DIE WOHNUNGS-WIRTSCHAFT

WIRTSCHAFT



GEBÄUDE UND TECHNIK Farbe macht froh

Wie aus schlichten 60er-Jahre-Häusern echte Hingucker werden **MANAGEMENT**

Struktur spart Geld

Klassifizierung der Lieferanten hilft beim Dienstleistungseinkauf DW-Spezial Kabel, Satellit, Telefon

Schimmelprophylaxe

Feuchtigkeit unter dem Fußboden: ein Problem und dessen Lösung

Feuchtigkeit unter dem Fußboden, die ehemals vorgelegen hat, phasenweise auftreten kann oder aktuell vorkommt, ist die Grundlage für Schimmelpilzwachstum. Ein unterschätzter, oft nicht erkannter und kostenträchtiger Folgeschaden nach Feuchtigkeitseinwirkung sind Schimmelpilzbelastungen in der Dämmebene von Fußböden, was schätzungsweise in jeder zweiten Wohnung vorhanden sein könnte. Der Grund für diese hohe Zahl sind unerkannte oder nicht sachgerecht sanierte Wasserschäden und Wärmebrücken durch Kondenswasserbildung.

Bei einer Schimmelpilzsanierung sollte möglichst die gesamte Schimmelpilzbiomasse entfernt werden. Dieser Grundsatz der Innenraumhygiene führt bei einem Schimmelpilzbefall im Unterboden durch den Ausbau des kompletten Fußbodens inkl. Estrich und Dämmung zu hohen Sanierungskosten und einer vorübergehenden Nutzungsaussetzung der Räumlichkeiten. Diesem wünschenswerten Ansatz stehen oftmals praktische und wirtschaftliche Überlegungen gegenüber. Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren verschiedene alternative Materialien und Methoden entwickelt und eingesetzt, über deren Vor- und Nachteile nachfolgend berichtet wird.

Feuchtigkeit ist die Grundlage für Schimmelpilzwachstum

Wasser fließt nach unten. Dieser Sachverhalt führt bei schwimmend verlegten Estrichen (Zement-, Bitumen-, Anhydrit-, Fließestriche) dazu, dass bei Wasserschäden durch das Eindringen von Wasser über die Randfuge speziell die Dämmebene des Fußbodens durchfeuchtet wird. Innerhalb weniger Tage führt eingedrungene Feuchtigkeit zu Schimmelpilzwachstum. Üblicherweise wird angenommen, dass bei einer zeitnahen Trocknung dem Unterboden die Feuchtigkeit als Grundlage für ein Schimmelpilzwachstum vollständig entzogen werden kann. Scheinbar belegt wird dies durch den Nachweis ausströmender trockener Luft aus der Dämmebene des Fußbodens. Bei näherer Betrachtungsweise und belegt durch entsprechende Bauteilöffnungen wird oftmals Folgendes festgestellt: Bei Trocknungsarbeiten verbleibt in der Regel Restfeuchte unter dem Estrich, da sich die zum Entfeuchten eingesetzten Luftströme den Weg des geringsten Widerstandes suchen. Durch Verinselung sind erfahrungsgemäß oftmals ganze Unterbodenbereiche nach abgeschlossener Trocknung noch nass, auch wenn die aus dem Unterboden ausströmende Luft als trocken zu bewerten ist. Letztendlich bedeutet diese Erkenntnis, dass nach dem konventionellen Trocknen einer Fußbodendämmung Feuchtigkeit unter dem Estrich verbleibt, was zwangsläufig zu einer Schimmelpilzbelastung führen muss.

Ein weiterer häufig unterschätzter Feuchtigkeitseintrag in den Unterboden erfolgt durch Wärmebrücken aufgrund mangelnder Dämmung. Beispiele hierfür sind der Bereich der Auflage einer Betondecke auf die Außenwand oder "kalte" Keller und Tiefgaragen unter Erdgeschosswohnungen. Derartige Wärmebrücken führen auf der raumseitigen Wand oder Decke zu einer Abkühlung von Oberflächen unter dem Estrich. Das Ergebnis ist eine mögliche Unterschreitung des Taupunktes, was zu Kondenswasserbildung und damit zu Schimmelpilzwachstum führt.

