneren steigt dann nach oben und bildet Kondensationswasser.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Feuchte als Begünstiger eines möglichen Schimmelpilzbefalls zu kontrollieren ist. Besonders sind dabei auf die Trockenheit der Baumaterialien und eine gute Lüftung zu achten. Die Feuchte ist immer mit einem Messgerät zu überprüfen, sowohl vor als auch während der Einbauphase. So kann das Risiko minimiert und ein

⁴⁵ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 43

angenehmes Wohnen gewährleistet werden.⁴⁶

Was kann man tun, damit ein Befall erst gar nicht auftritt?

Die ausschlaggebenden Faktoren in der Schimmelbildung lassen sich in drei zentrale Punkte untergliedern:

- bauliche Einflussgrößen
- nutzungsbedingte Einflussgrößen z.B. unzureichendes oder unsachgemäßes Heizen und Lüften
- sonstige Einflussgrößen z.B. Wassereintritt durch Havarien oder Hochwasser

Zu den baulichen Einflussgrößen gehören eine schlechte Wärmedämmung, Wärmebrücken, schlechte Feuchtepufferung von Materialien, wasserdurchlässige Stellen in der Gebäudehülle, Lecks, Neubaufeuchte und aufsteigende Feuchte durch unzureichende Abdichtung gegenüber dem Erdreich.

Nutzungsbedingte Einflussgrößen werden maßgeblich durch unzureichendes oder unsachgemäßes Heizen und Lüften beeinflusst.

Sonstige Einflussgrößen ergeben sich zudem oft aus einmaligen Schadenereignissen wie Havarien oder Hochwasser.

Das Entstehen von Feuchteschäden ist oftmals durch eine Kombination der genannten Einflussfaktoren bedingt.

Vorbeugung

Bei der Vorbeugung steht im Fokus dieser Ausführungen immer die Reduzierung von Feuchtigkeit. Schimmelpilzbegünstigende Temperatur, Nährstoffe und pH-Wert sind in Innenräumen fast immer gegeben und im Gegensatz zur Feuchtigkeit nur schwer veränderbar.

Ich unterscheide im ersten Schritt zwischen den von Planer zu beachtenden

und den vom Nutzer zu beachtenden Aspekten.

Das Vermeiden von Wärmebrücken und Undichtheiten in der Gebäudehülle, die Abdichtung der erdberührten Bauteile, besondere bauliche Schutzmaßnahmen in Hochwassergebieten sowie gut funktionierende Lüftungssysteme und Heizungsanlagen sind dabei auf Seiten des Planers zu berücksichtigen. Zudem sollte er darauf achten, dass keine feuchten Baumaterialien eingebaut werden und eine Trocknung von Baufeuchte sichergestellt wird.

Der Nutzer muss in seinem alltäglichen Leben im Gebäude auf eine ausreichende Lüftung und richtiges Heizen achten und das Gebäude bei Bauabnahme gründlich - gegebenenfalls unter Einbeziehung eines Fachmannes - auf seine Mangelfreiheit (bezogen auf die beim Planer genannten Aspekte) überprüfen und regelmäßige Inspektionen durchführen lassen.

Natürlich liegt die alleinige Verantwortung nicht bei einer Person. Beide Parteien sollten sich gegenseitig kontrollieren und aufklären.

Nutzungsfehler

Richtiges Lüften

Fensterlüften:

Beim Lüften geht es zum einen darum, alte und verbrauchte Luft durch neue frische Luft auszutauschen, aber auch darum, Feuchtigkeit aus der Raumluft nach außen abzugeben.

Dabei wird zwischen den Jahreszeiten insofern unterschieden, als dass sich im Winter die hineinströmende Außenluft aufwärmt und eine Wasseraufnahme stattfindet und im Sommer die Außenluft abkühlt und Wasser abgegeben wird.

Lüften kann man auf verschiedene Arten.

