

MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

Verfasser: Markus Durrer

Version: E_2010-1

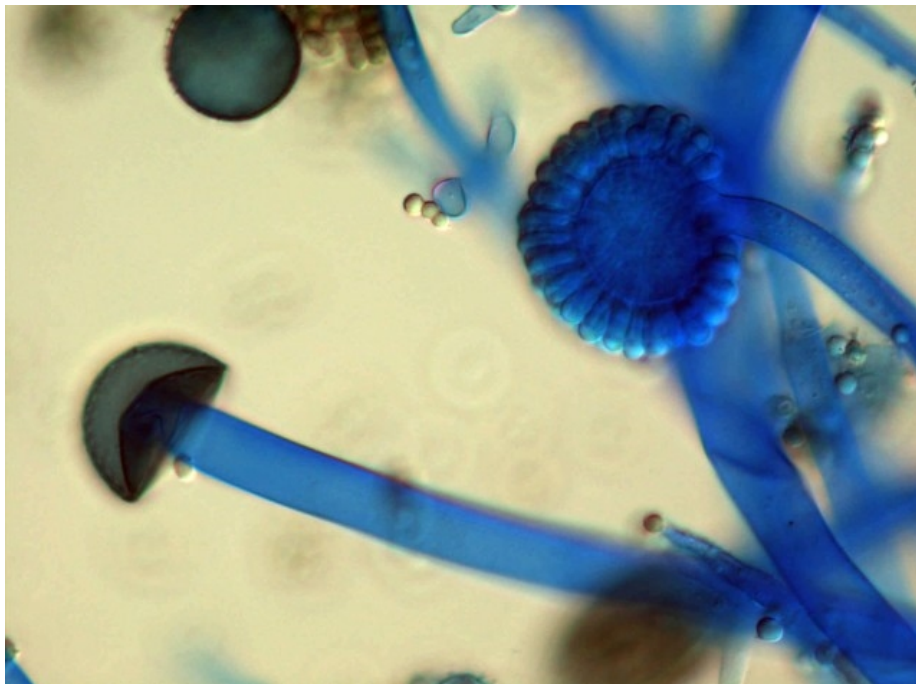


Bild: Contrat GmbH - Syncephalastrum racemosum Schimmelpilz im Lichtmikroskop bei 400-facher Vergrößerung

ENTWURF

Schimmel-, Hefepilze & Bakterien
Informationen zu Schimmelpilz- & Feuchteschäden,
wie auch zu dessen nachhaltiger Sanierung.



Inhaltsübersicht

1. Grundlagen zu Mikroorganismen.....	3
1.1 Schimmelpilze.....	3
1.1.1 Bedingungen für Schimmelpilze in Gebäuden.....	4
1.1.2 Gesundheitliche Gefährdung durch Schimmelpilze.....	5
1.2 Hefepilze.....	6
1.2.1 Hefepilze in Innenräumen.....	6
1.2.2 Gesundheitliche Gefährdung durch Hefepilze.....	6
1.3 Bakterien.....	6
1.3.1 Bakterien in Innenräumen.....	7
1.3.1 Gesundheitliche Gefährdung durch Bakterien.....	7
2. Sanierung von mikrobiellem Befall & Wasserschäden.....	8
2.1 Abklärung der Ursache und Ausmass des Schadens.....	8
2.1.1 Erste Schritte.....	8
2.1.2 Ursache(n) ermitteln.....	10
2.1.3 Wer soll die Schimmelpilzsanierung durchführen?.....	11
2.2 Dekontamination des mikrobiellen Befalls von Bauteilen.....	12
2.2.1 Entfernung des mikrobiologischen Befalls.....	12
2.2.2 Massnahmen wenn die Entfernung nicht möglich ist.....	13
2.2.3 Chemische Desinfektionsverfahren.....	14
2.2.4 Schutzmassnahmen während der Sanierung.....	17
2.2.5 Feinreinigung.....	18
2.3 Dekontamination von technischen Anlagen und Inventar.....	19
2.3.1 Raumluftechnische Anlagen.....	19
2.3.2 Sanitäre Anlagen und Apparaturen.....	19
2.3.3 Einbauten in Aussenwänden.....	20
2.3.4 Mobiliar und Inventar.....	20
3. Beseitigen der Ursachen für die Feuchtigkeit.....	21
3.1 Trocknung feuchter Bauteile.....	21
3.2 Zu hohe Raumlufteuchte.....	23
3.3 Wärme- & Feuchteschutz.....	23
3.3.1 Wassereintritt von undichten Dächern, Balkonen, Schlagwasser.....	23
3.3.2 Kondensation feucht-warmer Luft beim Austritt aus dem Gebäude.....	23
3.3.3 Feuchtigkeit aus dem Erdreich.....	23
3.3.4 Oberflächentemperaturen im Bereich des Taupunktes.....	24
3.3.5 Wärmedämmung technischer Gebäudeeinrichtungen.....	24
3.4 Pilzhemmende Putze und Farben.....	24
3.4.1 Empfehlenswerte Sanierungsprodukte.....	25
3.4.2 Nicht zu empfehlende Sanierungsprodukte.....	25
4. Geruchsbeseitigung.....	25
5. Glossar & Verzeichnisse.....	28
5.1 Glossar.....	28
5.3 Literaturverzeichnis.....	33
5.4 Adressen.....	35
5.4.1 Sachverständige und Fachplaner.....	35
5.4.2 Sanierungsunternehmen.....	36
5.4.3 Desinfektionsmittel & Baustoffe.....	36

1. Grundlagen zu Mikroorganismen

Unter der Bezeichnung Mikroorganismen werden in der Regel sehr kleine, oft einzellige Organismen zusammengefasst. Einzel sind sie nur unter dem Mikroskop sichtbar. Sammeln sich eine grosse Zahl von Mikroorganismen zu einer Kolonie an, entsteht ein Fleck, der mit dem blossen Auge sichtbar wird.

Zu den Mikroorganismen werden im allgemeinen die Bakterien, Hefe- und Schimmelpilzen, (Klein-)algen und die höheren Einzeller (Protozoen) gezählt. Von den genannten Organismen sind die Viren als nicht-zelluläre Teilchen abzugrenzen, weil sie keinen eigenen Stoffwechsel besitzen und somit auf fremde Zellen angewiesen sind. Mikroorganismen sind überall auf der Welt anzutreffen, am häufigsten im Humus, aber auch in der Antarktis und Berggipfeln. Sie spielen eine wichtige Rolle beim Abbau von organischem Material, auch in unserem Körper.

Beim Stoffwechsel von Mikroorganismen fallen auch sogenannte MVOC (microbial volatile organic compounds) an, die dank ihrem leichtflüchtigen Eigenschaften in die Luft gelangen können. Diese beim Wachstum von Schimmelpilzen und Bakterien entstehenden gasförmigen Stoffe fallen in schlecht gelüfteten Räumen oft mit einem typischen moderigen Geruch auf und können in eher seltenen Fällen toxische Eigenschaften haben.

Bei der Untersuchung von Gebäuden auf Feuchtigkeitsschäden wurden lange Zeit nur Schimmelpilze berücksichtigt. Heute weiss man, dass in und auf feuchten Bauteilen in den meisten Fällen auch Bakterien wachsen, die ebenso zur Geruchsbelastung beitragen und auch eine gesundheitliche Gefährdung darstellen können.

Eine grosse gesundheitliche Bedeutung kommt der mikrobiologischen Hygiene in raumlufttechnischen Anlagen (Lüftungs-, Klimaanlage, Kühldecken usw.) zu, die von Baufachleuten und technischen Gebäudeausrüstern bis heute zu wenig ernst genommen wird. Dieser Thematik nimmt sich das Kapitel Hygiene raumlufttechnischer Anlagen in unserer **Dokumentation RKP DOK 38** „LUFTQUALITÄT, LUFTWECHSEL & LÜFTEN“ an.

1.1 Schimmelpilze

Schimmelpilze sind ein natürlicher Teil unserer Umwelt und daher auch in Innenräumen vorhanden. Die Vermehrung von Schimmelpilzen in Innenräumen über das natürliche Mass hinaus kann ein hygienisches Problem darstellen.

Schimmelpilze ist ein Sammelbegriff für verschiedene Mikropilze (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota* und *Fungi imperfecti*), die typische Pilzfäden und Sporen ausbilden können und dadurch makroskopisch als (oft gefärbter) Schimmelbelag sichtbar werden.

Die einzelnen Schimmelpilze werden mit einem lateinischen Doppelnamen bezeichnet. Dabei steht der erste Teil des Namens für die übergeordnete Gattung (z.B. *Aspergillus*, *Penicillium*), der zweite Teil benennt die einzelne Art (z.B. *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium chrysogenum*).

Schimmelpilze bilden in der Wachstumsphase Zellfäden (Hyphen), deren Gesamtheit man als **Myzel** bezeichnet. Da diese Fäden meist farblos sind, ist der Schimmelpilz in dieser Phase normalerweise mit dem blossen Auge nicht sichtbar. Zur Vermehrung und Verbreitung bilden Schimmelpilze asexuelle Verbreitungsorgane (Sporangiosporen und Konidien) und, viel seltener, sexuelle Verbreitungsorgane (Zygosporen, Ascosporen). Alle Verbreitungsorgane werden im folgenden unter dem Begriff „**Sporen**“ zusammengefasst. Da die asexuellen Sporen meist in grosser Zahl produziert werden und oft gefärbt sind, werden die Schimmelpilze in diesem Stadium mit blossen Auge (z.B. als Schimmelpilzflecken) sichtbar.

Schimmelpilzsporen umfassen mit wenigen Ausnahmen den Grössenbereich von 3 bis 20 µm (maximaler Bereich 2-100 µm). Die meisten Sporen haben Durchmesser unter 10 µm. Sie können damit eingeatmet werden, getragen von der Luft schweben und mit dem Wind über weite Strecken transportiert werden. Normale Staubsäcke von Staubsaugern vermögen die



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

kleinen Sporen nur ungenügend zurückzuhalten. Durch spezielle Filter (sogenannte HEPA-Filter) kann verhindert werden, dass sie wieder in die Raumluft gelangen.

1.1.1 Bedingungen für Schimmelpilze in Gebäuden

Schimmelpilze gelangen durch Lüften oder durch Personen und Tiere als Träger in Innenräume, was unter normalen Bedingungen zu keinen Problemen führt. Setzen sich Sporen aber auf feuchte Materialien ab und kommen organische Stoffen als Nahrung dazu, sind die Voraussetzungen gegeben, die sie zum Wachsen und Gedeihen benötigen. In Innenräumen gibt es aus verschiedenen Gründen feuchte Stellen. Wasser kann als Folge von Schlagregen, durch defekte Dachabdeckungen, Stauwasser oder Mauerrisse von aussen eindringen. Feuchtigkeit kann auch innerhalb von Mauern oder diesen entlang aus dem Erdreich aufsteigen. Wasserleitungen können lecken und innerhalb kurzer Zeit Wände durchfeuchten. Der häufigste Grund basiert aber auf dem subtilen Zusammenspiel zwischen Raumluftfeuchtigkeit und der Oberflächentemperatur von Materialien. Die Luft kühlt an kalten Oberflächen ab und nimmt dabei an relativer Feuchtigkeit zu, bis diese sich der Sättigung (100%) nähert. Ausgeschiedene Wassertröpfchen schlägt sie sich an der Oberfläche nieder (Kondensation-, Tauwasser). Bleibt an solchen Stellen die Feuchtigkeit über längere Zeit bestehen, ist ein Schimmelproblem nur eine Frage der Zeit.

Für das Schimmelpilzwachstum ist schlussendlich nicht direkt die Luftfeuchtigkeit im Raum (Raummitte) massgebend, als vielmehr die Feuchtigkeit sehr nahe der Materialoberflächen. Liegt diese oberflächennahe Luftfeuchtigkeit während einiger Tage bei annähernd 80 Prozent (Wasseraktivität, aw: 0.8), entwickeln sich aus den Schimmelpilzsporen wuchernde Pilzkörper (die ideale Feuchtigkeit ist von der Schimmelpilzart abhängig). Für das Wachstum müssen organische Stoffe vorhanden sein. Der Pilz scheidet Verdauungseiweisse aus, welche die Wachstumsunterlage soweit möglich in verwertbare Nährstoffe zerlegen.

Besonders gern mögen Schimmelpilze Papier, Karton und Tapeten oder das weitgehend verarbeitete Holz von Span- und Holzfaserverplatten. Doch auch Hautschuppen, die Ausscheidungen von Schaben und Hausstaubmilben sowie Farben und Klebstoffe sind beliebt. Grundsätzlich sind verschmutzte Materialien anfälliger auf Schimmelbewuchs als saubere. Organische Materialien wie Nahrungsmittel und Leder sind empfindlicher gegenüber Pilzbefall als mineralische wie Steinplatten, Sanitärkeramik oder Glas. Bereits eine leichte Verschmutzung, z.B. durch Hausstaub oder Substanzen aus dem Zigarettenrauch wie Nikotin und Teer genügt, um die bescheidenen Nahrungsansprüche dieser Pilze zu befriedigen.

Eingeschränkt wird das Wachstum einiger Pilzarten durch alkalische Baumaterialien (über pH10) wie roher Beton, frischer Zement-, Anhydritestrich oder Kalk. Eine Feuchtigkeit unter 65 % (auf Materialoberflächen aw: 0.65) führt bei den meisten Pilzen zu Wasserentzug und schliesslich zum Absterben der Schimmelpilze. Vernichtet sind sie damit aber noch lange nicht, es verbleiben keimfähige Sporen, die das Überleben des Pilzes sichern, bis erneut ausreichend feuchte Bedingungen herrschen.

In Wohn- und Kellerräumen präsentiert sich das Problem unterschiedlich

In Wohnräumen sind wir mit Feuchtigkeitsprobleme meist im Herbst und Winter konfrontiert. Im Herbst ist die milde, feuchte Aussenluft, die beim Lüften nur mässig Feuchtigkeit abführt, zusammen mit der kalten Gebäudehülle problematisch. Im Winter hingegen sind die besonders kalten Aussentemperaturen unter null Grad kritisch.