Schimmelpilze, die unbekannten Lebewesen

Schimmelpilze bestehen nicht nur aus kultivierbaren oder abgestorbenen Sporen oder Sporenpaketen. Während diese der Fortpflanzung und Verbreitung dienen, sind weitere partikelartige Bestandteile wie Sporenträger, Hyphen und Mycelbruchstücke gestaltbildend. Der Organismus Schimmelpilz hat ein komplexes biochemisches "Innenleben": Energiereiche Materialien werden aufgenommen, verstoffwechselt und in biochemisch veränderter Form wieder an die Umgebung abgegeben. Gasförmige Schimmelpilzprodukte sind Ausscheidungen des Stoffwechsels inkl. geruchsaktiver Verbindungen, die unter dem Begriff MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds) zusammengefasst werden. Hierzu gehören unterschiedlichste Einzelverbindungen aus vielfältigen chemischen Verbindungsklassen wie Aldehyde, Alkohole, Ketone, Ether, Ester, Terpene und Furane. Zur Mycotoxinproduktion und -freisetzung (Mycotoxine =

Schimmelpilzgifte) in Innenräumen liegen in der Literatur vergleichsweise wenige bis keine belastbaren Veröffentlichungen vor. Weiterhin ist das Freisetzen verschiedenartigster Zellinhaltsstoffe zu erwarten, wenn ein Schimmelpilz abstirbt. Entsprechend ihres gasförmigen oder partikelartigen Charakters sind Schimmelpilzbestandteile in Tab. 1 aufgeführt.

Wie ist ein Schimmelpilzbefall unter dem Estrich zu erkennen?

Aufgrund der Erfahrungen des Autors besteht die einzige sichere Möglichkeit zur Klärung eines Schimmelschadens bzw. zu dessen räumlicher Eingrenzung in der mikrobiologischen Untersuchung von Materialproben aus der Dämmebene des Fußbodens. Wann besteht ein Verdacht auf einen versteckten, nicht sichtbaren Schimmelpilzbefall im Unterboden? Begründete Verdachtsmomente sind

- ehemaliger oder aktueller Schimmelbefall an Wand im Fußbodenbereich
- Verfärbung hinter Fußbodenrandleiste mit schimmelpilzartigen Strukturen
- ehemaliger oder aktueller Wasserschaden



Tab. 1: Gasförmiger und partikelartiger Charakter von Schimmelpilzprodukten und -bestandteilen

■ **70** Die Wohnungswirtschaft 9/2007

- bauphysikalische Auffälligkeiten (Wärmebrücken, Erdgeschosswohnung über "kaltem" Keller bei ungenügender Fußbodendämmung)
- Auftreten von tierischen Feuchteindikatoren wie Silberfischchen oder Kellerasseln
- Geruch in Raumluft und/oder Randfuge (Vorsicht bei Randfugen: "Chemisch" riechen)
- auffälliges Markierungsverhalten eines Schimmelspürhundes
- erhöhte MVOC-Werte in der Raumluft

Wie ist die Relevanz von Schimmelpilzbelastungen unter schwimmend verlegten Estrichen für eine mögliche Belastung der Raumluft einzuschätzen?

Das Estrichmaterial sollte bei einem schwimmend verlegten Estrich eine Schimmelpilzbelastung in der Dämmebene des Fußbodens weitestgehend von der Raumluft abtrennen. Primär über die Randfugen (am Übergang von Fußboden zu Wand) steht der Unterboden mit der Raumluft in Verbindung. Das Begehen des Fußbodens führt zu einem geringfügigen Zusammendrücken des Unterbodens. Dabei werden wie durch einen Pumpeffekt Schimmelpilz-Bestandteile in der Dämmebene flächig verteilt und über die Randfuge in die Raumluft abgegeben. Typischerweise sollten bei einem belasteten Unterboden aus chemisch-physikalischen Gründen mehr gasförmige Produkte und weniger partikelartige Bestandteile von Schimmelpilzen in der Raumluft nachweisbar sein. Bei Paralleluntersuchungen der Raumluft auf Sporen und MVOC wird dieser Sachverhalt bestätigt. Zusammenfassend liegt bei einem Nichterkennen oder dem Ausblenden des Problems "Feuchtigkeit/Schimmelpilze unter dem Estrich" ein gesundheitsgefährdendes Potenzial in der Wohnung vor.

