

Diffusionsoffene Estrichfugensysteme als Alternative zur Fußbodenkomplettsanierung

Dr. Gerhard Führer

ö.b.u.v. Sachverständiger für Schadstoffe in Innenräumen
Institut peridomus, Mausbergstr. 9, 97267 Himmelstadt bei Würzburg
Tel. 09364-896001, FAX 09364-896002, info@peridomus.de, www.peridomus.de

Kurzfassung des Vortrages auf den 14. WaBoLu-Innenraumtagen vom 14.-16.05.2007
am Umweltbundesamt in Berlin

Zusammenfassung

Eine diffusionsoffene Estrichfugengestaltung bei schwimmenden Estrichen hat im Vergleich zu gasdichten Randfugenausführungen verschiedene Vorteile: Kein Feuchtigkeitsstau, keine störanfälligen Konstruktionen, keine Wartungsfuge. Bisher wurden bei einer Schimmelpilzbelastung unter dem Estrich im Rahmen einer diffusionsoffenen Abtrennung des Unterbodens von der Raumluft ausschließlich Sporen und andere partikelartige Schimmelpilzbestandteile berücksichtigt.

Durch eine Weiterentwicklung hin zu einem diffusionsoffenen Estrichfugensystem wird im Rahmen eines zweistufigen Verfahrens nach Freilegung der Randfuge ein Adsorptionsmittel in den Randspalt eingefüllt. Dadurch werden flüchtige Stoffwechselprodukte, Schimmelgerüche und weitere gasförmige Verbindungen mikrobiellen Ursprungs an der Oberfläche eines Granulates fest gebunden. Partikelartige Schimmelpilz-Bestandteile wie Sporen und Zellwandbruchstücke werden durch ein Hochleistungs-Filtergewebe zurückgehalten. Mehrjährige praktische Erfahrungen und der langjährige Einsatz der Komponenten in der Filter- und Reinraumtechnik belegen die Wirksamkeit des Verfahrens zur Zurückhaltung von Schimmelpilzbestandteilen aus dem Unterboden.

Vorteile dieser eleganten Sanierungsmethode sind: Keine Nutzungsaussetzung der Räumlichkeiten, einfacher Einbau, diffusionsoffen ohne Feuchtigkeitsstau, gutes Kosten-/ Nutzenverhältnis und preisgünstig im Vergleich zum Komplettausbau des Fußbodens incl. Estrich und Dämmung. Das patentierte Verfahren wird unter dem Namen SCHIMMELSTOPP von der Firma welindo gmbh gesunde innenräume vermarktet (www.welindo.de).

Schimmelpilze, die unbekanntes Lebewesen

Schimmelpilze bestehen nicht nur aus kultivierbaren oder abgestorbenen Sporen oder Sporenpaketen. Während diese der Fortpflanzung/ Verbreitung dienen, sind weitere partikelartige Bestandteile wie Sporenträger, Hyphen und Mycelbruchstücke Gestalt bildend. 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 incl. geruchsaktiver Verbindungen, die unter dem Begriff MVOC zusammengefasst werden. Hierzu gehören unterschiedlichste Einzelverbindungen aus vielfältigen chemischen Verbindungsklassen wie Aldehyde, Alkohole, Ketone, Ether, Ester, Terpene und Furane. Zur Mycotoxinproduktion und -freisetzung 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.

Bestandteile und Produkte von Schimmelpilzen	
Stoffwechselprodukte	
Geruchsaktive Verbindungen	
Zellinhaltsstoffe	
Mycotoxine	
Einzelsporen	
Sporenpakete	
Mycelbruchstücke	
...?	

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

Ein Schimmelpilzbefall besteht typischerweise nicht nur aus einer Art. Je nach Nährstoffangebot, wechselnden Feuchtigkeitsbedingungen, Temperaturverhältnissen und anderen Einflussfaktoren stellt sich ein entsprechendes Artenspektrum ein, das sich im zeitlichen Verlauf verändert. Auftretende Organismen werden um die Ressourcen konkurrieren. Dabei ist davon auszugehen, dass verschiedenste mikrobiell erzeugte chemische „Kampfstoffe“ (vergleichbar dem Penicillin) und „Leichengase“ von unterliegenden Organismen gebildet werden.