Anders verhält sich die Situation in Kellern. Für diese ist der Sommer eine ungünstige Jahreszeit. Dann gelangt nämlich beim Lüften warme, feuchte Sommerluft in den Keller, kühlt sich ab und wird dabei noch relativ feuchter. An den kühlen Kellerwänden steigt dadurch die Gefahr für Schimmelbewuchs an. Kellerfenster und -türen sollte man deshalb besonders an warmen Sommertagen geschlossen halten. Und das Lüften von Kellerräumen auf kühle Nächte beschränken.

1.1.2 Gesundheitliche Gefährdung durch Schimmelpilze

Sporen und Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen können, über die Luft eingeatmet, allergische und reizende Reaktionen bzw. unspezifische Symptome beim Menschen auslösen. In seltenen Fällen können einige Schimmelpilzarten darüber hinaus bei bestimmten Risikogruppen auch Infektionen hervorrufen, sogenannte Mykosen (Schimmelpilz als Parasiten in Organen).

Als typische Erkrankungen bei körperlichen Reaktionen sind zu nennen:

- Erkrankungen der Atemwege
- Bronchitis
- Atemnot
- Husten
- Fieber
- Reizerscheinungen der Augen
- Reizungen der Haut (Neurodermitis)
- erhöhte Infektanfälligkeit
- chronischer Erschöpfungszustand
- Konzentrationsstörungen
- Muskelschmerzen
- Magen-Darm-Beschwerden

Allergene Wirkung

Schimmelpilzallergien sind in der Bevölkerung verbreitet, aber weniger häufig als Pollenallergien (Heuschnupfen) und treten oft in Kombination mit anderen, bereits bestehenden Allergien auf. Oft wird aber eine Schimmelpilzallergie nicht erkannt, da es erst für einige wenige Schimmelpilze Extrakte für die Allergietestung gibt.

Zu den allergischen Symptomen, die durch Schimmelpilze ausgelöst werden, zählen z.B. **Rhinitis** (Heuschnupfen-ähnliche Symptome), **Asthma und allergische Alveolitis** (Entzündung der Lungenbläschen). Diese können sich unmittelbar, innerhalb von Minuten (**Allergie vom Typ I**) nach Sporenkontakt oder erst nach 4 bis 8 Stunden (**Allergie vom Typ III**) bzw. 24–48 Stunden (**Allergie vom Typ IV**) entwickeln. Rhinitis- und Asthma-Anfälle treten innerhalb weniger Minuten nach dem Kontakt mit Schimmelpilzen auf und gehören damit zum Reaktionstyp I. Bei bereits sensibilisierten Personen können auch geringe Schimmelpilzkonzentrationen, wie sie in niedrigbelasteten Innenräumen vorkommen können, ausreichend sein, um allergische Reaktionen (z.B. Asthmaanfälle) auszulösen. Die sehr viel seltener und fast ausschliesslich am Arbeitsplatz auftretende **exogenallergische Alveolitis (EAA= Hypersensitivitätspneumonie)** wird im allgemeinen durch wiederholte Exposition gegenüber sehr hohen Konzentrationen von Sporen ausgelöst, wie sie in Wohnräumen höchstens während Sanierungen zu erwarten sind. Die EAA kann zur Entwicklung von spezifischen Berufserkrankungen (z.B. Farmerlunge) führen.

Eine Möglichkeit zur Abschätzung, ob eine Person Schimmelpilzen ausgesetzt war, ist die Bestimmung von spezifischen Antikörpern (IgG) verbreiteter Schimmelpilze im Blut-Serum.

Toxische Wirkung

Bestimmte Schimmelpilze, wie z.B. *Stachybotrys chartarum*, *Aspergillus spp*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma*, *Paecilomyces* können sehr potente Giftstoffe produzieren. Diese sind hauptsächlich in den Sporen enthalten und können aber auch luftgängig werden. In neuesten klinischen Untersuchungen werden nun auch Zeichen einer inhalationsbedingten Intoxikation (Vergiftung durch schädliche Einwirkung von mykologischen und bakteriellen Giftstoffen) beschrieben. Der Zusammenhang zwischen neurotoxischen Symptomen und dem Vorhandensein von toxinbildenden Schimmelpilzen war Gegenstand vieler Studien. Die sich daraus ergebenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Störungen stellten sich unter anderem durch extreme Müdigkeit und schwere Wahrnehmungsstörungen dar.

Bezüglich Gesundheitsrelevanz eines Schimmelpilzwuchses oder deren Sporen gilt:

**Schimmelpilz ist nicht gleich Schimmelpilz!
Mensch ist nicht gleich Mensch!**



1.2 Hefepilze

Hefepilze sind einzellige Mikroorganismen, die zum Gedeihen noch mehr Feuchtigkeit als Schimmelpilze benötigen. Sie bilden im Gegensatz zu Schimmelpilzen keine Sporen, die sie an die Luft abgeben könnten, sondern vermehren sich über Sprossung (ähnlich einer Zellteilung). Deshalb sind Hefepilze nur ganz selten in der Luft anzutreffen und bereiten uns auch kaum Probleme in den Atemwegen, Bronchien, Lunge oder Nebenhöhlen. Hefen produzieren grosse Mengen an Kohlendioxid, Alkoholen und verursachen Gärung.

Im Gegensatz zu Schimmelpilzen, die meist sichtbar als schwarze, graue, grüne oder gelbliche Flecken zu erkennen sind, sind Hefepilze selten in einer gut sichtbaren Farbe anzutreffen, sondern öfter als dezenter heller oder gräulicher kaum sichtbar Belag.

1.2.1 Hefepilze in Innenräumen

Auch diese Pilze finden wir in Häusern z.B. im Nässebereich der Küche, Toilette und im Bad, aber auch in vielen Gerätschaften wie in Mundduschen, Inhaliergeräten, Kühlschränken, Wasch- und Spülmaschinen. Sie besiedeln auch Wasserfilter, Salatschleudern, Obstpressen usw.

Hefepilze haben auf Oberflächen von Bauteilen und in Haushaltgeräten nichts verloren. Deshalb sind Oberflächen verdächtiger Feucht- und Hygienebereiche in der Küche, Bad, Toilette regelmässig zu reinigen. Sind diese bereits von Hefepilzen besiedelt, eignen sich z.B. Alkohol oder Wasserstoffperoxid als Desinfektionsmittel.

Hefen vertragen Hitze nicht. Deshalb sollten beim Reinigen Temperaturen von über 60 Grad Celsius bevorzugt werden (Einsatz von Heissdampf, Abflammen, Bügeln, Sauna, Backofen, Kochen...).

Kühlschränke, Waschmaschine und Spülmaschinen gehören regelmässig gereinigt und eventuell desinfiziert. Gleiches gilt für Abflüsse und Siphons. Zahnbürsten, Handtücher und Wischtücher sind häufig zu reinigen.

1.2.2 Gesundheitliche Gefährdung durch Hefepilze

Die meisten Hefepilze sind ungefährlich, manche sogar nützlich. Doch einige sind aggressiv und machen krank. Ganz wenige können sogar tödlich sein.

Eine womöglich häufig wiederkehrende Hefepilz-Infektion (in der Regel mit *Candida*) äussert sich vor allem mit Beschwerden des Magen-Darm-Traktes. Die Symptompalette reicht von weisslichen Beläge im Mund, Bauchschmerzen, starke Blähungen (besonders nach Verzehr von Süssem und Weissmehlprodukten), über Heisshungerattacken und Hautjucken, sogar bis hin zu Ekzemen, Allergien oder Herzbeschwerden.

1.3 Bakterien

Bakterien sind Mikroorganismen die über keinen echten Zellkern verfügen und oft nur aus einer Zelle bestehen. Ihre geringe Grösse von wenigen tausendstel Millimeter und das Oberflächen/Volumenverhältnis der Bakterienzelle wirkt sich direkt auf den Stoffwechsel aus, welcher durch hohen Stoffumsatz und grosse Flexibilität gekennzeichnet ist. Die Bakterienzelle bietet dabei wenig Raum eine Menge von Enzymen oder Proteinen vorrätig zu halten. Die hohe Anpassungsfähigkeit des Stoffwechsels ermöglicht es aber, immer diejenigen Enzyme zu produzieren, welche zur Verwertung eines Nährstoffes nötig sind und ihre Produktion wird erst durch das Vorhandensein des Nährstoffes induziert. Somit kann ein breites Spektrum von Nährstoffen verwertet werden und die Bakterien können sich auf aktuelle Umweltbedingungen einstellen und ständig anpassen. Diese Fähigkeit wirkt sich auch auf die Wechselwirkungen mit der Umgebung der Bakterien aus, da sie als Überlebensvorteil oft Giftstoffe ausscheiden und hohe Vermehrungs-

raten haben. Diese Eigenschaften verspürt der Mensch insbesondere bei Krankheitserregern. Findet ein Bakterium gute Wachstumsbedingungen vor, so verdoppelt sich seine Anzahl innerhalb weniger Minuten bis Stunden, so dass innerhalb eines Tages aus einer Zelle Millionen von Nachkommen entstehen können.

Ihre geringe Grösse und Anpassungsfähigkeit führt dazu, dass Bakterien überall zu finden sind und fast jedes Medium besiedeln können. Das Milieu der jeweiligen Umgebung beeinflusst, welcher Typ oder Art von Bakterium vorherrscht. Besondere Einflussfaktoren sind z. B. die Verfügbarkeit von Sauerstoff, der pH-Wert (sauer oder alkalisch) oder der Wassergehalt.

Im Gegensatz zur Vielfalt der möglichen StoffwechsellLeistungen beschränkt sich die äussere Gestalt von Bakterien auf einige wenige Grundformen. Bis auf wenige Ausnahmen haben alle Bakterien eine kugelige oder zylindrische (Stäbchen) Form. Kugelige Zellen bezeichnet man als Kokken. Hier findet man die Gattungen der Mikrokokken, Streptokokken oder Staphylokokken. Gerade Stäbchen gehören meist zu den Gattungen der Pseudomonas- oder Bacillus-Arten. Gekrümmte Stäbchen sind in der Gattung Vibrio anzutreffen. Lange, gedrehte Stäbchen werden als Spirillen bezeichnet. Viele Bakteriengattungen können sich durch Geisseln aktiv bewegen.

Nur sehr wenige Arten werden über die Luft verbreitet, da Bakterien kaum einen Schutz gegen die abtötende Wirkung von UV-Licht durch Farbstoffe haben. Sie verfügen auch über keine so dicke Zellwände wie Schimmel- und Hefepilze. Dies macht sie besonders in der Luft anfällig auf Austrocknen und führt zu einem relativ raschen Absterben von Bakterien auf trockenen Oberflächen.

1.3.1 Bakterien in Innenräumen

Da Bakterien eine sehr feuchte Umgebung benötigen, finden wir diese oft bei Feuchte- und Fäkalien-schäden. Bakterien sind aber auch im Trinkwasser, Luftbefeuchtern, Zimmerspringbrunnen, Wasserstaubsaugern, Hydrokulturen und überall dort wo wir sonst noch Wasseransammlungen haben anzutreffen, sind dort in kritischen Mengen aber nicht zu tolerieren, pathogene nicht mal in geringen Mengen.

Die Trinkwasserverordnung fordert max. 100 Keime pro Milliliter Wasser. In vielen Trinkwasserfiltern, egal ob Aktivkohle- und Umkehrosmosefilter, Ionentauscher, Wasserenergetisierungssystem oder Wasserhahnvorsatz finden sich nicht selten bis zu 10 Millionen Keime/ml!

Weil die verwandschaftliche (taxonomischen) Bestimmung der in Gebäuden vorkommenden Bakterien sehr schwierig ist, ist das Wissen über Bakterien in Gebäuden äusserst lückenhaft. Die Labors begnügen sich wegen dieser Schwierigkeit auf die Zählung von kultivierbaren Bakterienkolonien und viel sind gar nicht in der Lage ein Bakterium einer bestimmten Gattung, geschweige Art, zuzuordnen.

1.3.1 Gesundheitliche Gefährdung durch Bakterien

Mit den Bakterien ist es ähnlich wie bei den Hefepilzen - Es gibt viele nützliche und nur wenige pathogene (krankmachende). Bakterien sind lebensnotwendig, können dem Menschen aber auch massiv schaden. Es kommt immer auf das Organ, die Anzahl und die Art an. Der Escherichia Coli ist beispielsweise im Darm gesunderhaltend, im Magen dagegen schädlich.

Die Verbreitung von Bakterien ist im Gegensatz zu Schimmelpilzen meist an einen Träger gebunden. So werden Krankheitskeime durch sogenannte Tröpfcheninfektion oder direkten Körperkontakt über die Schleimhäute übertragen. Aus diesem Grund kommt der Hygiene von Duschwasser und Wasser von Luftbefeuchtern eine besondere Bedeutung zu.



2. Sanierung von mikrobiellem Befall & Wasserschäden

Sanierungsarbeiten, die mit einer geringen biologischen Belastung gerechnet werden muss, können durch Laien an Hand den Empfehlungen in dieser Dokumentation selber durchgeführt werden, für umfangreicher Arbeiten sollte ein professionelles Sanierungsunternehmen beauftragt werden. Um die biologische Belastung und den Umfang der Sanierungsarbeiten abschätzen zu können bedarf es einer vorgängigen Abklärung durch einen Sachverständigen.

2.1 Abklärung der Ursache und Ausmass des Schadens

Ein Schimmelproblem ist eine Folge eines Feuchtigkeitsproblem. Nur den Schimmelschaden zu entfernen oder noch schlechter, zu überstreichen, führt nie zu einer nachhaltigen Lösung des Problems. Deshalb ist abzuklären, weshalb es überhaupt zu einem mikrobiologischen Befall gekommen ist.

Bei einer unsachgemässen Entfernung eines Schimmelpilzbewuchs können grosse Mengen an Sporen und andere Schimmelpilzbestandteile freigesetzt werden und in der Wohnung verteilt werden. Diese Sporen können zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie Reizungen der Augen und der Schleimhäute oder zu allergischen Beschwerden führen, selbst dann, wenn diese durch eine Desinfektion abgetötet wurden. Deshalb gilt:

Bevor man saniert, sollte man die Ursache und das Ausmass des Problems klären!