Sanierungsmöglichkeiten bei einer Feuchte-/Schimmelbelastung unter dem Estrich

In der gutachterlichen Praxis wurden und werden bei einer versteckten nichtsichtbaren Schimmelpilzbelastung unter einem Estrich verschiedene Methoden eingesetzt:

1. Entfernung und Neuaufbau des kompletten Fußbodenaufbaus inkl. Estrich, Dämmung und ggf. vorliegender Fußbodenheizung. Dabei ergibt sich ein hohes Beschädigungsrisiko sowohl für die im Fußboden verlegten Leitungen/Rohre als auch

Gasdicht	Diffusionsoffen	
Restfeuchte verbleibt:	Restfeuchte kann austrocknen:	
Weiteres Schimmelwachstum	Kein weiteres Schimmelwachstum	
Störanfällige Konstruktionen (Versprödung, Dampfdruck,)	"Robuste" Lösung, Erfahrung aus Reinraum- und Filtertechnik	
Keine dauerhafte Lösung,	Sicherheit, langzeitige Sanierungs-	
Wartungsfuge	methode	

Tab. 2: Vergleich zwischen gasdichten und diffusionsoffenen Ausführungen von Randfugen bei einem Feuchte-/Schimmelschaden unter dem Estrich

für benachbarte Wandbereiche. Der Fußbodenkomplettausbau ist mit einem großen finanziellen und arbeitstechnischem Aufwand verbunden inkl. einer mehrwöchigen Nutzungsaussetzung der Räumlichkeiten.

- **2.** Einsatz eines Anti-Schimmelmittels im Unterboden: Gegen diese Methode sprechen drei Sachverhalte:
- Für die Anwendung muss das Mittel im Unterboden alle belasteten Stellen erreichen, was bei Fußbodendämmungen typischerweise nicht zu gewährleisten ist.
- Bei einer Fußbodentrocknung verbleibt bei gedämmten Fußbodenaufbauten erfahrungsgemäß häufig Restfeuchte im Unterboden, was die Grundlage für erneutes Schimmelpilzwachstum ist (siehe oben).
- Auch von abgetöteten Schimmelpilzen/ Bakterien bzw. durch deren Bestandteile/Bruchstücke/Zersetzungsprodukte können nach Umweltbundesamt allergische und reizende Wirkungen ausgehen.
- **3.** Abtrennung des Unterbodens von der Raumluft, was bei schwimmend verlegten Estrichen mittels einer Überarbeitung der Randfuge am Übergang von Fußboden zu Wand erreicht werden kann. Da Randfugenabdichtungen aktuell weiterentwickelt wurden, werden diese nachfolgend detaillierter vorgestellt.

Zur historischen Entwicklung von Randfugenabdichtungen

Bei feuchten, ehemals feuchten oder (nachweislich) mit Schimmelpilzen belasteten Dämmebenen von Fußböden ist es bei deren Nichtausbau wesentlich, den (Luft-) Raum unter dem Estrich von der Raumluft abzutrennen. Zum Verschließen der Randfuge sind zunächst mehrere Möglichkeiten vorstellbar, die sich in gasdichte Konstruktionen und diffusionsoffene Lösungen einteilen lassen. Deren Vor- bzw. Nachteile sind in Tab. 2 aufgeführt.