Feuchtigkeit ist die Grundlage für Schimmelpilzwachstum

Wasser fließt nach unten. Dieser Sachverhalt führt dazu, dass bei Wasserschäden durch das Eindringen von Wasser über die Randfuge speziell die Dämmebene des Fußbodens durchfeuchtet wird. 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 dem Unterboden. 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 Unterbodenbereich 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 schaumartigen Fußbodendämmung Feuchtigkeit als Grundlage für weiteres Schimmelpilzwachstum unter dem Estrich verbleibt.

Ein weiterer weithin unterschätzter Feuchtigkeitseintrag in den Unterboden erfolgt durch Wärmebrücken aufgrund mangelnder Dämmung. Beispiele hierfür sind der Bereich der Auflage einer Betondecke auf die Außenwand oder ein „kalter“ Keller unter einer Erdgeschoßwohnung. 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 einer Kondenswasserbildung führt. Die zwangsläufige Folge dieses Feuchtigkeitsauftretens ist Schimmelpilzwachstum. Mit Thermografien kann ein Energieberater energetische Schwachstellen in der Gebäudehülle aufspüren. Aus Sicht eines Innenraumhygienikers ist dieses bildgebende Verfahren ein ideales Instrument, um versteckte Schimmelschäden im Unterbodenbereich von Außenwänden aufzuzeigen.

Wie ist ein Schimmelpilzbefall unter dem Estrich zu erkennen?

Aufgrund der Erfahrungen des Autors besteht die einzige sichere Möglichkeit zur Klärung eines mikrobiellen Befalls bzw. zu dessen räumlicher Eingrenzung in der mikrobiologischen Untersuchung von Materialproben. Wann besteht ein begründeter Verdacht auf einen versteckten, nicht-sichtbaren Schimmelpilzbefall im Unterboden?

- Erhöhte MVOC-Werte in der Raumluft bei fehlendem sichtbarem Befall
- Auffälliges Markierungsverhalten eines Schimmelpilzhundes
- (ehem.) Wasserschaden
- Bauphysikalische Auffälligkeiten (Wärmebrücken, Erdgeschoß Wohnung über „kaltem“ Keller bei ungenügender Fußbodendämmung, ...)
- Geruch in Raumluft und/ oder Randfuge (Vorsicht bei Randfugen: „Chemisch“ riechen)
- Auftreten von tierischen Feuchteindikatoren wie Silberfischchen oder Kellerasseln
- (ehemaliger) Schimmel an Wand im Fußbodenbereich
- Verfärbung hinter Fußbodenrandleiste mit schimmelpilzartigen Strukturen
- ...

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

Das Estrichmaterial sollte 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 Pumpeneffekt Schimmelpilz-Bestandteile in der Dämmebene flächig verteilt und über die Randfuge in die Raumluft abgegeben. Typischerweise sollten bei einem belasteten Unterboden mehr gasförmige Produkte und weniger partikelartige Bestandteile von Schimmelpilzen in der Raumluft nachweisbar sein. Bei vielfältigen Paralleluntersuchungen der Raumluft auf Sporen und MVOC wird dieser Sachverhalt bestätigt.

Zur historischen Entwicklung von Randfugenabdichtungen

In der bisherigen gutachterlichen Praxis war und ist es üblich, bei einer versteckten nicht-sichtbaren Schimmelpilzbelastung des Unterbodens entweder nichts zu tun oder den kompletten Fußbodenaufbau incl. Estrich, Dämmung und ggf. vorliegender Fußbodenheizung zu entfernen und neu aufzubauen. Dabei ergibt sich ein hohes Beschädigungsrisiko sowohl der im Fußboden verlegten Leitun-

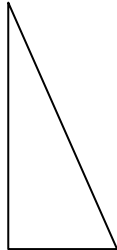
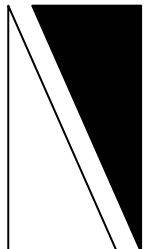
gen/ Rohre als auch benachbarter Wandbereiche. Während das „Nichtstun“ mit einem gesundheitlichen Risiko einhergeht und häufig zu unerklärlichen Geruchsauffälligkeiten in betroffenen Räumen führt, ist der Fußbodenkomplettausbau mit einem hohen finanziellen und arbeitstechnischem Aufwand verbunden incl. einer mehrwöchigen Nutzungsaussetzung der Räumlichkeiten.