2.1.1 Erste Schritte

Als Erstes ist es wichtig das Schadensausmass und die Art des Schadens (nur Wasserschaden ohne mikrobielles Problem, Wasserschaden mit einem mikrobiologischen Befall usw.).

Sichtbarer Schimmelpilz

Um ein Schimmelpilzproblem einschätzen zu können, nutzen wir eine Kategorisierung, die sich an der Wegleitung des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) orientiert (Kategorie 3 gibt es nach BAG nicht).

Das Gesundheitsrisiko ist auch abhängig von der Expositionsdauer (über welche Zeit Menschen biologischen Partikeln und Aerosolen, die von diesem Schaden herrühren ausgesetzt sind).

Die nachfolgende Einschätzung geht von einer täglichen Exposition von min. 4 Stunden aus.

Kat.	Merkmal	Grobe Beurteilung von baulichen Schäden und Gesundheitsrisiko.
0	<p>Spuren von oberflächlichem Schimmelbewuchs mit folgender Ausdehnung: bis 100 cm², an einer Stelle , nur in einem Raum.</p> <p>Stockflecken(Verfärbungen), eine Vorgeschichte von Wasserschäden oder weitere Anzeichen/Hinweise, die auf ein Problem hindeuten könnten, sind nicht vorhanden</p>	<p>Normalzustand oder geringfügiger Schaden Gesundheitlich und bauphysikalisch unproblematisch</p>
1	<p>Oberflächlicher Schimmelbewuchs oder Stockflecken an einer Stelle , nur in einem Raum mit folgender Ausdehnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bis 0.5 m² bei vereinzeltm Bewuchs - bis 100 cm² bei dichtem Bewuchs <p>Eine Vorgeschichte von Wasserschäden oder weitere Anzeichen/Hinweise, die auf ein Problem hindeuten könnten, sind nicht vorhanden</p>	<p>Geringer bis mittlerer Schaden Die Situation ist im Sinne der Gesundheitsvorsorge kritisch zu betrachten und zu verbessern. Bauphysikalisch ist die Situation wenig problematisch, der Zustand kann sich aber verschlechtern (manchmal innerhalb kurzer Zeit).</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> - Vereinzelter Schimmelbefall oder Stockflecken auf einer Fläche von über 0.5 m² oder: - dichter flächiger Schimmelbewuchs auf einer Fläche von über 100 cm² oder: - Schimmelbewuchs in tieferen Schichten oder: - Schimmelbewuchs oder Stockflecken an mehreren Stellen im selben Raum oder in verschiedenen Räumen, bis Total 10 m² oder: - deutlicher Schimmelgeruch ohne sichtbaren Schimmelbewuchs 	<p>Grosser Schaden Die Situation ist im Sinne der Gesundheitsvorsorge inakzeptabel und es besteht rascher Handlungsbedarf Bauphysikalisch ist die Situation häufig problematisch, der Zustand kann sich weiter verschlechtern.</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> - Vereinzelter Schimmelbefall oder Stockflecken auf einer Fläche von über 10 m² oder: - dichter flächiger Schimmelbewuchs auf einer Fläche von über 2 m² 	<p>Extremer Schaden Solange wir die Schimmelpilzart nicht kennen, muss von einer akuten Gesundheitsgefährdung ausgegangen werden! Ohne Sofortmassnahmen sollte der Raum nicht mehr ungeschützt betreten werden.</p>



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

Wann soll sofort gehandelt werden?

Wenn ein mittlerer Schaden (Kategorie 1) gepaart mit gesundheitlichen Beschwerden, Störungen der Befindlichkeit vorliegt oder gar ein grosser Schaden (Kategorie 2 / 3) besteht, ist es ratsam mit Sofortmassnahmen die Gefährdung von Menschen zu minimieren.

Dazu bieten sich folgende Massnahmen an:

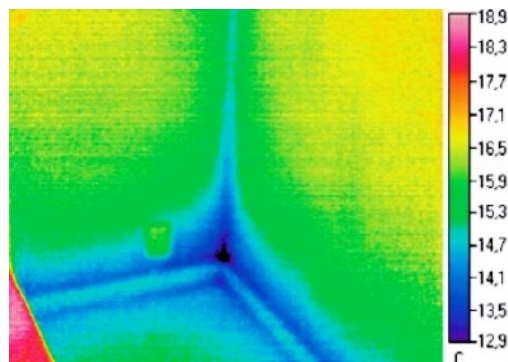
- bei gesundheitlichen Beschwerden und massiver Störung der Befindlichkeit beim Aufenthalt in diesen Räumen den Hausarzt aufsuchen,
- Allergiker und immungeschwächte Personen sollen den betroffenen Raum meiden,
- die Türen zu dem betroffenen Raum geschlossen halten (Kontamination anderer Räume gering halten),
- Vermehrtes Lüften der Räumlichkeiten (Stosslüften - kein Querlüften durch andere Räume),
- Täglich Staubsaugen der Räumlichkeiten (nur Staubsauger benutzen, die min. mit einem HEPA- Filter ausgerüstet sind) oder glatte Flächen feucht aufnehmen,
- Luftreiniger mit HEPA-Filter, evt. Zusätzlich mit Aktivkohlefilter aufstellen (keine Luftwäscher mit Wasser),
- bei einem extremen Schadenfall (Kategorie 3) sollte aus gesundheitlicher Vorsorge der Raum nicht mehr genutzt werden oder die befallene Fläche mit Alkohol oder Wasserstoffperoxid desinfiziert und mit einer Kunststoffolie (mit Klebebänder verkleben oder Selbstklebefolie) isoliert werden. Eine Sanierung ist so schnell wie möglich umzusetzen.

2.1.2 Ursache(n) ermitteln

Der Erfolg einer Schimmelpilzsanierung hängt im Wesentlichen von der nachhaltigen Beseitigung der Ursache(n) für das Schimmelpilzwachstum ab. Meistens geht es zuerst darum, den limitierenden Faktor für das Schimmelpilzwachstum, das Wasser, zu beseitigen und dafür zu sorgen, dass keine übermässige Feuchtigkeit mehr auftritt. Schimmelpilz- Sanierungsarbeiten ohne vorgängige Beseitigung der Ursache sind meistens nur kurzfristig wirksam. Tritt die Feuchtigkeit wieder auf, kommt es in der Regel auch wieder zu Schimmelpilzwachstum.

Schimmelpilz- Sanierungsarbeiten können nur erfolgreich sein, wenn die Ursache der übermässigen Feuchtigkeit zuvor behoben wird!

Die Ursache(n) für die übermässige Feuchtigkeit ist deshalb mit bauphysikalischen Untersuchungen zu ergründen!



Die weitaus häufigste Ursache für die zu hohe Feuchte ist ein ungünstiges Verhältnis von Raumluftfeuchtigkeit und Oberflächentemperaturen, oft auch noch gefördert durch falsches Nutzerverhalten. Aber es kann auch andere Quelle für das unliebsame Wasser geben: z.B. aufsteigende Feuchte aus dem Erdreich, ein unzureichender Feuchteschutz gegen seitliches Wasser, Leckage in Abläufen, Heiz- und Wasserleitungen, Rückstau von Meteorwasser usw. Weitere Informationen zu dieser Thematik sind der **Dokumentation RKP DOK 40** „WÄRME- & FEUCHTESCHUTZ“ und der **Dokumentation RKP DOK 38** „LUFTQUALITÄT, LUFTWECHSEL & LÜFTEN“, zu entnehmen.

Wenn man die Beseitigung des Schimmels der Abklärung der Ursachen vorzieht, kann das dies den Aufwand zur Ermittlungen der Ursachen vergrössern, in dem durch die Teilsanierung Indizien zum Einschränken des Feuchteproblems entfernt oder überdeckt werden!

2.1.3 Wer soll die Schimmelpilzsanierung durchführen?

Wenn ein Schimmelpilzschaden der Kategorie 0 oder 1 vorliegt und so gearbeitet wird, dass es zu keiner grossen Exposition kommt, kann der Schimmelpilz auch durch den Laien selbst entfernt werden.

Dabei sind die unter Punkt 2.1.5, Schutzmassnahmen, aufgeführten Anforderungen auch durch den Laien zu beachten. Näheres zum Vorgehen ist unter Punkt 2.2.1 nachzulesen.

Vergabe an eine professionelle Sanierungsfirma

Die meisten Malerbetriebe bieten Schimmelpilzsanierungen an, nur verstehen viel nicht viel davon und arbeiten nicht nach den heutigen Empfehlungen von Suva, dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) und dem Schweizerischer Maler- & Gipserunternehmer-Verband (SMGV).

Deshalb die dringende Empfehlung:

Die Sanierungsfirma ist vertraglich zu verpflichten, dass die Sanierung nach dem Suva-Merkblatt „Schimmelpilzsanierungen in Innerräumen - Sind Ihre Mitarbeiter wirksam geschützt“, Bestellnummer 44081.d, durchgeführt wird!

Schimmelpilze und Sporen sind weitgehendst zu entfernen (nicht „nur“ abtöten)

- Entfernen des Bewuchs, auch in die Tiefe
- Die Freisetzung kontaminierter Partikel und Sporen in die Raumluft, vor allem in die Luft benachbarter Räume ist auf ein absolutes Minimum zu beschränken. Es sind angemessene Massnahmen zu treffen (Abschottung, Unterdruck usw.)
- Mit einer Feinreinigung nach der Sanierung soll der grösste Teil an freigesetzten Sporen entfernt werden

Auch tote Sporen und Bruchstücke besitzen ein allergenes Potenzial !

Nach einer grösseren Schimmelpilzsanierung (Suva Klassifizierung „hohe Exposition“) soll der Sanierungserfolg durch einen, von der Sanierungsfirma unabhängigen Sachverständigen, mit Luftkeimmessungen und evt. Auch Abklatschproben überprüft werden!



2.2 Dekontamination des mikrobiellen Befalls von Bauteilen

Zu einer kompletten Dekontamination gehört sowohl die **Entfernung des mikrobiell befallenen Materials** aus dem unmittelbaren Schadensbereich als auch die Beseitigung auf den Bauteiloberflächen und auf oder in Einrichtungsgegenständen angesammelten mikrobiologischen Partikel.

Bei einer Desinfektion anstelle einer Entfernung des befallenen Materials und belasteten Staubes wären zwar die Keime abgetötet (oft nicht mal alle), da aber diese beinahe die selbe Gesundheitsgefährdung bedeuten wie die lebenden Keime wäre diese Massnahme ohne zusätzliche Massnahmen wie eine Versiegelung dieser biologischen Materie nicht effizient.

Nur in ganz bestimmten Fällen ist eine Desinfektion sinnvoll oder gar erforderlich!

2.2.1 Entfernung des mikrobiologischen Befalls

Es ist bei der Materialentfernung zu unterscheiden, ob nur ein oberflächlicher oder ein Befall tieferer Schichten vorliegt, wie viel Staub und Biomasse bei den möglichen Rückbaumethoden freigesetzt werden, aber auch wie lange die Arbeiten und somit die Exposition dauern.

Oberflächlicher Befall

Wenn der Befall mit Reinigungsmittel (keine sauren Reiniger wie Putzessig verwenden, besser Alkohol/ Brennsprit, Seife/ Laugen) entfernt werden kann, ist dies sicherlich die einfachste Methode.

Ein oberflächlicher Befall poröser Oberflächen kann bis zu 2 mm in den Putz hineingehen. In diesem Falle sollte darauf geachtet werden, dass beim Entfernen des Materials möglichst geringe Mengen an Staub und Sporen freigesetzt werden. Das heisst man sollte zumindest die Oberfläche befeuchten, besser durch Einstreichen mit Kleister oder Farbe oder durch Aufkleben einer Selbstklebefolie die Sporen und Pilzpartikel binden.

Das trockene Abbürsten oder Abspachteln empfiehlt sich nicht, weil es dadurch zu einer grossen Freisetzung mikrobiologischer Partikel und somit zu einer hohen Exposition kommt und dementsprechende Schutzmassnahmen getroffen werden müssen!

Entfernung von Fugen und Dichtungen

In der Regel können Fugen und Dichtungen ohne grössere Staubentwicklung entfernt werden. Weil aber in den geöffneten Fugen Partikel von Mikroorganismen und Sporen zurückbleiben können ist die Desinfektion der Ritze mit Alkohol und eventuell zusätzlich mit Wasserstoffperoxid zu empfehlen. Nach dem vollständigen Austrocknen ist die Fuge oder Dichtung wieder zu erneuern.

Entfernen von Wand-/Deckenputz und Farbanstrich

Das Entfernen von Wandputz oder eines Wandanstriches einer grösseren Fläche ist häufig eine umfangreiche Arbeit, die mit einer erheblichen Staubbelastung verbunden ist.

Geeignet für den Putzabtrag sind Putzfräsen mit Absaugung.

Mit der Verwendung einer Sprühextraktion hat zwar eine noch viel geringere Staubentwicklung zur Folge, aber es ist in vielen Fällen nicht sinnvoll Bauteile soviel Feuchtigkeit auszusetzen.

Entfernung von Leichtbauwänden

Mikrobiologische Schäden an Leichtbauwänden, vor allem welche aus Gipskartonplatten (auch „grüne“ für den Nassbereich) sind nicht selten anzutreffen, vielfach nach einem Wasserschaden.

Vor dem Rückbau sollten auf diesen Wandelemente die mikrobiellen Partikel durch Einstreichen mit Kleister oder Farbe oder durch Aufkleben einer Selbstklebefolie gebunden werden. Ist ein Befall der Rückseite nicht auszuschliessen, ist bei der Demontage sehr sorgfältig zu hantieren und es sollten präventive Arbeits- und Umgebungsschutzmassnahmen durchgeführt werden.

Mikrobiologisch besiedelte Gipskartonplatten, Spannplatten, OSB-Platten, Hart- und Weichfaserplatten gelten als grundsätzlich nicht sanierbar. Sie sind unter Berücksichtigung adäquater Sicherheitsmassnahmen sorgfältig rückzubauen und zu entsorgen.

Entfernung von Bodenbelägen

Teppichböden sollten vor dem Entfernen eingeschäumt oder zumindest benetzt werden.