Zum einen können sämtliche Fenster und Türen offen und so in kurzer Zeit einen kompletten Luftaustausch ermöglichen. Genannt wird diese Art und Weise Stoßlüften. Wenn so jedoch über einen längeren Zeitraum gelüftet wird, findet nur eine geringe Feuchtigkeitsabgabe statt, da die

„Aufwärmphase“ fehlt, in der sich die Außenluft erwärmt und dabei Wasser aufnimmt. Deshalb sollten zwischen dem Stoßlüften immer Pausen zur Erwärmung der Luft gelassen werden oder ein Fenster nur einen Spalt geöffnet werden. Genannt wird diese Technik dann Spaltlüf-

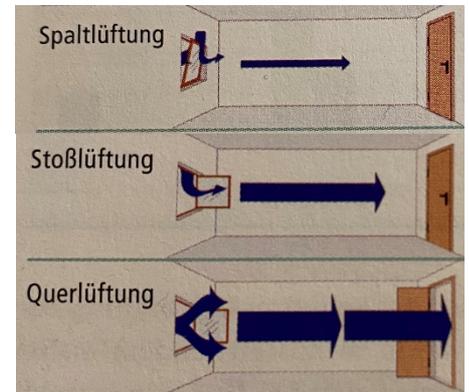


Abbildung 4: Prinzipien der Fensterlüftung

tung. Besonders effizient ist es, gegenüberliegende Fenster zu öffnen, was als Querlüften bezeichnet wird. Der Luftwechsel in Wohnräumen sollte im Idealfall einmal pro Stunde stattfinden.

Es lassen sich einige Faustregeln formulieren:

- bei einmaligem Lüften pro Tag – unterschieden nach der möglichen Tageszeit:
 - am Morgen: mindestens 45 Minuten
 - am Mittag: mindestens 60 Minuten
 - am Abend: mindestens 90 Minuten
- bei zweimaligem Lüften pro Tag:
 - 40 Minuten pro Lüftung
- bei viermaligem Lüften pro Tag:
 - 35 Minuten pro Lüftung
- bei sechsmaligem Lüften pro Tag:
 - 30 Minuten pro Lüftung

Am energieeffizientesten ist es, mehrmals am Tag für eine kürzere Zeit zu lüften.⁴⁷

⁴⁶ Vgl. Frössel (2003), S. 102-104

⁴⁷ Vgl. Frössel (2003), S. 409-412

Lüftungsanlagen:

In einigen Fällen sollte das Lüften über die Fenster durch eine Lüftungsanlage ergänzt oder überhaupt erst sichergestellt werden. Innenliegende Badezimmer stellen beispielsweise solche Fälle dar. Hier kommen oftmals ventilatorunterstützte Abluftschächte oder Schachtlüftungen genannt zum Einsatz. Dabei führt ein Lüftungsschacht über das Dach entlüftet die Räume durch den natürlichen Auftrieb.

Auch passive Lüftungsöffnungen, wie Schlitze oder Öffnungen in Fenstern und Türen können einen Luftaustausch unterstützen, reichen aber meistens nicht für die Entfeuchtung.

In beiden Varianten ist die Menge an Frischluft nicht zu steuern. So wird im Winter nicht selten zu viel und im Sommer zu wenig Luft ausgetauscht und es kommt zu Energieverlusten.

Besser eignet sich demnach eine Abluftführung mittels Ventilator, die die Feuchteabfuhr deutlich besser und gezielter sicherstellen kann. Wenn keine allzu hohe Außenluftfeuchte vorliegt, reicht eine einfache ventilatorgestützte mechanische Abluftanlage für eine ausreichende Entfeuchtung aus. Sie reichen bei dichten Gebäuden jedoch nicht für einen ausreichenden Luftwechsel.

Abluftanlagen saugen die Abluft aus den am meisten belasteten Räumen wie Küche und Badezimmern mittels eines Ventilators ab und transportieren diese über einen Luftkanal nach außen. Nach diesem Vorgang ist es wichtig, dass neue frische Luft nachströmen kann. Dafür werden Außenluftdurchlässe eingebaut. Eine regelmäßige Wartung der Anlagen ist von großer Bedeutung, da verschmutzte Filter die Luftströmung verhindern können und so die Luftfeuchte steigt.

Einen verhältnismäßig kleinen Eingriff für eine gute Lüftung stellt eine bedarfsorientierte mechanische Fensterlüftung dar. Mittels kleiner Motoren werden bei erhöhter Luftfeuchte, zu hohen Temperaturen oder zu hohen CO₂-Werten die Fenster automatisch geöffnet und bei Erreichen der gewünschten Werte wieder verschlossen. Auch ein Geschlossenbleiben bei Regen und starkem Wind ist durch Sensoren gewährleistet. Der Einbau ist

verhältnismäßig einfach und ermöglicht eine automatisierte Nachtlüftung im Sommer.