Gasdichte Ausführungen sind nicht nur wegen der Kapselung von vorliegender Restfeuchte problematisch (siehe oben). Auch der entstehende Dampfdruck führt bei der Bildung von Stoffwechselprodukten bereits bei einem Haarriss zu einem Freisetzen von gasförmigen Schimmelpilzemissionen aus dem Unterboden, vergleichbar einem geplatzten Luftballon. Bei diffusionsoffenen Konstruktionen kann eine Austrocknung erfolgen, deren Ausführung ist "robust" im Vergleich zu einer gasdichten Lösung und bietet somit den Raumnutzern zusätzliche Sicherheiten. Für eine diffusionsoffene Randfugengestaltung gibt es mehrere Möglichkeiten, die in Tab. 3 zusammengefasst

Methode	Filter	Symbol
Winddichtes Klebeband (biozidhaltig?) über Fuge	Partikelfilter	
Mineralwolle in Fuge, Polyestervlies über Fuge (nach Angabe sicher für die Filterung von Partikeln)	Partikelfilter	
2-stufiges Filterkonzept mit Adsorptionsmittel in Fuge und Filtermembran über Fuge (patentiertes Verfahren der Fa. welindo gmbh gesunde innenräume)	Partikel- und Gasfilter	

Tab. 3: Verschiedene Arten einer diffusionsoffenen Estrichfugengestaltung

Die Wohnungswirtschaft 9/2007

Bei diffusionsoffenen Fugenabdichtungen wurden zunächst ausschließlich Filtermedien in der Randfuge eingesetzt, die partikelartige Schimmelpilzbestandteile wie Sporen zurückhalten. Wegen der zusätzlichen Berücksichtigung von gasförmigen Schimmelpilzprodukten wird nachfolgend ein weiterentwickeltes zweistufiges Filterkonzept als Lösung für Schimmelpilzbelastungen unter schwimmend verlegten Estrichen ausführlicher beschrieben.

Das diffusionsoffene Estrichfugensystem SCHIMMELSTOPP

ist ein patentrechtlich geschütztes Verfahren der Firma welindo gmbh gesunde innenräume (www.welindo.de). Es handelt sich dabei um eine Fugenabdichtung als diffusionsoffene Barriere speziell gegen Schimmelpilz- und Geruchsbelastungen aus dem Unterboden. Zunächst werden die Randfugen eines schwimmenden Estrichs im Übergangsbereich zwischen Fußboden und Wand freigelegt und soweit nötig/möglich gesäubert (Abb. 1).



Abb. 1: Freilegen der Randfuge

Nachfolgend wird ein auf die Filterfunktion und die Fugengeometrie optimiertes Adsorptionsmittel in Granulatform eingebracht. Dieses bindet Stoffwechselprodukte und weitere gasförmige Verbindungen inkl. geruchsaktiver Stoffe (Abb. 2). Überdeckt wird die Fuge mit einem Filtergewebe (Abb. 3), das Sporen, Zellwandbruchstücke und andere partikelartige Bestandteile von Schimmelpilzen zurückhält. Beide Filtermedien erlauben eine Wasserdampfdiffusion. Den Abschluss bildet eine angeschraubte Fußbodenleiste, die Öffnungen und rückseitige Rillen zum besseren Abtransport von Wasserdampf haben sollte.

Mit dem diffusionsoffenen Estrichfugensystem SCHIMMELSTOPP wurde eine funktionale und elegante Sanierungsmöglichkeit



Abb. 2: Einbringen eines Adsorptionsmittels zur Filterung von gasförmigen Schimmelpilzprodukten und Gerüchen

entwickelt: Über zwei sich ergänzende Filterarten werden Schimmelpilzprodukte und -bestandteile aus dem Unterboden unabhängig von ihrem gasförmigen oder partikelartigen Charakter in der Randfuge zurückgehalten. Bei Feuchtigkeit unter dem Estrich und einem daraus zwangsläufig entstehenden Schimmelschaden weist SCHIMMELSTOPP gegenüber den bislang eingesetzten Materialien oder Methoden

verschiedene Vorteile auf: 2-fache Filterwirkung, diffusionsoffen ohne Feuchtigkeitsstau, einfacher Einbau, keine Nutzungsaussetzung der Räumlichkeiten, gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis und preisgünstig im Vergleich zum Komplettausbau des Fußbodens inkl. Estrich und Dämmung.