Wenn auch alte Nivelliermasse und Kleber mit Spachtel oder durch Abschleifen entfernt werden muss, muss von einer hohen Exposition ausgegangen werden.

Entfernung von Unterlagsboden

Der Abruch des Unterlagbodens erfolgt meistens mit dem Pressluft- oder Bohrhammer. Wenn sich darunter wie üblich eine Dämmschicht befindet muss einer grossen Sporenfreisetzung und somit hohen Exposition durch mikrobielle Partikel gerechnet werden.

Nach entfernen der Dämmschicht sollte der freigelegte Betondeckel abgeflammt werden.

Randstreifen

Entfernung von Zwischendecken

Beim Entfernen von Zwischendecken, in denen von einem grösseren mikrobiellen Befall (Kategorie 2) ausgegangen werden muss, ist in der Regel von einer grossen Exposition auszugehen und es sind dementsprechende Schutzmassnahmen erforderlich.

Entfernung von Dämm- und Schüttmaterialien

Mikrobiell befallenes Dämmmaterial gilt grundsätzlich als nicht sanierbar! Bei kompakten Dämmplatten kann ähnlich wie bei den Leichtbauwänden verfahren werden.

Mikrobiellen Partikel in Mineralwollämmstoffe können kaum gebunden werden. Kommt bei diesen Materialien hinzu, das auch feine Faserstäube Schutzmassnahmen erfordern, speziell wenn über Kopf gearbeitet wird.

Beim Rückbau von Schüttmaterialien ist ähnliches wie bei der Entfernung von Zwischendecken zu beachten.

2.2.2 Massnahmen wenn die Entfernung nicht möglich ist

Die Desinfektion, d.h. Das Abtöten von Keimen ist in der Regel nicht erforderlich. Die gesundheitliche Gefährdung von mikrobiellen Partikeln geht sowohl von lebenden als auch von abgestorbenen aus. Prinzipiell gilt, dass der geordnete Rückbau von mikrobiologisch befallenen Baumaterialien die sicherste Sanierungsmethode darstellt.

In folgenden Fällen kann aber eine Desinfektion sinnvoll sein:

- wenn es nicht möglich ist die Feuchte im Schadenbereich in kurzer Zeit zu entfernen und verhindert werden soll, dass der noch geringe mikrobielle Befall sich weiterentwickelt;
- unzugänglich sekundär kontaminierte Oberflächen;
- wenn es sich um einen Schaden im Risikobereich, z.B. in einem Krankenhaus, Lebensmittelindustrie, handelt;
- der Schadenbereich ist auch zukünftig gefährdet zu hoher Feuchtigkeit ausgesetzt zu sein.



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

Eine Desinfektion sollte nur in adäquatem Ausmass und adäquaten Mitteln durchgeführt werden!

Es darf mit einer Desinfektion keine zusätzliche gesundheitsgefährdende Innenraumbelastungen entstehen!

Abflammen

Das Abbrennen von mikrobiell verunreinigten Flächen ist eine der sichersten Methoden, Mikroorganismen auf Oberflächen und im oberflächennahen Bereich abzutöten und gleichzeitig zu beseitigen. Hierfür ist das langsame und mehrfache Abflammen erforderlich. Für Randbereiche und Fugen sind kleinere Düsen erforderlich.

Abflammen kann nur angewendet werden, wenn sich keine brennbaren Materialien in der Nähe befinden!

UV-Lampen

In raumluftechnischen Anlagen, im Lebensmittel- oder Spitalbereich ist auch die Verwendung von UV-Licht unter Umständen eine denkbar Möglichkeit zur Desinfektion. Menschen dürfen allerdings nicht dieser UV-Strahlung ausgesetzt sein.

Heissluft / Heissdampf

Der Einsatz von Heissluft oder Heissdampf stellt innerhalb von Anlagen eine Möglichkeit zur Desinfektion dar. Eingesetzt zur Desinfektion von Bauteiloberflächen dürfte wohl die dazu notwendige Einwirkungszeit bei der geforderten Minimaltemperatur kaum kontrolliert anwendbar sein.

Das Myzel wird ab einer Temperatur von ca. 55°C, die allerdings min. 10 Minuten anhalten muss, zerstört. Sporen hingegen überstehen höhere Temperaturen und werden mit dem Luft- oder Dampfstrahl aufgewirbelt und verteilt was zu vermeiden gilt!

Heissdampf eignet sich dagegen sehr gut zum Reinigen von mit Flechten, Algen und Moosen bewachsenen Oberflächen.

2.2.3 Chemische Desinfektionsverfahren

Am Markt werden viele angebliche „Wundermittel“ gegen Schimmel angepriesen. Ein Wundermittel zu diesem Zweck gibt es allerdings nicht! Schimmelpilzwiderige und -abtötende Mittel haben gemeinsam, dass sie nur eine begrenzte zeitliche Wirkungsdauer haben.

Einsprühen

Das Einsprühen mit geeigneten Desinfektionsmitteln kann nur bei oberflächlichem Befall eingesetzt werden.

Beim Sprühen entsteht eine grosse Anzahl von Aerosolen in der Luft, die unter Umständen eine Gesundheitsgefahr darstellen können. Vor und nach dem Sprühen ist für eine ausreichende Belüftung zu sorgen.

Beim Versprühen von 70% oder 80% Alkohol besteht eine erhöhte Entzündungs- evtl. gar Explosionsgefahr.

Abwaschen

Glatte Flächen können durch Einstreichen, Einsprühen und nachfolgendem Abwaschen mit geeigneten Mitteln desinfiziert werden.

Foggen

Beim Foggen werden mit sogenannten Foggern Desinfektionsmittel als feiner Aerosolnebel versprüht. Gerne wird diese Methode zur Desinfektion von Sekundärkontaminationen in nicht oder schlecht zugänglichen Bereichen verwendet. Beim Foggen von Hohlräumen ist es nicht einfach die ganze umschliessende Fläche genügend zu benetzen. Foggen sollte nur von qualifizierten Fachleuten mit Erfahrung in der Anwendung dieser Methode durchgeführt werden.

Die Aerosolbelastung im Raum ist beim Foggen noch wesentlich höher als beim Einsprühen und erfordert dementsprechende Schutzmassnahmen.

Wenn möglich sollte die Wischmethode dem Foggen vorgezogen werden!

Fluten von Randfugen

Wenn Beprobungen den Schluss zulassen, dass sich der Schaden auf den Sockelbereich beschränkt kann aus ökonomischen Überlegungen die Randfuge mit Desinfektionsmittel geflutet werden.

Oft verwendete Desinfektionsmittel

Alkohol, die günstige Lösung

Für kleine, bereits abgetrocknete Flächen ist 70%iger Alkohol (Isopropanol oder Ethanol) geeignet. Sind die befallenen Flächen noch feucht, sollte 80%iger verwendet werden.

Achtung: Beim hantieren mit Alkohol können feuergefährliche Dämpfe entstehen!

Wasserstoffperoxid

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) wird als 5-10% H_2O_2 -Lösung, wie sie in jeder Apotheke erhältlich ist, oft verwendet. Der Wirkstoff zersetzt sich zu Wasser und Sauerstoff und ist somit unbedenklich. Allerdings ist H_2O_2 sehr reaktiv.

Achtung: Der Schutz von Haut (H_2O_2 schädigt den Hautfilm, wodurch sich die Haut für ein paar Stunden/Tage weiss verfärbt) **und insbesondere der Augen** (möglich sind irreversible Augenschäden) **ist bei dieser Anwendung besonders wichtig!**

In Verbindung mit verschiedenen Zusatzstoffen (Fruchtsäuren oder Silberpartikel) wird H_2O_2 von mehreren Herstellern als gebrauchsfertiges Desinfektionsmittel angeboten. Die Zusatzstoffe sind, soweit mir bekannt, auch unbedenklich (Fruchtsäuren oder Silberpartikel). Teilweise werden diese Produkte auch in der Lebensmittelproduktion und Spitälern eingesetzt.

Als professionelles Produkt ist **Sanosil S010[®]** der Firma SANOSIL AG, das nebst 5% Wasserstoffperoxid, 0.005% Phosphorsäure und 0.005% Silber beinhaltet, erhältlich.

2-DKL-Methode

Bei einem starken mikrobiologischen Befall mit dichtem Myzel an nicht oder nur mit sehr grossem Aufwand zugänglichen Stellen, wie z.B. In Fugen, rissigen Holzoberflächen usw. hat sich bewährt, zuerst den Befall mit 70% Alkohol einzusprühen bis das Myzel zusammen fällt und direkt danach mit 5% bis 10% Wasserstoffperoxid nachzusprühen. Es sollten aber keine Konzentrationen über 10% verwendet werden, weil damit starke Reaktionen mit Alkohol oder Salzen möglich sind.

Peroxicarbonsäure

Desinfektionsmittel auf Basis von Peroicarbonsäure (Fruchtsäure) werden vor allem von der Firma **JATI** erfolgreich in Deutschland vermarktet. Für dieses als Biozid geltende Produkt wurde



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

in der Schweiz bis heute noch **keine Zulassung** in der Schweiz beantragt. Somit darf diese Desinfektionsmittel in der Schweiz nicht vertrieben werden.

Laugen

Laugen wie **Kalkmilch**, **Natronlauge** (3-5%- Lösung), **Pottasche** (Kaliumcarbonat) oder **Sodalösung**, sind als Desinfektionsmittel gut geeignet, weil die meisten Schimmelpilze und Bakterien nur bis zu einem pH- Wert von 10 existieren können. Auch beseitigen starke Laugen Geruch weitaus besser als Alkohol oder Wasserstoffperoxid.

Das **Problem** bei diesen Laugen ist, dass wenn sie mit Wasser in Berührung kommen, es zu **bauschädigenden Salzen** kommen kann. Bei intensiver Anwendung von Sodalösung, Pottasche usw. kann es auch zu hygroskopischer Wasseraufnahme aus der Raumluft kommen.

Kathionische Biozide

Die Gruppe der kationischen Antiseptika umfasst chemisch sehr unterschiedliche Substanzen, die aber als gemeinsame Qualität stark basisch sind, gebunden an ein ziemlich schlecht wasserlösliches Molekül sind und durch ihre kationischen Eigenschaften sich gerne an Mikroorganismen Andocken. Die wichtigsten Vertreter enthalten Quarternäre Ammoniumverbindungen, Benzalkoniumchloriden, Chlorhexidin und polymerischen Biguaniden Polyhexamethylen-Biguanid (PHMB). Das sind alles Verbindungen die eine hoher Toxizität ausweisen und deshalb für den Innenraumbereich nicht zu empfehlen sind!

Das neue kationischen Biozid Akacid® / Akacid plus® der Firma POC baut dagegen auf einem polymerischen Guanidin auf. Polymerische Guanidine sind langkettige organische Basen.

Klinische Tests attestieren dem Wirkstoff eine hohe Wirksamkeit gegen verschiedenste Mikroorganismen und Viren bei einer niederen oralen und dermalen Toxizität. Über die inhalative Toxizität liegen bis jetzt keine gesicherten Ergebnisse vor. Es liegen meines Wissens auch keine gesicherten Aussagen über den Erfolg bei der Vernichtung von Sporen vor, lediglich dass mit Akacid® behandelte Sporen nicht keimen – nicht aber wie lange das Keimen verhindert wird?

Nicht zu empfehlende Desinfektions- und Reinigungsmittel

Putzessig und andere sauren Reinigungsmittel

Essig enthält Säure und die senkt den pH-Wert des Materials, was dem Pilz bessere Bedingungen zum Wachsen bietet. **Generell keine sauren Reiniger verwenden!**

Verdünnte Salzsäure

Diese Säure greift fast alle mineralischen Baustoffe an und ist stark ätzend. Auch entsteht eine starke Geruchsbelastung. **Generell ist von Salzsäure abzuraten**

Chlorverbindungen

Natriumhypochlorid wirkt aggressiv und sporozid. Allerdings ist von einem Eintrag von Chlor in Aufenthaltsräume unbedingt abzuraten. Nach Untersuchungen der Zeitschrift Ökotest kann der eine oder andere **chlorhaltige Schimmelentferner bedenklicher für die Gesundheit als der Schimmelbelag selbst** sein.

Quartäre Ammoniumverbindungen

wirken fungistatisch (pilzhemmend) aber nicht fungizid (pilztötend), ist aber sehr stabil und wird deshalb gerne Farben zugegeben und wird vorbeugend gegen Schimmelbefall eingesetzt.

Isothiazolinhaltige Mittel

Einige Antischimmelmittel im Handel enthalten Isothiazolele in Konzentrationen um die 5%. In Fachkreisen geht man davon aus, dass diese Produkte gesundheitsschädlich sind.

Aldehyde, z.B. Glutaraldehyd

wirken gegen Bakterien, Pilzen und Viren stark biozid und töten auch Sporen ab. Der Wirkmechanismus von Aldehyden bei der Desinfektion beruht im Wesentlichen auf der Denaturierung von Proteinen. Ausserdem erfolgt eine chemische Denaturierung von Enzymen, RNA und DNA. **Aldehyde bergen ein relativ hohes Gesundheitsrisiko!**

2.2.4 Schutzmassnahmen während der Sanierung

Es ist der Schutz der an den Sanierungsarbeiten beteiligten Personen (Arbeitsschutz) und auch der Schutz von Personen, die sich in Nachbarräumen aufhalten (Umgebungsschutz) zu gewährleisten. Um dies zu gewährleisten muss die Gefährdung beurteilt werden. Dies fordert auch die **Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen & Arbeitnehmer vor den Gefährdungen durch Mikroorganismen** (SAMV). Wenn nötig ist für die Beurteilung ein Spezialist vorbeizuziehen.

Die Schutzmassnahmen richtet sich nach dem Ausmass des mikrobiologischen Befalls, der Dauer der Sanierungsarbeiten und den angewendeten Sanierungsverfahren (Freisetzung von Stäuben, so wie mikrobiellen Partikeln und Aerosolen. Die Summe der Belastung durch mikrobielle Partikel, chemische Verbindungen und Staub wird als Gesamtexposition bezeichnet.