Zu- und Abluftanlagen, die im Regelfall mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet sind, haben den Vorteil, dass sie vom Nutzungsverhalten unabhängig sind und so beispielsweise auch bei dessen Abwesenheit Luft austauschen. Man sollte auf eine regelmäßige Wartung und Kontrolle achten. Man unterscheidet zwischen Lüftungsanlagen, die die Luft transportieren und in einigen Fällen auch zusätzlich temperieren, und Klimaanlageanlagen, die mit zusätzlicher Belüftung und Entfeuchtung bzw. Kühlung arbeiten. Im Neubau ist mittlerweile ein Einbau einer Lüftungsanlage Standard.

Oft gibt es eine zentrale Anlage für das gesamte Gebäude, die die Luft aus und in einzelne Wohnungen oder Büroeinheiten transportiert, oder dezentrale Einzelgeräte für die jeweiligen Räume.

Zentrale Lüftungsanlagen saugen mit einem Ventilator Raumluft aus Abluft-Räumen, wie Küchen und Bädern ab und leiten Zuluft mit einem zweiten Ventilator über Luftkanäle in die Wohnung oder Büros. In den kalten Jahreszeiten wird die Energiebilanz des Gebäudes durch die Wärmerückgewinnung der Anlage verbessert. Neuere Anlagen arbeiten zudem oft mit Feuchterückgewinnung, einer Bedarfsregelung über Sensoren, oder sie messen die Außenluftfeuchte und reduzieren die Luft bei einem hohen Wert.

Dezentrale Geräte werden meistens an der Außenwand neben dem Fenster oder im Bereich der Fensterbank angebracht. Vorteil gegenüber einer zentralen Anlage ist, dass keine längeren Lüftungsleitungen gebraut werden. Auch hier kommen Sensoren zum Einsatz oder bestimmte Zeiten können eingestellt werden. Es ist auf leise Ventilatoren zu achten, gerade wenn es sich um Räume handelt, in denen man sich länger aufhält.⁴⁸

Richtiges Heizen:

Es sollten alle Räume in einem ausreichenden Maß geheizt werden, da kühlere Luft weniger Wasser

aufnehmen kann als wärmere Luft und somit auch mehr Feuchte entziehen kann.

Besonders im Schlafzimmer ist das richtige Heizen wichtig. Weil ein Mensch in jeder Nacht ungefähr ¼ Liter Wasser abgibt, sollte die Temperatur im Raum nicht zu niedrig sein, im besten Falle nicht unter 16 °C. Türen zu wärmeren Räumen sollten geschlossen gehalten werden und ausreichend gelüftet werden. Möbel sollten bei schlecht gedämmten Gebäuden möglichst an den Innenwänden und ansonsten in einigen Zentimetern Abstand von Außenwänden aufgestellt werden.

Ein großes Problem ergibt sich oft bei ungenutzten Räumen wie Lagern. Auch diese sollten wegen der besseren Wasseraufnahme zumindest etwas beheizt werden und immer geschlossen bleiben, um eine Übertragung der Feuchte zu verhindern.

Bei der Reduzierung der Heiztemperatur in der Nacht und bei Anwesenheit zugunsten der der Energieeinsparung sollte immer die Raumluftfeuchte kontrolliert werden, damit sich keine Feuchtigkeit an kalten Wandoberflächen bildet.

Der Heizkörper sollte nicht zugehängt oder zugestellt werden, damit die gewünschte Temperatur immer erreicht werden kann.⁴⁹

Bauliche Fehler

Vermeidung feuchter Baumaterialien und Baufeuchte

Ein wichtiger - bereits angesprochener Gesichtspunkt ist die Trockenheit der Baumaterialien, gerade des Bauholzes durch den Einbau von bereits ausreichend trockenem Material oder durch einen unter guten Bedingungen stattfinden Nachtrocknungsprozess.

⁴⁸ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 74-86

⁴⁹ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 87

Außerdem muss die Baufeuchte durch richtiges Lüften und ausreichend lange Trockenzeiten während der einzelnen Bauschritte reduziert werden.