Bei mit Schimmelpilzen belasteten Dämmebenen von Fußböden ist es bei Nichtausbau wesentlich, diese 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.

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

Tab. 2: Vergleich zwischen gasdichten und diffusionsoffenen Ausführungen von Randfugen

Gasdichte Ausführung 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 Schimmelpilzmissionen 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 sind.

Methoden	Filter	Symbol
Winddichtes Klebeband (biozidhaltig?) über Fuge	Partikelfilter	
Mineralwolle in Fuge, Polyester- vlies über Fuge (nach An- gabe sicher zur Staubrückhal- tung)	Partikelfilter	
Adsorptionsmittel in Fuge und HEPA-Filter über Fuge (patentiertes Verfahren, Ver- trieb unter dem Namen SCHIMMELSTOPP durch die Firma welindo gmbh gesunde innenräume)	Partikel- und Gasfilter	

Tab. 3: Verschiedene Arten einer diffusionsoffenen Estrichfugengestaltung

Wegen der Berücksichtigung von Partikeln und Gasen bei einer Schimmelpilzbelastung unter einem schwimmend verlegten Estrich wird nachfolgend das zweistufige Filterkonzept des diffusionsoffenen Estrichfugensystems SCHIMMELSTOPP näher beschrieben.

Das diffusionsoffene Estrichfugensystem SCHIMMELSTOPP

ist eine Weiterentwicklung von Randfugenabdichtungen, die ausschließlich partikelartige Schimmelpilzbestandteile zurückhalten. Bei dem patentrechtlich geschützten Estrichfugensystem SCHIMMELSTOPP der Firma welindo gmbh gesunde innenräume handelt es sich um eine Fugenabdichtung als diffusionsoffene Barriere speziell gegen Schimmelpilze und Gerüche aus dem Unterboden. Zunächst werden die Fugen eines schwimmenden Estrichs (Zement-, Bitumen-, Fließestrich) im Übergangsbereich zwischen Fußboden und Wand freigelegt und soweit möglich gesäubert (Abb. 1).



Abb. 1: Freilegen der Randfuge

Nachfolgend wird ein Adsorptionsmittel in Granulatform eingebracht, das Stoffwechselprodukte und weitere gasförmige Verbindungen incl. geruchsaktiver Stoffe bindet (Abb. 2). Überdeckt wird die Fuge mit einer Membran, die Sporen, Zellwandbruchstücke und andere partikelartige Bestandteile von Schimmelpilzen zurückhält, aber eine Wasserdampfdiffusion erlaubt (Abb. 3). Den Abschluss bildet eine angeschraubte Fußbodenleiste, die Öffnungen und rückseitige Rillen zum besseren Abtransport von Wasserdampf haben sollte.

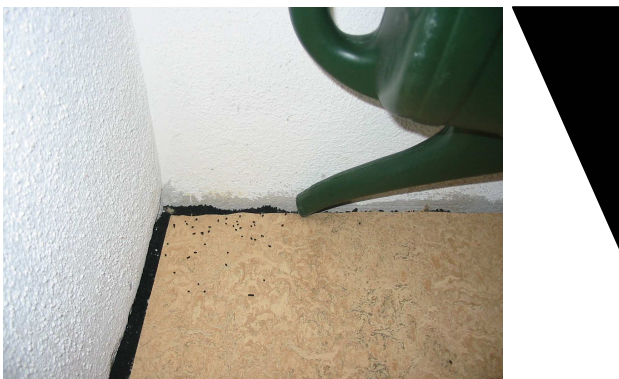


Abb. 2: Einbringen eines Adsorptionsmittels zur Filterung von gasförmigen Schimmelpilzprodukten und Gerüchen