Selbstverständlich gelten auch allgemeine Grundsätze zur Arbeitssicherheit (Leitern/ Gerüste, Tragen von Lasten, Schutz vor elektrischen Schlag usw).

Verhinderung der Kontamination weiter Räume und Gegenstände

Vor Beginn der Sanierungsarbeiten ist dafür zu sorgen, dass keine weiteren Räume und Gegenstände durch die Mikroorganismen kontaminiert werden. Dazu sind Gegenstände durch Abdecken / Einpacken vor Kontamination zu schützen oder aus dem Gefahrenbereich zu entfernen. Zudem ist je nach Schadenfall eine mehr oder weniger ausgeprägte räumliche Abtrennung der Sanierungszone zu gewährleisten.

Die Ausgestaltung dieser Schwarz- (Schmutz) - Weiss- (Sauber) Trennung ist abhängig von der zu erwartenden Freisetzung von Stäuben und Aerosolen, als auch von den räumlichen Verhältnissen.

Personen mit Schimmelpilzallergie oder geschwächtem Immunsystem sollten sich während der Sanierung, ausser bei Kategorie 0, nicht im Schwarzbereich aufhalten!

Arbeitsschutz bei Arbeiten unter niedriger Exposition

- Minimierung der Staub- und Sporenfreisetzung durch Befeuchten oder Fixieren mit Kleber, Farbe, Klebefolie / Klebetapeten;
- Verwendung geeigneter Staubsauger (siehe 2.2.4);
- Einhaltung minimaler Hygienegrundsätzen (kein Rauchen, Trinken, Essen im Schwarzbereich; Händewaschen);
- Geeignete Arbeitskleider oder Einwegschutzanzug (Schutzanzug der PSA-Kategorie 3 Typ 5/6). Bei Arbeitskleidung ist darauf zu achten, dass die Hautpartien an Armen und Beinen bedeckt und möglichst bis zum Hals geschlossen sind. Haare sind mit einer Kapuze oder Mütze vor übermässiger Kontamination zu schützen. Die Kleider sind nach der Sanierung zu wechseln;
- Atemschutzmasken des Typs FFP2 oder FFP3 verwenden;
- Geeignete Handschuhe, empfehlenswert sind latexfrei oder latexallergenarme Handschuhe (z.B. Niril oder Butylkautschuk);



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

- bei Arbeiten über Kopf oder bei Spritzwasserbildung (starken Reinigungsmittel, Desinfektionsmittel) geschlossene Schutzbrille verwenden.

Umgebungsschutz bei Arbeiten mit niedriger Freisetzung von Partikel/Stäuben

- Als Schwarz-Weiss-Trennung reicht in der Regel, dass die Türen zum Weiss-Bereich geschlossen gehalten werden und der Schwarzbereich während und nach der Sanierung intensiv gelüftet wird.
- Gegenstände die aus dem Schwarz-Bereich in den Weiss-Bereich gebracht werden sind zu reinigen.
- Arbeitsmittel und Schutzausrüstungen sind nach der Sanierung zu reinigen

Arbeitsschutz bei Arbeiten unter hoher Exposition

- Arbeitstechniken anwenden, die die Staub- und Aerosolfreisetzung minimieren;
- Arbeitsanweisung zum Schutz vor biologischen und chemischen Schadstoffen, regelmässige Information und Unterweisungen des Sanierungspersonals bezüglich Sicherheit im Umgang mit biologisch und chemisch gefährlichen Stoffen.
- Im Schwarzbereich und im Bereich der Schleuse häufiges Reinigen mit einem geeigneten Industriestaubsauger (siehe 2.2.4)
- Der Schwarz-Bereich ist ausreichend spontan (geöffnete Fenster) oder mechanisch (Lüftungsgeräte) zu lüften. Es ist darauf zu achten, dass mit der Abluft es zu keiner Gefährdung Dritter kommen kann.
- Rauch-, Trink-, Essenverbot im Schwarzbereich
- Einwegschutanzug: Schutzanzug der PSA-Kategorie 3 Typ 5/6).
- Der Atemschutz ist der Exposition anzupassen. Bei Arbeiten bis max. einer halben Stunde genügen Atemschutzmasken des Typs FFP3. Bei längerer Tätigkeit oder starker Staub- oder Aerosolfreisetzung muss eine Atemschutzvollmaske mit P3-Filtern oder gebläseunterstützte Masken des Typs THP3 verwendet werden.
- Geeignete Handschuhe, evt. Zwei, einen Handschuh aus Nitril und einen Handschuh der mechanischen Schutz bietet darüber
- Geschlossene Schutzbrille, wenn der Augenschutz nicht bereits durch den Atemschutz sichergestellt ist.
- Gummistiefel mit Sicherheitskappe

Umgebungsschutz bei Arbeiten mit hoher Freisetzung Partikel/Stäuben

- Eine Einrichtung zur Gewährleistung der Schwarz-Weiss-Trennung ist zu erstellen, evt. mit Schleuse, Unterdruck usw.
- Schutzanzüge und Arbeitstiefel sind beim verlassen des Schwarz-Bereich auszuziehen.
- Gegenstände die aus dem Schwarz-Bereich in den Weiss-Bereich gebracht werden sind zu reinigen.

Arbeitsmittel und Schutzausrüstungen sind nach der Sanierung zu reinigen

2.2.5 Feinreinigung

Im Bereich der Sanierungsarbeiten (Schwarzbereich), eventuell auch in angrenzenden Räumlichkeiten (abhängig von der Kontamination der Nachbarräume) ist vor der Freigabe der Räumlichkeiten eine gründlichen Feinreinigung durchzuführen. Die Feinreinigung hat alle Oberflächen (Boden, Wände, Nischen, Decke, Gegenstände usw.) im Schwarzbereich zu berücksichtigen.

Anforderungen an Staubsauger

Laien: Haushaltstaubsauger, der min. mit **HEPA**- Filter H12 (EN 1822) ausgerüstet ist.

Profi: Industriestaubsauger, der min. der **Klasse H** (gemäss EN 60335-2-69) genügt.

Die Verwendung von Staubsaugern ohne genügender Filterstufe (min. HEPA-Filter) ist vor der Feinreinigung nicht zulässig!

2.3 Dekontamination von technischen Anlagen und Inventar

2.3.1 Raumluftechnische Anlagen

Die Hygiene raumluftechnischer Anlagen (Lüftungen, Klimaanlage usw.) sollte alle 3 Jahre von einem Spezialisten, der nach VDI Hygiene A zertifiziert ist, inspiziert werden. In Anlagen mit Luftbefeuchtung oder Rückkühlern mit offenen Wasserkreisläufen verkürzt sich der Intervall auf 2 Jahre. Das Befeuchterwasser sollte durch den Betreiber regelmässig mit sogenannten Dip Slides auf dessen Keimgehalt kontrolliert werden.

Kontaminierte raumluftechnische Anlagen, insbesondere zuluftführende Anlageteile von Lüftungsanlagen, sind durch spezialisierte Reinigungsfirmen zu dekontaminieren. Dabei sind die Hygienerichtlinien für raumluftechnische Anlagen, die SWKI VA104-1 anzuwenden. Der Erfolg der Reinigung ist mit einer Hygieneinspektion nach SWKI VA104-2 zu überprüfen.

Nähere Informationen dazu sind in unserer Dokumentation RKP DOK 38 „LUFTQUALITÄT, LUFTWECHSEL & LÜFTEN“, zu finden.

2.3.2 Sanitäre Anlagen und Apparaturen

Armaturen, Abflüsse, Spülkästen

Sanitäre Armaturen, Abflüsse und WC-Brille, in seltenen Fällen auch Spülkästen können z.T. mikrobiell stark verunreinigt sein, das kann bis zum Biofilm gehen. Die Reinigung kann sich als recht schwierig zeigen, vor allem wenn Kunststoffteile betroffen sind.

WC-Reiniger haben auch eine desinfizierende Wirkung. Alternativ kann auch Wasserstoffperoxid oder Javel-Wasser verwendet werden. Die kaum zu reinigenden Teile sollten ausgetauscht werden.

Kanalisation / Geruchsverschlüsse

Die Kanalisation ist ein Schlaraffenland für Mikroorganismen. Es ist wichtig, dass das Abwassersystem keinen Kontakt zur Innenraumluft haben. Zu diesem Zweck werden Siphons eingebaut. Diese funktionieren aber nur, wenn sie mit genügend Wasser gefüllt sind. Deshalb sind Abläufe, die sehr selten benutzt werden sporadisch mit Wasser zu füllen.

Waschmaschinen

In Waschmaschinen siedeln sich gerne Hefepilze an. Die Wasserführung vom Waschmittelfüllfach zur Trommel kann sauber gehalten werden, wenn diese nicht für das Waschmittel genutzt werden, sondern das Waschmittel direkt in die Waschtrommel dosiert wird (Kugelbecher).

Mikrobiologisch belastete Waschmaschinen können mit Javel-Wasser desinfiziert werden. Dazu wird ein Waschgang ohne Wäsche, dafür mit ca. 1 Deziliter Javel im Waschmittelfüllfach gestartet. Danach sollte ein 2. Waschgang ohne Wäsche bei der höchst möglichen Waschtrommeltemperatur durchlaufen werden.



2.3.3 Einbauten in Aussenwänden

Fenster

An und in Fenstern kann erheblicher mikrobieller Schaden entstehen, der sich aber meist auf eine oberflächlichen Befall beschränkt. Dies ist meist eine Folge von fehlenden oder defekten Fensterdichtungen, die das hinausströmen warmfeuchte Luft verhindern sollten. Die dabei stattfindende Abkühlung hat die Ausscheidung von Wasser zur Folge.

Bei Metall- und Kunststofffenster ist auch ein Befall der Hohlräume in den Rahmenprofilen möglich, die sehr schwer zu dekontaminieren sind. Es kann versucht werden über Bohrlöcher die Profile mit Desinfektionsmittel zu fluten und das Profil danach mit einem Dampfreiniger zu reinigen. Aber oft bleibt nur der Austausch, wenn der Normalzustand wiederhergestellt werden soll.

Rollladen / Jalousie

Bandaufwickler und Kurbelgehäuse von Rollläden und Jalousien sind besonders in älteren Bauten auch gefährdet von Schimmelpilzen und Bakterien besiedelt zu werden. Zu einen kann feuchtwarmer Luft undichten Kurbelgelenken vorbei oder der Bandeingführung zu Mandaufwickler strömen und sich dort so weit abkühlen, dass sich Wasser auscheidet, zum Anderen kann es vorkommen, dass Schlagregenwasser in diesen Bereich eindringen kann.

Es ist in der Regel ohne grossen Aufwand möglich die Bänder auszuwechseln und die Kästen zu reinigen.

2.3.4 Mobiliar und Inventar

Mobiliar

Glatte versiegelte oder beschichtete Oberflächen von Möbeln sind in der Regel einfach zu reinigen. Dagegen stellen befallene Schnittkanten an der Rückseite und unten, wie auch unbehandelte und unbeschichtete Rückwände ein grösseres Problem dar. Es sind aber oft gerade diese Stellen die befallen sind, wenn das Möbel zu nahe an einer Aussenwand mit kühler Oberfläche stand.

Rohe Massivhölzer die befallen sind sollten ausser Hause abgeschliffen werden.

Matratzen und Bettwaren

In einem genutzten Bett herrscht in der Regel ein ideales Klima für Mikroorganismen. Durch regelmässiges Auslüften reduziert sich die Feuchte in einem Bett erheblich. Deshalb sollen Bettwaren regelmässig gelüftet werden. Das Austrocknen der Matratze nach unten sollte nicht behindert werden, in dem z.B. Matratzen direkt auf dem Fussboden liegen oder geschlossene Bettkasten, die dies verhindern.

Bei einem stärkeren längeren Befall in einem Schlaffzimmer sollten Matratze, Bettdecke und Kissen aus hygienischer Sicht ausgewechselt werden.

Kleider und andere Textilien

Kleider die in einem verschimmelten Schrank gelagert wurden und selber keinen sichtbaren Befall aufweisen sollen trotzdem gründlich gereinigt werden. Dies in dem sie bei mindestens 60°C gewaschen werden oder chemisch gereinigt werden (die Reinigungsfirma ist zu informieren, das es sich um einen Schimmelpilzschaden handelt). Auch befallene Kleidungsstücke und andere Textilien können in vielen Fällen, wenn der Befall nicht zu stark ist, mit einer chemischen Reinigung gerettet werden.

Leder und Schuhe

Die Praxis zeigt sehr oft, dass stark verschimmelte Lederwaren nicht zu dekontaminieren sind, weil der Pilz zu sehr in das Leder eingedrungen ist.

Bücher, Akten, Dokumente

Befallene Dokumente aus Papier und wertvolle Bücher sollten nicht selber dekontaminiert werden, gar möglichst nicht berührt werden. Dafür gibt es Firmen mit speziellen Einrichtungen. Wie die zu rettenden Dokumente und Bücher für den Transport vorbereitet werden sollen ist mit dem Spezialisten abzusprechen.

Wer selber versuchen möchte einzelne Dokumente zu retten, sollte wie folgt vorgehen: (die Gefahr ist allerdings gross, dass die Dokumente dabei zerstört werden)

- das Dokument im Freien behutsam mit einem feinen Pinsel abwischen,
- das Dokument einige Stunden starker UV-Strahlung aussetzen (direkte Sonnenbestrahlung im Freien, UV-Lampe),
- das Dokument mit dem Bügeleisen heiss bügeln (dabei das Papier zwischen Alufolien legen),
- evt. Dokument laminieren

Elektronikgeräte

Die Praxis zeigt, dass in elektronischen Geräten auf Grund statischer Aufladungen und integrierter Lüftern sich innert sehr kurzer Zeit viel Staub ansammelt, bei einem Schimmelpilzschaden im Raum also auch Biomasse des Pilzes, die sich über die Lüfter wieder im Raum verteilen können. **Diese Geräte sollten bei der Dekontamination nicht vergessen werden!**

3. Beseitigen der Ursachen für die Feuchtigkeit

Wenn der Feuchtigkeitseintrag auf ein Leck in einem Wasser-, Abwasser-, Heizungsrohr oder anderen sanitären Apparaturen und Geräten (z.B. Waschmaschine) zurückzuführen ist, sind diese Leckagen als erstes fachmännisch zu beheben.