Einsatz einer guten Wärmedämmung

Eine gute Wärmedämmung sollte sichergestellt werden, um die Temperatur auf der Innenseite der Außenwände möglichst hoch zu halten und so eine Bildung von Kondensat zu vermeiden.

Gute Abdichtung der Außenhülle

Es gibt verschiedene Wege, wie Feuchtigkeit in die Baukonstruktion gelangen kann. Oft spielen bauliche Fehler dabei eine Rolle.

Das Wasser kann von außen eindringen. Das geschieht beispielsweise durch Schlagregen über die Außenwände, wenn kein ausreichender Schutz vorhanden ist. Wenn Wasser ins Gebäude gelangt, geschieht dies in der Regel durch undichte Anschlussfugen beispielsweise bei Fenstern oder Undichtheiten im Dach, aber auch durch mangelhafte Abdichtung von Mauerwerk, Fundamenten und Kellerwänden gegen zum Erdreich.

Kontrolle von der Dichtheit von Leitungen und Dichtungen

Undichtheiten und Lecks sind ein weiteres zentrales Problem. Hier können über Leitungswasserschäden, undichte Heizungsrohre, geplatzte Schlauchverbindungen oder mangelhafte Abdichtung der Armaturen große Mengen an Wasser in die Konstruktion des Gebäudes gelangen.

Sachgemäße energetische Modernisierung sicherstellen

Bei der Modernisierung von Gebäuden ist die Einflussnahme auf den Feuchtehaushalt der Raumluft und der Baumaterialien zu achten.

Wenn eine gute Wärmedämmung richtig angebracht wird, kann dies beispielsweise durch die höheren Temperaturen

an der Innenseite der Außenwände und der Reduktion von Wärmebrücken einen positiven Einfluss haben.

Beim Austausch von Fenstern kann die Vergrößerung der Dichtheit des Gebäudes den Luftaustausch verringern und so den Schimmelpilzbefall sogar fördern

Bei Fehlern im Einsatz von Innendämmungen kann die Möglichkeit des Wachstums von Schimmelpilzen erhöht werden, obwohl ein richtiger Einsatz durch die Erhöhung der Oberflächentemperatur außenliegender Bauteile eigentlich gegenteiligen Einfluss hat. Entsprechendes gilt für mangelhafte Abdichtungen aus.⁵⁰

Sonstige Faktoren

Besonders im Falle von Hochwasser kommt es zu einem enormen Eindringen von Nässe ins Bauwerkinnere. Bei diesen nicht zu beeinflussenden Ereignissen kann oft ein großer Schaden entstehen.

Bei von Hochwasser gefährdeten Gebieten sollten Schutzmaßnahmen in der Planung des Gebäudes einbezogen werden.

Schlussfolgerungen

Allgemein ist immer eine schnellstmögliche Ursachenermittlung für den Befall von zentraler Bedeutung.

Dabei sind besonders die Gründe für eine erhöhte Feuchtigkeit festzustellen. Ein Befall ergibt sich oft aus der Kombination verschiedener Ereignisse und ist somit oft

nicht auf einen alleinigen Sachverhalt zurückzuführen.

So kann beispielsweise das Zusammenspiel von Wärmebrücken, geringer Innenraumlufttemperatur, niedriger Bauteiltemperatur und hoher Luftfeuchte auslösen, auch wenn ein Faktor alleine nicht für Schimmelbildung gesorgt hätte.

Um die Ursachen zu ermitteln, muss neben der Konstruktion des Gebäudes auch das Nutzerverhalten analysiert werden.⁵¹

Was sind die wichtigsten Aspekte, die man im Kopf behalten sollte?

In der Vorbeugung gegen Schimmel ist die Feuchtigkeitsbekämpfung elementar. Als Planer sollte man immer auf eine gute Gebäudekonstruktion unter Berücksichtigung bauphysikalischer Berechnungen, sachgemäßen Einbaus und ausreichender Trocknungszeiten achten. Auch die Positionierung von Möbeln im Raum und zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen beispielsweise im Falle eines Gebäudestandortes in einem Risikogebiet für Hochwasser sollte Beachtung finden.

Auch der Nutzer kann mittels seines Verhaltens einem Befall vorbeugen. Er sollte auf richtiges Lüften und Heizen achten und regelmäßige Kontrollen und Sanierungen durchführen.