Bei Wasserschäden sollte vor Verwendung des Adsorptionsmittels eine Trocknung des Unterbodens erfolgen, um möglichst viel Feuchtigkeit aus dem Unterboden

zu entfernen. Folgender Aspekt ist wesentlich: Durch die diffusionsoffene Ausgestaltung der Randfuge kann im Unterboden



Abb. 3: Einbau der Membran zur Filterung von partikelartigen Schimmelpilzbestandteilen

verbliebene Restfeuchte mit der Zeit austrocknen. Sobald der gesamte Unterboden trocken ist, sollte die Stoffwechselaktivität der gebildeten Schimmelpilzbiomasse weitgehend zum Erliegen

kommen. Insofern ist eine Erschöpfung des Adsorptionsmittels nicht zu befürchten. Weiterhin kann sich durch die Adsorptionswirkung kein Dampfdruck von gasförmigen Schimmelpilzprodukten im

Unterboden einstellen, so dass eventuelle Rissbildungen in der Estrichfläche oder kleine Ausführungsfehler durch die Art der Sanierung toleriert werden.

Durch die Veränderungen in der Fuge (i. e. Entfernen des Dämmstreifens aus der Fuge) könnte durch das eingefüllte Granulat eine Schallbrücke zwischen dem Fußboden und der Wand entstehen. Für den Geschosswohnungsbau beziehungsweise für den Hochbau im Gesamten wäre eine Erhöhung des Stressfaktors "Lärm" nicht akzeptabel. Mittels Schallmessungen vor und nach dem Einbau von SCHIMMELSTOPP wurde das Schallverhalten der Bauteile bzw. Untersuchungsräume überprüft. Ergebnis: Das in die Fuge eingebrachte Adsorptionsmittel und die darüber gespannte Filtermembran führen zu keiner relevanten Veränderung der Schallübertragung zwischen Fußboden und Wand.

Wann sollte das diffusionsoffene Estrichfugensystem eingesetzt werden? Während bei fehlender oder geringfügiger Belastung der Dämmebene des Fußbodens kein Handlungsbedarf besteht, sind bei extremen

> Verkeimungen wie beispielsweise bei großen Abwasserschäden die kompletten Fußbodenaufbauten zu entfernen. Die in Abb. 4 dazwischen liegenden mittleren Belastungsbereiche können jeweils kostengünstig, einfach und

> > sicher mit SCHIM-MELSTOPP saniert werden.

Der bis heute erfolgte praktische Einsatz in einer Vielzahl von Privatwohnungen,

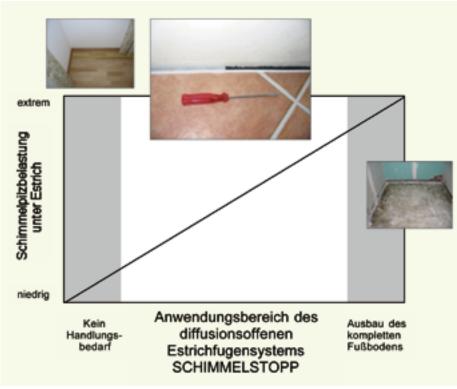


Abb. 4: Einsatzbereich des diffusionsoffenen Estrichfugensystems SCHIMMELSTOPP

Mehrfamilienhäusern, Arztpraxen, Sachverständigenbüros und bei Versicherungsschäden hat in den vergangenen vier Jahren durchweg positive Rückmeldungen beim Autor ergeben. Durch den langzeitigen Einsatz der Komponenten des diffusionsoffenen Estrichfugensystems in der Filter- und Reinraumtechnik ist die Wirksamkeit des Verfahrens zusätzlich belegt. Auch wenn letztendlich der experimentelle Beweis für die jahrzehntelange Dauerhaftigkeit der Filterwirkung fehlt, ist durch die chemischphysikalischen Eigenschaften der eingesetzten Materialien und der durchgeführten Literaturrecherchen von einer wirksamen und langzeitigen Rückhaltung von gasförmigen Produkten und partikelartigen Bestandteilen von Schimmelpilzen durch SCHIMMELSTOPP auszugehen.

Dr. Gerhard Führer
ö.b.u.v. Sachverständiger für Schadstoffe
in Innenräumen
Institut peridomus
Tel.: 09364 896001
info@peridomus.de
www.peridomus.de

Die Wohnungswirtschaft 9/2007 73