3.1 Trocknung feuchter Bauteile

Bei der technischen Trocknung ist zwischen folgenden Varianten zu unterscheiden:

- Kondensationstrocknung
- Adsorptionstrocknung
- Mikrowellentrocknung
- Infrarot-Trocknung

Beim **Kondensationstrockner** wird durch abkühlen der Luft Wasser aus der Luft ausgeschieden. Danach wird aufgewärmte trockne Luft in den Raum abgegeben.

In der Praxis werden dabei Raumluftfeuchten von 20-30 % rel. Luftfeuchte erreicht. Problematisch ist die Vereisung am kalten Wärmetauscher bei zu niedrigen Umgebungstemperaturen. Daher sollte bei Raumtemperaturen unter 15°C zusätzlich geheizt werden.

Bei der Kondensationstrocknung ist darauf zu achten, dass keine Feuchtigkeit von aussen in die Räume eindringt.



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

Der **Adsorptionstrockner** arbeitet mit einem Sorptionsrotor. Das heisst, die Raumluft wird durch eine Trommel mit einer wabenförmigen Struktur geleitet. Diese Struktur ist mit feuchteaufnehmenden Substanzen beschichtet, die der vorbeiströmenden Luft die Feuchtigkeit entziehen. Die Trommel dreht weiter in einen zweiten beheizten Luftkreis, wo sie abtrocknet. Dieser Sekundärluftstrom) führt die Feuchtigkeit nach aussen ab. Daher ist eine Raumöffnung erforderlich (unter Baustellenbedingungen häufig gekipptes Fenster), sodass Aussenluft nachströmt, was je nach Witterungsbedingungen die Trocknung verzögert. In der Praxis wird damit eine Raumluftfeuchtigkeit von 5% erreicht. Bei Holzwerkstoffen besteht die Gefahr von Schwindrissen.

Die **Mikrowellentrocknung** beruht auf dem Austreiben der Feuchtigkeit aus den Werkstoffen durch Erhitzung von Wassermolekülen im Bauteil. Allerdings muss die dabei ausgetriebene Feuchtigkeit danach auf geeignete Weise aus der Raumluft abgeführt werden, so dass in der Regel wieder der Einsatz von Kondensations- oder Adsorptionstrocknern erforderlich ist. Der Einsatz der Mikrowellentrocknung erfordert hohe Sachkenntnis, da die Gefahr der Materialzerstörung durch innere Drücke (Verdampfung des Wassers im Bauteilinneren) sowie die Gefährdung von Personen durch Mikrowellenstrahlung besteht.

Über **IR-Flachstrahler** werden Oberflächen erwärmt. Durch die Erwärmung geben die Bauteile Wasser in die Raumluft ab.

Technische Trocknung von Fussbodenkonstruktionen

Bei einer technischen Trocknung von Unterlagsböden kommen oft folgende Verfahren zur Anwendung:

- das Druckverfahren
- das Saugverfahren
- das Saug-/ Druckverfahren

Beim Druckverfahren wird die im Bautrockner getrocknete Luft mittels eines Seitenkanalverdichters über Einblasöffnungen (z.B. Bohrungen) unter den Unterlagsboden in die Trittschalldämmung geblasen. Die trockene Luft reichert sich mit der Feuchte aus den Baumaterialien an und gelangt über Austrittsöffnungen in den Raum. Ist der zu trocknende Bereich mit Schimmelpilzen kontaminiert, gelangen so die Sporen in die Raumluft.

Dieses Verfahren zur Trocknung von mit Schimmelpilzen befallenen Materialien ungeeignet!

Beim saugenden Verfahren wird die Luft aus der Trittschalldämmung angesaugt. Die Raumluft wird über eine Einblasöffnung unter den Estrich angesaugt und mittels eines Bautrockners heruntergetrocknet. Diese Luft transportiert die Feuchte aus der Trittschalldämmung. Die in der abgesaugten Luft vorhandenen Schimmelpilzsporen werden direkt nach aussen geleitet oder über einen Filter ausgeschieden.

Beim Saug-/Druckverfahren wird wie beim saugenden Verfahren die Luft durch geschaffene Öffnungen unter dem Estrich angesaugt. Parallel dazu wird getrocknete Luft unter Druck in die Trittschalldämmung eingeblasen.

Der Saug- Volumenstrom muss bei diesem Verfahren grösser sein als der Druck-Volumenstrom!

Die Art der Trocknung ist nach der Art und dem Alter des Wasserschadens auszuwählen. Zu beachten ist auch der Fussboden- und Deckenaufbau.

Der Erfolg der Trocknung ist messtechnisch zu überprüfen!

3.2 Zu hohe Raumlufteuchte

Bei zu hoher Raumlufteuchte reicht oft ein **vermehrtes oder/und effizienteres (Querlüften) Lüften** der Räumlichkeiten. Auch mit einer Reduktion des Feuchteeintrag in die Raumlufte erreichen wir eine tiefere Feuchtigkeit der Raumlufte.

Dazu sind folgende Massnahmen sinnvoll:

- keine Wäsche in den Räumen trocknen. Auch keine Wäschetrockner, die das auskondensierte Wasser nicht in einen Ablauf ableiten, verwenden;
- Nasse Oberflächen, zum Beispiel nach dem Duschen, abtrocknen und die feuchten Lappen und Schwämme gut auswinden (dass nach dem Duschen oder Baden gut gelüftet wird, sollte eine Selbstverständlichkeit sein);
- Beim Kochen immer Dampfzug (Umlüfter reduzieren die Feuchtigkeit nicht) einschalten und Pfannen mit Deckel verwenden;
- Keine Steamer (Dampfgarer), die das auskondensierte Wasser nicht in einen Ablauf ableiten, verwenden;
- Nicht zu viele Pflanzen in den Räumen;
- Keine Luftbefeuchter!

Die Raumlufteemperatur darf nicht zu tief sein, denn kältere Luft kann weniger Wasser aufnehmen.

Die Luftfeuchtigkeit ist mit einem Hygrometer zu überwachen!

3.3 Wärme- & Feuchteschutz

Nähere Informationen dazu sind in unserer Dokumentation RKP DOK 38, **Raumklima, Thermische Behaglichkeit und Luftwechsel** zu finden.

3.3.1 Wassereintritt von undichten Dächern, Balkonen, Schlagwasser

Nähere Informationen dazu sind in unserer Dokumentation RKP DOK 40, **Wärme- & Feuchteschutz**, zu finden.

3.3.2 Kondensation feucht-warmer Luft beim Austritt aus dem Gebäude

Fehlende bzw. fehlerhafte Dampfbremsen oder Dampfsperren führen dazu, dass feucht-warme Luft in einen kalten Bereich des Bauteils gelangt und dort durch Abkühlung der Luft lokal zu einer zu hohen Feuchtigkeit führt. Es kann durchaus sein, dass auskondensiertes Wasser abfließt/tropft und sich an anderer Stelle sammelt.

Durchfeuchtetes Dämmmaterial oder Holz/Holzwerkstoffe müssen in diesen Bereichen ersetzt werden.

Nähere Informationen dazu sind in unserer Dokumentation RKP DOK 40, **Wärme- & Feuchteschutz**, zu finden.

3.3.3 Feuchtigkeit aus dem Erdreich

Ohne genügenden Feuchteschutz (Abdichtung, Hinterlüftung), nehmen Mauern und Betonteile Wasser aus dem Erdreich auf. Dies ist Abhängig von der Menge des freien Wassers im Erdreich



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

und der sorptionsfähigkeit des Baumaterials, wie auch allfälligen Rissen und Durchdringungen im Bauteil.

Zur näheren Abklärung sind Feuchteprofile des Bauteils durch einen Bauphysiker zu erstellen.

Nähere Informationen dazu sind in unserer Dokumentation RKP DOK 40, **Wärme- & Feuchteschutz**, zu finden.

3.3.4 Oberflächentemperaturen im Bereich des Taupunktes

Konstruktiv bedingte Wärmebrücken, unzureichende oder mangelhafte Wärmedämmung führen oft zu lokal sehr tiefen Oberflächentemperaturen, an den sich die Raumluft so stark abkühlen, dass in diesem Bereich eine zu hohe Feuchtigkeit entsteht.

Die Oberflächentemperatur kann erhöht werden mit:

- Wärmedämmung;
- Beheizung (z.B. Fussleistenheizung).

Die Feuchtigkeit kann reduziert werden:

- mit einer tieferen Raumluftfeuchtigkeit;
- unter Umständen mit feuchtigkeitsregulierenden Baustoffen.

Nähere Informationen dazu sind in unserer Dokumentation RKP DOK 40, **Wärme- & Feuchteschutz**, zu finden.

3.3.5 Wärmedämmung technischer Gebäudeeinrichtungen

Auch an technischen Gebäudeeinrichtungen, insbesondere Kaltwasserleitungen und Lüftungsrohre/kanäle die kalte Luft führen, können kalte Oberflächen zu lokal zu hoher Feuchtigkeit führen. Diese Installationen sind mit einer geeigneten Wärmedämmung und einer Dampfsperre, die das Eindringen feuchtwarmer Luft in kalten Bereich verhindern, auszurüsten.

3.4 Pilzhemmende Putze und Farben

Es gibt verschiedene Bauprodukte am Markt, die einen erneuten Schimmelpilzbefall verhindern sollen. Die einen helfen den Feuchtehaushalt zu verbessern, in dem sie bei kurzzeitig erhöhtem Auftreten von Feuchtigkeit Wasser aufnehmen können und wenn die Umgebungsfeuchte tiefer ist wieder abgeben. Das bedingt aber, dass das Material zwischendurch auch wieder austrocknen kann.

Eine andere Möglichkeit ist durch bessere Dämmwerte die Oberflächentemperaturen zu erhöhen um so zu gewährleisten dass der Taupunkt an der Oberfläche dieses Bauteiles nicht unterschritten wird. Das nützt allerdings wenig, wenn feuchte Luft ins Bauteil eindringen kann und im Bauteil kondensiert (fehlende Dampfbremse). Ein Verputz mit guten Dämmeigenschaften kann nie die Qualität einer ordentlichen Dämmung erreichen (zu geringe Materialstärke), aber unter Umständen die Situation hinsichtlich Schimmelpilzrisiko entschärfen.

Weiter kann mit Putzen und Farben ein Milieu geschaffen werden, das Schimmelpilze nicht mögen, in dem der Baustoff alkalisch ist oder ein Biozid (Gift) enthält. Diesen Produkten ist gemeinsam, dass die Wirkstoffe in die Raumluft ausgasen können oder sich mit der Zeit abbauen. Das bedeutet zum Einen, dass die Massnahme periodisch erneuert werden muss, zum andern dass sie in ihre Umwelt gelangen - **also auch das Gift!**

Eine neue Generation von Schutzmitteln verspricht mit einer photokatalytische Selbstreinigung organische Stoffe, also die Nahrung für die Mikroorganismen an der Oberfläche zu reduzieren.

Viele dieser Produkte basieren auf Nanostrukturen. Nanopartikel sind heute bezüglich Gesundheitsrisiko eine kontrovers diskutierte Thematik.

Viele Sanierungsprodukte vereinen verschiedene dieser Wirkmechanismen.

3.4.1 Empfehlenswerte Sanierungsprodukte

Putze mit vorteilhaften hygrothermischen Eigenschaften

Bezüglich Wärmedämmung und Feuchtetransport/-pufferung optimierter Sanierungsputz. Zehn Millimeter Sanierungsputz ersetzt keine Wärmedämmung von zehn oder mehr Zentimeter

Calciumsilikatplatten

Diese Platten bestehen überwiegend aus mineralischen Stoffen und sind formstabil, druckfest, nicht brennbar, diffusionsoffen und baubiologisch unbedenklich. Ihre Eigenschaft, Feuchtigkeit aufzunehmen, zu puffern und abzugeben, ihre wärmedämmende Wirkung, den hohen pH-Wert (alkalisch) macht sie für Schimmelpilzsanierungen sehr interessant.

Aber auch diese Platte braucht ab und zu die Möglichkeit wieder auszutrocknen!

Alkalische Putze und Farbanstriche

Die meisten Schimmelpilze können bei pH-Werten über 10 nicht gedeihen. Solch hohen pH-Werte werden von Kalkputzen und Kalkfarben erreicht. Auch gibt es Materialien auf Silikatbasis, die diese Eigenschaft haben.

Achtung, der pH-Wert nimmt mit der Zeit ab – Das heisst der Farbanstrich muss öfter erneuert werden!

3.4.2 Nicht zu empfehlende Sanierungsprodukte

Fungistatisch oder fungizid wirkende Farben und Putze

Die Giftstoffe dieser Produkte gelangen allmählich in die Umwelt, von wo sie auch vom Menschen aufgenommen werden können!

Auf Nanostrukturen basierende Produkte

Es werde heute diverse Produkte (z.B. Bioni) auf dem Marktangeboten, die den Bewuchs mit Mikroorganismen mit einer Nanostruktur ihrer Oberfläche verhindern sollen.

Da Nanopartikel um einiges kleiner als Feinstaub sind, sie sind nicht nur lungengängig, sie sind z.T.auch zellwandgängig. Der grosse Diskussionspunkt ist, ob sich bei Materialien mit Nanostruktur irgendwann in ihrem Lebenszyklus Partikel in Nanogrösse vereinzeln können. Es kann heute kein Hersteller dieser Produkte nachweisen, dass dies unter allen Umweltbedingungen nie der Fall sein wird!

Aus der Sicht der Vorsorge gegenüber der Gesundheit und der Umwelt lehnen wir die Verwendung solcher Produkte ab.

4. Geruchsbeseitigung

Oft ist mit dem Entfernen des mikrobiologischen Befalls der unangenehme Geruch noch nicht aus dem Gebäude entfernt.



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

Zur Geruchsbeseitigung stehen uns folgende Möglichkeiten zu Verfügung:

Lüften

Mit Lüften werden Geruchsstoffe (langsam) abgeführt.