Abbildung 5: Feuchteschaden im Innenraum

⁵⁰ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 60, S.62

⁵¹ Vgl. Umweltbundesamt (Hg.) (2017), S. 67

Literatur

DocCheck Medical Services GmbH (Hg.) (2020): *Aspergillus fumigatus*
URL: https://flexikon.doc-check.com/de/Aspergillus_fumigatus [eingesehen am 10.07.2020]

DocCheck Medical Services GmbH (Hg.) (2020): *Mykotoxin*
URL: <https://flexikon.doc-check.com/de/Mykotoxin> [eingesehen am 09.07.2020]

Duden (Hg.) (o.J.): *Schimmelpilz*
URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Schimmelpilz> [eingesehen am 05.07.2020]

Frössel, Frank (2003): *Schimmelpilze und andere Innenraumbelastungen*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag

Huber, Pascale (2016): *Apergillose*, Net-Doktor (Hg.),
URL: <https://www.netdoktor.de/krankheiten/aspergillose/> [eingesehen am 10.07.2020]

Kück, Ullrich/Nowrousian, Minou/Hoff, Brigitt/Engl, Ines (2009): *Schimmelpilze Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung*, Heidelberg: Springer Verlag

Marchionini, Alfred/Götz, Hans (1963): *Die Pilzkrankheiten der Haut durch Hefen, Schimmel, Aktinomyeten und Verwandte Erreger*, Heidelberg/Berlin: Springer Verlag

Mücke, Wolfgang/Lemmen, Christa (2004): *Schimmelpilze Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmaßnahmen*, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH

Paatsch, Thomas (o.J.): *Eurotium*
URL: <http://www.schimmel-schimmelpilze.de/eurotium.html>, [eingesehen am 09.07.2020]

Rauch, Peter (2007): *Schimmelpilze in Wohngebäuden - Ursachen, Vermeidung, Sanierung*

Revankar, Sanjay (2019): *Kryptokokkose*, MSC Manual (Hg.)
URL: <https://www.msdmanuals.com/de-de/heim/infektionen/pilzinfektionen/kryptokokkose> [eingesehen am 09.07.2020]

Schmidt, S./Linnemann, J., Allum (2019): *Sensibilisierung*, Allum (Hg.)
URL: <https://www.allum.de/krankheiten/allergie/sensibilisierung-symptome-ausloeser> [eingesehen am 11.07.2020]

Spektrum Akademischer Verlag (Hg.) (1999): *Mikrobiologie*, Heidelberg
URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/mikrobiologie/> [eingesehen am 05.07.2020]

Spektrum Akademischer Verlag (Hg.) (1999): *Mycel*, Heidelberg
URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/mycel/> [eingesehen am 06.07.2020]

Umweltbundesamt Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes (Hg.) (2017): *Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden*
URL: www.umweltbundesamt.de/publikationen [eingesehen am 05.07.2020]

Bilder

(1) *Isoplethensystem Aspergillus restictus* (Bild: © Seldbauer, IBP) (einspaltig)

(2) *Luftzirkulationsbeeinflussung durch Möblierung* (Bild: © Peter Rauch) (einspaltig)

(3) *Tabelle zur Verantwortlichkeit* (Bild: © Fraunhofer IRB Verlag) (zweispaltig)

(4) *verschiedenen Fensterstellungen zum Lüften* (Bild: © Fraunhofer IRB Verlag) (einspaltig)

(5) *Feuchteschaden* (Bild: © Umweltbundesamt) (zweispaltig)

(Zeichen: 44.170)

Zur Person



Meike Risse

Ich bin eine 22-jährige Innenarchitekturstudentin, die in Magdeburg geboren und aufgewachsen ist. Schon zur Schulzeit zeigte sich im Wahlfach Architektur mein Interesse an der Gestaltung von Gebäuden und deren Innenräumen. Nach dem Beenden der Schule entschloss ich mich deshalb ein Studium an der Detmolder Schule für Architektur und Innenarchitektur aufzutreten. Dort konnte ich besonders im Rahmen der Projekte und im Praxissemesters im Büro r2 in Berlin viele Erfahrungen im Entwurf von realen Projekten sammeln und dort auch feststellen, wie wichtig die Baustoffwahl ist.

Kontakt:

E-Mail: meike.risse@stud.th-owl.de