Aufheizen

Um die Lüftungsmethode effizienter zu machen kann die Raumtemperatur auf 35°C 40°C aufgeheizt werden. Durch die Erwärmung der Materialien im Raum wird die Emission organischer flüchtiger Verbindungen und somit auch Geruchsstoffe aktiviert, das heisst, sie gehen in die Raumluft über.

Aufheizen (2 – 3 Stunden) und Lüften (ca. 15 Minuten Stoss- oder besser Querlüften) sollte mehrmals wiederholt werden.

Einkapselung

Nicht poröse Oberflächen werden versiegelt und so den Geruchsmolekülen das Entweichen verunmöglicht.

Geruchsstoffoxidation

Ozon, in einer für Menschen giftigen Menge mit einem Ozongenerator hergestellt, ist ein Oxidationsmittel, das Geruchsmolekülen reagiert. Das Ozon baut sich dabei selbst ab. Es entstehen neue chemische Verbindungen, stabile und instabile. Es ist deshalb nicht mit Sicherheit voraussehbar, welche Stoffe, es ist anzunehmen auch leicht flüchtige, schlussendlich zurückbleiben.

Beim Einsatz von hoher Ozonkonzentration in Innenräumen ist darauf zu achten, dass diese gegenüber anderen Räumen gut abgeschottet werden, da Ozon auch Türfugen usw. ausbreitet und so Menschen gefährden könnte.

Eine im Vergleich zur Ozonbehandlung milde Variante der Geruchsstoffoxidation stellt die Verwendung von **Singulett-Sauerstoff** dar. Der mit **Plasmafeldionisatoren** (PFI), auch als Luftionisator oder NTP-Luftreinigungsgesetz bezeichnet, erzeugte Singulett-Sauerstoff (negativ geladener, aktiver Sauerstoff) gilt als für den Menschen ungiftig. Allerdings entsteht bei diesem Ionisationsverfahren auch geringe Mengen an Ozon. Der Aufenthalt von Menschen im Abstand von 2 Meter zum Plasmafeldionisator ist zulässig, von einem Daueraufenthalt ist allerdings abzuraten.

Adsorption / Luftwaschen

Bei der Adsorption wird die kontaminierte Raumluft maschinell gereinigt. Die Luft wird durch Geräte, die mit Aktivkohle-Filter bestückt sind, geblasen, wobei die Geruchspartikel im Filter zurückgehalten werden.

Chemischer Abbau

Durch natürliche oder chemische Wirkstoffe werden Geruchsmoleküle angegriffen und so verändert, dass sie nicht mehr unangenehm riechen. Es entstehen neue chemische Verbindungen, stabile und instabile. Es ist deshalb nicht mit Sicherheit voraussehbar, welche Stoffe, es ist anzunehmen auch leicht flüchtige, schlussendlich zurückbleiben.

Mikroorganismen

Natürliche Bakterien werden zum Zersetzen der Geruchsmoleküle eingesetzt. Diese Bakterien benutzen die Geruchsmoleküle als Nahrung und bauen diese dadurch ab.

Maskieren

Der unangenehme Geruch (Gestank) wird mit einem angenehm empfundenen Geruch überdeckt.

Beim Maskieren sind die chemischen Verbindungen, die für den unangenehmen Geruch verantwortlich sind, immer noch in der Raumluft enthalten – Somit stellt diese Methode keine Beseitigung dar!



5. Glossar & Verzeichnisse

5.1 Glossar

Abklatschprobe

Bei Abklatschproben werden die Sporen einer definierten Fläche entweder direkt auf eine Agarplatte (Contact Slides, Rodac-Platten) übertragen oder indirekt, in dem der Abklatsch zuerst eine Nirocellulosemembran die Sporen aufnimmt und die Membran danach auf eine Agarplatte aufgelegt wird.

Allergie / Allergene

Als Allergie wird eine überschüssige und unerwünschte heftige Abwehrreaktion des Immunsystems auf bestimmte und normalerweise harmlose Umweltstoffe, Allergene, bezeichnet.

Aerosole

Ein Aerosol ist ein festes oder/und flüssiges Schwebeteilchen (Staubpartikel oder Wassertropfen, das ein anderes Partikel z.B. ein Bakterium trägt).

Agar / Agarplatten

Agar, auch Agartang, Japanischer Fischleim oder Chinesische bzw. Japanische Gelatine genannt, ist ein sehr gutes Geliemittel. In der Mikrobiologie werden Nährböden für Mikroorganismen fast ausnahmslos mit Agar statt Gelatine verfestigt. Diese Nährböden werden auch Agarplatten genannt.

Antibiotika

Antibiotika sind Substanzen, die von Mikroorganismen gebildet werden und eine hemmende oder zerstörende Wirkung auf andere Mikroorganismen haben. Sir Alexander Flemming machte damals die Beobachtung, dass eine Schimmelpilzkolonie (Penicillium) das Wachstum von Staphylokokken hemmte. Seither wurden noch viele andere Antibiotika entdeckt.

Antiseptisch

Damit werden alle Massnahmen zur Verminderung von infektiösen Keimen und damit zur Verhinderung einer Infektion bezeichnet.

Bakterien

Bakterien sind einzellige Mikroorganismen ohne Zellkern, die sich durch Teilung vermehren. Sie werden in viele verschiedene Familien, Gattungen und Arten eingeteilt. Einerseits können sie oftmals gefährliche Krankheitserreger sein, andererseits aber können sie für den Menschen auch sehr nützlich sein, z.B. bei der Herstellung von Joghurt oder als Kommensalen (natürliche Mitbewohner des Menschen z.B. auf der Haut, im Mund, im Rachen, in der Nase, im Verdauungstrakt oder im Genitalbereich leben den den Menschen gegenüber pathogenen Mikroorganismen schützen).

Biofilm

Biofilme bestehen aus einer dünnen Schleimschicht (Film), in der Mikroorganismen (z. B. Bakterien, Algen, Pilze, Protozoen) eingebettet sind.

Biozid

Biozide (bios: Leben, caedere: töten) sind in der Schädlingsbekämpfung im nicht-agrarischen Bereich eingesetzte Wirkstoffe, Chemikalien und Mikroorganismen gegen Schadorganismen (z.

B. Ratten, Insekten, Pilze, Mikroben), also beispielsweise Desinfektionsmittel, Rattengifte oder Holzschutzmittel.

Contact Slide siehe Abklatschprobe

Dekontamination

Eine Dekontamination bedeutet eine Entfernung von Verschmutzung bzw. Verunreinigung von Räumen, Wasser, Lebensmitteln und Personen. Die Verschmutzung kann durch Mikroorganismen oder andere Stoffe geschehen. Die Anzahl der Mikroorganismen wird dabei auf ein Niveau reduziert, das weder der Gesundheit noch der Qualität z.B. von Lebensmitteln schadet.

Desinfektion

Die Desinfektion tötet verderbniserregende Mikroorganismen an und in kontaminierten Objekten ab oder reduziert ihre Zahl, d.h. sie werden so geschädigt, dass sie nicht mehr infizieren können. Bei den dabei eingesetzten Mitteln handelt es sich um chemische Substanzen. Die Voraussetzung für eine wirksame Desinfektion ist immer eine gründliche Reinigung.

Dip Slides

Agar-Platte die in Flüssigkeiten getaucht und danach inkubiert wird zur Bestimmung von KBE.

Escherichia coli / E.coli

Dieses Bakterium kommt natürlicherweise im Darmtrakt von Mensch und Tier vor, somit findet man es auch in Fäkalien (Abwasser). Besonders gefährlich sind E.coli-Stämme, die Giftstoffe (Toxine) bilden und dadurch schwere Erkrankungen verursachen.

Exogen-allergische Alveolitis (EAA)

Die exogen-allergische Alveolitis (EAA im folgenden kurz Alveolitis genannt), bei der es durch das Einatmen von Stäuben zu einer entzündlichen Veränderung der Lungenbläschen kommt.

Fruchtkörper

Fruchtkörper (Karposoma) ist das Fortpflanzungsorgane mehrzelliger Pilze

Fungistatikum / fungistatisch

Ein Fungistatikum ist ein chemisches Mittel, das das Wachstum und die Vermehrung von Kleinpilzen hemmt. Im Gegensatz zu Fungiziden tötet es diese jedoch nicht.

Fungizid

Fungizide Substanzen sind Substanzen, die unter definierten Bedingungen bewirken, dass Pilze abgetötet werden und sich auch nach deren Entfernung nicht mehr vermehren können.

Gesamtkeimzahl

Die Gesamtkeimzahl ist eine unspezifische Grösse aus der mikrobiologischen Hygiene. Sie gibt an, wie viele Mikroorganismenkolonien sich auf einem für diesen Zweck normierten Agar-Nährboden in einer definierten Zeit bilden.

Gram-Färbung: grampositiv / gramnegativ

Die Gram-Färbung ist eine Methode, um Bakterien-Spezies in zwei grosse Gruppen zu unterteilen: *grampositive* und *gramnegative*. Die unterschiedliche Färbbarkeit der Bakterien basiert auf den chemischen und physikalischen Eigenschaften ihrer Zellwände. Die Gram-Färbung ist ein wertvolles Diagnostik-Werkzeug.



Hefen / Hefepilze

Hefen sind einerseits für den Menschen nützlich (Bäckerhefe, Weinherstellung, Kommensalen im Genitalbereich etc.), andererseits gibt es Arten, die vor allem Lebensmittelverderber von sauren Produkten (z.B. Joghurt) sind und sich auf diesen sogar bei Kühlschranktemperaturen vermehren können. Hefen benötigen wie Schimmelpilze Sauerstoff zum Wachstum, können aber bis auf wenige Ausnahmen ihren Stoffwechsel auf Gärung umstellen und so Alkohol (Ethanol) und Kohlendioxid (CO₂) produzieren.

Hyphen

Hyphen sind die fadenförmigen Zellen der Pilze und Streptomyzeten. Aus ihnen besteht bei Hyphenpilzen, im Gegensatz zu Hefepilzen, der gesamte Pilz (Mycel, Fruchtkörper).

Immunsystem

Das Immunsystem ist ein körpereigenes System zur Abwehr und Bekämpfung körperfremder Stoffe, wie z.B. Bakterien, Viren, Pilze und Parasiten, sowie auch entarteter, körpereigener Zellen (Tumorzellen).

Infektion

Eine Infektion ist eine Ansteckung durch Krankheitserreger wie Bakterien, Viren, Pilze und Parasiten, die eine Infektionskrankheit nach sich ziehen oder ohne Folgen bleiben kann.

Luftkeimsammlung / Luftkeimsammler

Die Luftkeimsammlung dient dazu, über die Sammlung von Keimen (Sporen, Aerosole getragenen Bakterien) eines definierten Luftvolumens zu sammeln. Sie dient dazu, im Innenraum verdeckte Innenraumschimmelquellen aufzufinden oder den Erfolg von Sanierungen zu kontrollieren. Es gibt verschiedene Verfahren der Luftkeimsammlung, das Impaktions- und das Filtrationsverfahren.

Impaktionsverfahren / Impaktor

Ein Impaktor Partikelsammelgerät, in dem die Partikel (z.B. Keime in der Luft) durch Trägheitskräfte niedergeschlagen werden.

Inkubator

Als Inkubator, auch Brutschrank genannt, wird ein Wärmeschrank bezeichnet, der zur Ausbrütung, auch Inkubation genannt, von Zellkulturen, Mikroorganismen oder Eiern verwendet wird.

Karpasoma siehe Fruchtkörper

KBE / Kolonie bildende Einheit

Eine Koloniebildende Einheit (KBE) ist eine Grösse, die bei der Quantifizierung von Mikroorganismen eine Rolle spielt, und zwar wenn die Anzahl der Mikroorganismen in einem Material auf kulturellem Weg bestimmt wird. Die englische Bezeichnung lautet **Colony Forming Unit**, abgekürzt **CFU**.

Klebefilmprobe

Eine Klebefilmprobe wird mit handelsüblichem, transparentem Klebefilmstreifen durchgeführt. Mit diesem Verfahren, ohne zeitraubender Inkubation, können Schimmelpilze von Verschmutzungen, Russ, Fogging, Bläuepilzen, holzzerstörenden Pilzen, Ausblühungen von Salzen usw. unter dem Mikroskop differenziert werden. Je nach Qualität der Probe ist bei der Analyse eventuell auch die Bestimmung der Gattungen bzw. Arten der Schimmelpilze möglich.

Keime

bezeichnet allgemein das Stadium eines Lebewesens, aus dem sich das erwachsene Lebewesen entwickelt (Samen, Spore usw). Keime ist in der Medizin aber auch eine gebräuchliche Bezeichnung für Mikroorganismen, insbesondere für Krankheitserreger.

Kontamination

Verschmutzung bzw. Verunreinigung von Räumen, Wasser, Lebensmitteln und Personen durch Mikroorganismen oder andere Stoffe.

Kreuzkontamination

Werden Mikroorganismen indirekt übertragen, spricht man von einer Kreuzkontamination. Dies kann z.B. über ungenügend dekontaminierte Rüstbrettchen in der Küche oder ungenügend gewaschene Hände passieren.

Legionellen

Legionellen (*Legionella*) sind eine Gattung stäbchenförmiger Bakterien in der Familie der Legionellaceae. Sie sind im Wasser lebende gramnegative Bakterien. Alle Legionellen gelten als potenziell pathogen (über Tröpfchen in die Atemwege).

Listerien

Unter den Listerien ist besonders *Listeria monocytogenes* pathogen für Mensch und Tier.

MAK-Wert

Der maximale Arbeitsschutz- Konzentrationswert gibt die maximal zulässige Konzentration am Arbeitsplatz an.

Mikrobiologie

Die Mikrobiologie ist die Lehre der Mikroorganismen, die als einzelne Zellen oder als Zellverbände existieren. Sie beschäftigt sich mit den lebenden Zellen und mit der Art und Weise, wie diese arbeiten.

Mikroorganismen

Mikroorganismen sind mit bloßem Auge nicht erkennbare Kleinstlebewesen, die sich durch Teilung vermehren. Dazu zählen Bakterien, Hefen, Schimmelpilze, Kleinalgen und Parasiten

MVOC

MVOC (microbial volatile organic compounds, oder deutsch: mikrobielle flüchtige organische Substanzen), bezeichnet das, was wir normalerweise Schimmel- und Bakteriengeruch nennen. Einige dieser Substanzen sind sehr spezifisch und können gar toxische Eigenschaften haben.

Mycel

Das Mycel ist ein Geflecht aus Hyphen im Boden oder Materialien. Neben Pilzen gibt es auch Bakterien, die Myzelien bilden, beispielsweise Streptomyceten.

Mykosen

Als Mykose bezeichnet man eine Infektionskrankheit durch Pilze als Parasiten im lebenden Gewebe. Die Erreger können Schimmelpilze und Hefen sein.

Mycotoxine

Mycotoxine sind Giftstoffe, die zahlreiche Schimmelpilze während des Wachstums bilden.



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

Nährmedien / Nährböden

Ein Nährmedium, auch als Substrat bezeichnet, dient zur Kultur von Mikroorganismen, Zellen, Geweben. Man unterscheidet zwischen flüssigen (zum Beispiel Bouillon, Nährbouillon oder Nährlösung) und gelierten („festen“) Nährmedien, den Nährböden, auch Agarplatten genannt.

Pathogen

Die Fähigkeit eines Erregers, eine Krankheit hervorzurufen.

Photokatalytische Selbstreinigung

Damit wird die Eigenschaft von Oberflächen bezeichnet, unter Mithilfe von (Sonnen)-Licht organische Materialien auf der Oberfläche zersetzen zu können. Die Oberflächen bleiben sauber und wirken antimikrobiell. Viele dieser Produkte sind mit Nanopartikeln aus Titandioxid (TiO_2) beschichtet wurden.

Pilze

Pilze schliessen Hefen und Schimmelpilze ein und sind einzellige (Hefen) oder mehrzellige Organismen. Sie sind höher organisiert als Bakterien, aber weniger differenziert als Pflanzen und kommen überall vor.

Schimmelpilze

Mikroorganismen, die mit einem sichtbaren Mycel ("fadenartiges Gebilde") watteartig organisches Material überwachsen. Die von Schimmelpilzen gebildeten Stoffwechselprodukte (Mycotoxine). Schimmelpilze brauchen für ihr Wachstum Sauerstoff, Wasser und Organische Stoffe. Sie wachsen deshalb bevorzugt auf der Oberfläche des befallenen Materials.

Schwarzbereich / Weissbereich

Der Schwarzbereich ist derjenige Bereich innerhalb dessen angenommen werden muss, dass die Raumluft oder Oberflächen mit Keimen kontaminiert ist. Als Weissbereich gilt dann der Bereich, der davon nicht (relevant) betroffen ist.

Sporen

Als Sporen gelten manche (seltenen) Bakterien, die äusserst stabil gegenüber Hitze und Trockenheit sind (sie können im Trockenen über Jahre hinweg lebensfähig bleiben, aber sich nicht vermehren) oder die einzellige Fortpflanzungsform von Pilzen.

Steril / Sterilisation

Steril bedeutet frei von vermehrungsfähigen Organismen und ihren Sporen.

Die Sterilisation ist eine vollständige Abtötung aller Mikroorganismen z.B. durch trockene (über 160°C , mindestens zwei Stunden) oder feuchte (über 121°C , mindestens 15 Minuten) Hitze. Bei der Sterilisation werden alle Mikroorganismen einschliesslich ihrer Sporen abgetötet. Bei der Sterilisation von Lebensmitteln überleben jedoch oftmals einige Sporen, sodass das Produkt nicht absolut steril ist.

Toxin

Toxin ist ein anderes Wort für Giftstoff. Viele Bakterien und auch ein paar Schimmelpilzarten bilden Toxine.

Weissbereich siehe Schwarzbereich

5.3 Literaturverzeichnis

Gesetzliche Grundlagen

- [1] Bauarbeitsverordnung (BauAV, 26)
- [2] Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen & Arbeitnehmer vor den Gefährdungen durch Mikroorganismen (SAMV).
- [3] Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VVU)

Normen, Richtlinien und Empfehlungen von Ämtern und Fachverbänden

- [4] C.Vassella-Brantschen, R.Waeber: „Vorsicht Schimmel – Eine Wegleitung zu Feuchtigkeitsproblemen und Schimmel in Wohnräumen“, 2009 BAG
- [5] E.Käslin, B.Cartier: „Schimmelpilzsanierungen in Innenräumen – Sind Ihre Mitarbeitenden wirksam geschützt?“, 2009 Suva
- [6] Working group Bonn 2007, E.Heseltine, J.Rosen: „WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould“, 2009 WHO
- [7] ISO 16000-1: „Innenraumlufverunreinigungen Teil 1 – Allgemeine Aspekte der Messstrategie“, 2000 ISO
- [8] VDI-4300 Bl.10: „Messen von Innenraumlufverunreinigungen - Messstrategien zum Nachweis von Schimmelpilzen im Innenraum“, 2008 VDI/Beuth
- [9] VA104-1 (VDI-6022 Bl.1): „Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnischen Anlagen und -Geräte“, 2006 SWKI
- [10] VDI-6022 Bl.2: „Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnischen Anlagen und -Geräte“ - „Messverfahren und Untersuchungen bei Hygienekontrollen und Hygieneinspektionen“, 2007 VDI/Beuth
- [11] VDB-Richtlinien: „Band 2 Chemische und mikrobiologische Untersuchungen“, 2.Aufl. 2006 Verlag AnBUS e.V.
- [12] T.Gabrio, et al.: „Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen“, 2Aufl. 2006 LGA Baden-Württemberg
- [13] T.Gabrio, et al.: „Schimmelpilzen in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement“, 2Aufl. 2004 LGA Baden-Württemberg
- [14] B.Seifert, et al.: „Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“, 2005 Umwelt Bundes Amt, Berlin
- [15] B.Seifert, et al.: „Leitfaden für die Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“, 2005 Umwelt Bundes Amt, Berlin
- [16] EKAS-Richtlinie: „Brennbare Flüssigkeiten, Lagern und Umgang“, 2005 EKAS
- [17] EKAS-Richtlinie: „Säuren und Laugen“, 2003 EKAS

Publikationen (Bücher, Fachartikel, Tagungsbände)

- [21] W.Lorenz, G.Hankammer, K.Lassl: „Sanierung von Feuchte- und Schimmelpilzschäden“, 2005 Rudolf Müller Verlag
- [22] W.Lorenz, G.Hankammer: „Schimmelpilze und Bakterien in Gebäuden“, 2.Aufl. 2007 Rudolf Müller Verlag
- [23] J.Blaich: „Bauschäden - Analyse und Vermeidung“, 1999 EMPA



MIKROBIOLOGISCHE BELASTUNG VON INNENRÄUMEN

- [24] C. Fitz, W. Hofbauer, K. Sedlbauer, M. Krus, K. Breuer: "Prognoseverfahren zum biologischen Befall durch Algen, Pilze und Flechten an Bauteiloberflächen auf Basis bauphysikalischer und mikrobieller Untersuchungen", 2006 IRB Fraunhofer Verlag
- [25] J.Bellmer: "Hilfe bei Schimmelpilz- und Feuchtigkeitsproblemen", 2006
- [26] G.Moschig: "Bausanierung: Grundlagen, Planung, Durchführung", 2.Aufl. 2008 Vieweg + Teubner Verlag
- [27] H.M.Fischer, R.Jenisch, M.Stohrer: „Lehrbuch der Bauphysik: Schall-Wärme-Feuchte-Licht-Brand-Klima“, 6.Aufl. 2008 Vieweg + Teubner Verlag
- [28] R.Bendix: „Bauchemie - Einführung für Bauingenieure“, 3.Aufl. 2005 Vieweg + Teubner Verlag
- [29] G.Zwiener, H.Mötzel: "Ökologisches Baustoff-Lexikon", 3.Aufl. 2006 C.F.Müller Verlag
- [30] L.Grün: "Innerraumallergene und Schimmelpilze – Messstrategien und Untersuchungsverfahren", 2009 Referat VDI-Wissensforum Schadstoffe in Innenräumen
- [31] G.Gabrio: "Qualitätssicherung beim Nachweis von Schimmelpilzen und Handlungsempfehlungen zur Sanierung von Schimmelpilzschäden", 2009 Referat VDI-Wissensforum Schadstoffe in Innenräumen
- [32] W.Butte: "Biozide und Phthalate in Wohn- und Innenräumen", 2009 Referat VDI-Wissensforum Schadstoffe in Innenräumen
- [33] J.Schäfer, C.Trautmann, L.Dill, T.Gabrio, I.Gorth, U.Jäckel, W.Lorenz, K.Martin, T.Miljanic, R.Szewzyk, U.Weidner, P.Kämpfer: "Vorkommen von Actinomyceten in Innenräumen", 69(9)/2009 „Gefahrstoffe-Reinhaltung Luft“ Springer VDI Verlag
- [34] A-Kolk, R.van Gelder, G.Schneider, S.Gabriel: "Mikrobiologische Hintergrundwerte in der Aussenluft – Auswertung der BGIA – Expositionsdatenbank MEGA", 69(4)/2009 „Gefahrstoffe-Reinhaltung Luft“ Springer VDI Verlag
- [35] E.Martin, P.Kämpfer, U.Jäckel: „Erfassung der bakteriellen Diversität in der Innerraumlufte“, 69(3)/2009 „Gefahrstoffe-Reinhaltung Luft“ Springer VDI Verlag
- [36] Jürgen Bünger: „Gesundheitsrisiken durch eine inhalative Exposition gegenüber mykotoxinbildenden Schimmelpilzen“, 65(9)/2005 „Gefahrstoffe-Reinhaltung Luft“ Springer VDI Verlag
- [37] I.Dill: „Beurteilung einer Schimmelpilzbelastung“, 6. Pilztagung VDB e.V./ LGA Baden-Württemberg, 2002 Verlag AnBUS e.V.
- [38] R.Szewzyk, J.Kurnitski, Kelly: „Damp and Mould - Health risks, prevention and remedial actions“, 2009 WHO

Internet

- [90] www.raumklimaplus.ch - „RAUMKLIMA PLUS“, ECOENGINEER M.DURRER
- [91] www.wikipedia.org – „Wikipedia – Die freie Enzyklopädie“
- [92] www.baubiologen.ch - „Netzwerk baubiologischer Messtechniker“
- [93] www.baubiologie.net - „Berufsverband Deutscher Baubiologen e.V - VDB“
- [94] www.schimmelpilzlabor.ch - „Schimmelpilzlabor Jenny GmbH“
- [95] www.schimmel-schimmelpilze.de - „enius, ihr Partner für Ingenieur & Laborleistung“, Contrat GmbH

5.4 Adressen**5.4.1 Sachverständige und Fachplaner****Innenraumlufthygiene, Bau- & Umweltanalytik**

ECOENGINEER M.DURRER
RAUMKLIMA PLUS, Wiesentalstrasse 7
CH-7000 Chur

Tel +41 81 500 10 84
www.ecoengineer.ch
rkp@ecoengineer.ch

Mikrobiologische Labore

Schimmelpilzlabor Jenny GmbH
Wolfikon - Im Säntisblick 1, 8514 Amlikon-Bissegg

www.schimmelpilzlabor.ch
Tel +41 71 650 01 70

Bauphysik

mkb - Martin Kant Bauphysik
Oberalpstrasse 28 , 7000 Chur

www.mkbauphysik.ch
081 250 32 07

Kuster + Partner AG
Hartbertstrasse 10, 7001 Chur
Via Salet 4, 7500 St. Moritz
Alpenblickstrasse 5 8853 Lachen

www.kusterpartner.ch
Tel. +41 81 258 45 00
Tel. +41 81 834 48 01
Tel. +41 55 462 10 62

Geologie

BauGrundRisk - Dr. R. Krähenbühl
Sennensteinstrasse 5, 7000 Chur

Tel +41 81 250 63 84
baugrundrisk@bluewin.ch

Planung von baulichen Sanierung

Urs Meng Architekturbüro
Wiesentalstrasse 7, CH-7000 Chur

Tel +41 81 353 53 35

Andrea Gustav Rüedi Solararchitektur GmbH
Vordere Gasse 51, 7012 Felsberg

Tel +41 81 353 33 93

Architekturbüro Bosch & Heim
Wiesentalstrasse 7, 7000 Chur

Tel +41 81 454 99 50
bosch.heim@bluewin.ch



5.4.2 Sanierungsunternehmen

Schimmelpilzsanierung

sanawall gmbh
Obfelderstrasse 31
CH-8910 Affoltern a.A.

Tel +41 43 500 10 84
www.sanawall.ch
info@sanawall.ch

colorado application ag
Grossbruggerweg 3
CH-7000 Chur

Tel +41 81 284 08 00
www.colorado.ag
info@colorado.ag

Bautrocknung

Krüger + Co. AG
Flurstrasse 7, 7205 Zizers
Cho d'Punt 7, 7503 Samedan
Staatsstrasse 55, 9463 Oberriet
Leuholz 25, 8855 Wangen

www.krueger.ch
Tel +41 81 300 62 62
Tel +41 81 852 56 85
Tel +41 71 761 15 30
Tel +41 55 450 60 80

Trockag AG
Grossbruggerweg 3, 7000 Chur

www.trockag.ch
Tel +41 81 353 11 66

Parpan Thomas GmbH
Voa Nova 8, 7078 Lenzerheide/Lai

www.parpangips.ch
Tel +41 81 384 54 34

Restauration Dokumente / Bücher

docusave
Rebzelg 2, 3662 Seftigen

www.docusave.ch
Tel +41 33 345 22 88

5.4.3 Desinfektionsmittel & Baustoffe

Desinfektionsmittel

Isopropanol-/ Ethanol- Alkohol, wie auch Wasserstoffperoxid (5%) ist in Apotheken erhältlich.

Sanosil AG
Eichtalstrasse 49, 8634 Hombrechtikon

www.sanosil.ch
Tel: +41 55 254 00 54

Sanierungsputze, Antischimmelfarbe

KEIMFARBEN AG
Wiesgasse 1, 9444 Diepoldsau

www.keim.ch
Tel +41 71 737 70 10

HAGA AG Naturbaustoffe
Hübelweg 1, 5102 Rapperswil

www.haganatur.ch
Tel +41 62 889 18 18