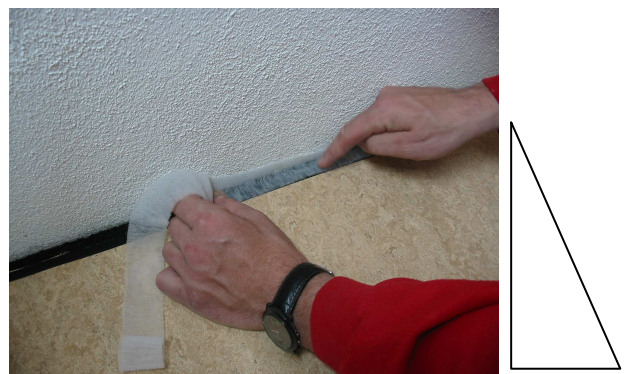


Abb. 3: Einbau der Membran zur Filterung von partikelartigen Schimmelpilzbestandteilen

Diskussion

Die bisherigen Vorgehensweisen bei Schimmelpilzbefall unter einem schwimmend verlegten Estrich sind 1. Fußboden komplett entfernen oder 2. nichts tun oder 3. eine gasdichte Ausführung der Randfuge erstellen oder 4. eine ausschließliche Sanierung bezüglich partikelartiger Bestandteile durch diffusionsoffene Filtermedien. Mit dem diffusionsoffenen Estrichfugensystem SCHIMMELSTOPP wurde eine elegante Sanierungsmöglichkeit vorgestellt, die gegenüber den bislang eingesetzten Materialien oder Methoden verschiedene Vorteile aufweist: Über ein zweistufiges Filterkonzept werden gasförmige Schimmelpilzprodukte und partikelartige Schimmelpilzbestandteile aus dem Unterboden in der Randfuge sicher und kostengünstig zurückgehalten.

Bei Feuchte-/ Wasserschäden sollte vor Verwendung des Adsorptionsmittels eine Trocknung des Unterbodens erfolgen, um das Schimmelpilzwachstum baldmöglichst zum Stillstand zu bringen. Folgender Aspekt ist wesentlich: Durch die diffusionsoffene Ausgestaltung der Randfuge kann im Unterboden verbliebene Restfeuchte mit der Zeit austrocknen. Sobald der gesamte Unterboden trocken ist, wird die Stoffwechselaktivität der gebildeten Schimmelpilzbiomasse mehr oder weniger vollständig 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.

Der bis heute erfolgte praktische Einsatz in einer Vielzahl von Privatwohnungen, Mehrfamilienhäusern, Arztpraxen, Sachverständigenbüros und bei Versicherungsschäden haben in den vergangenen vier Jahren durchweg positive Rückmeldungen beim Autor ergeben. Durch den langzeitigen Einsatz der eingesetzten Komponenten des diffusionsoffenen Estrichfugensystems in der Filter- und Raumtechnik ist die Wirksamkeit des Verfahrens zusätzlich belegt. Auch wenn letztendlich der experimentelle Beweis für die Jahrzehnte lange Dauerhaftigkeit der Filterwirkung fehlt, ist durch die chemisch-physikalischen 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.

Durch die Veränderungen in der Fuge (i. e. Entfernen des Dämmstreifens in 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. Durch entsprechende Schallmessungen vor und nach dem Einbau von SCHIMMELSTOPP wurde das Schallverhalten der Bauteile bzw. Untersuchungsräume durch das in die Fuge eingebrachte Adsorptionsmittel und die darüber gespannte Filtermembran nicht relevant verändert.

Wann sollte das diffusionsoffene Estrichfugensystem eingesetzt werden? Diese Frage wird durch die Abb. 4 beantwortet: Während bei fehlender oder geringfügiger Belastung der Dämmebene des Fußbodens keine Handlungsbedarf besteht, sind bei extremen Verkeimungen wie z. B. bei großen Abwasserschäden die kompletten Fußbodenaufbauten zu entfernen. Die in Abb. 4 dazwischen liegenden mittleren Belastungsbereiche können jeweils mittels SCHIMMELSTOPP saniert werden.

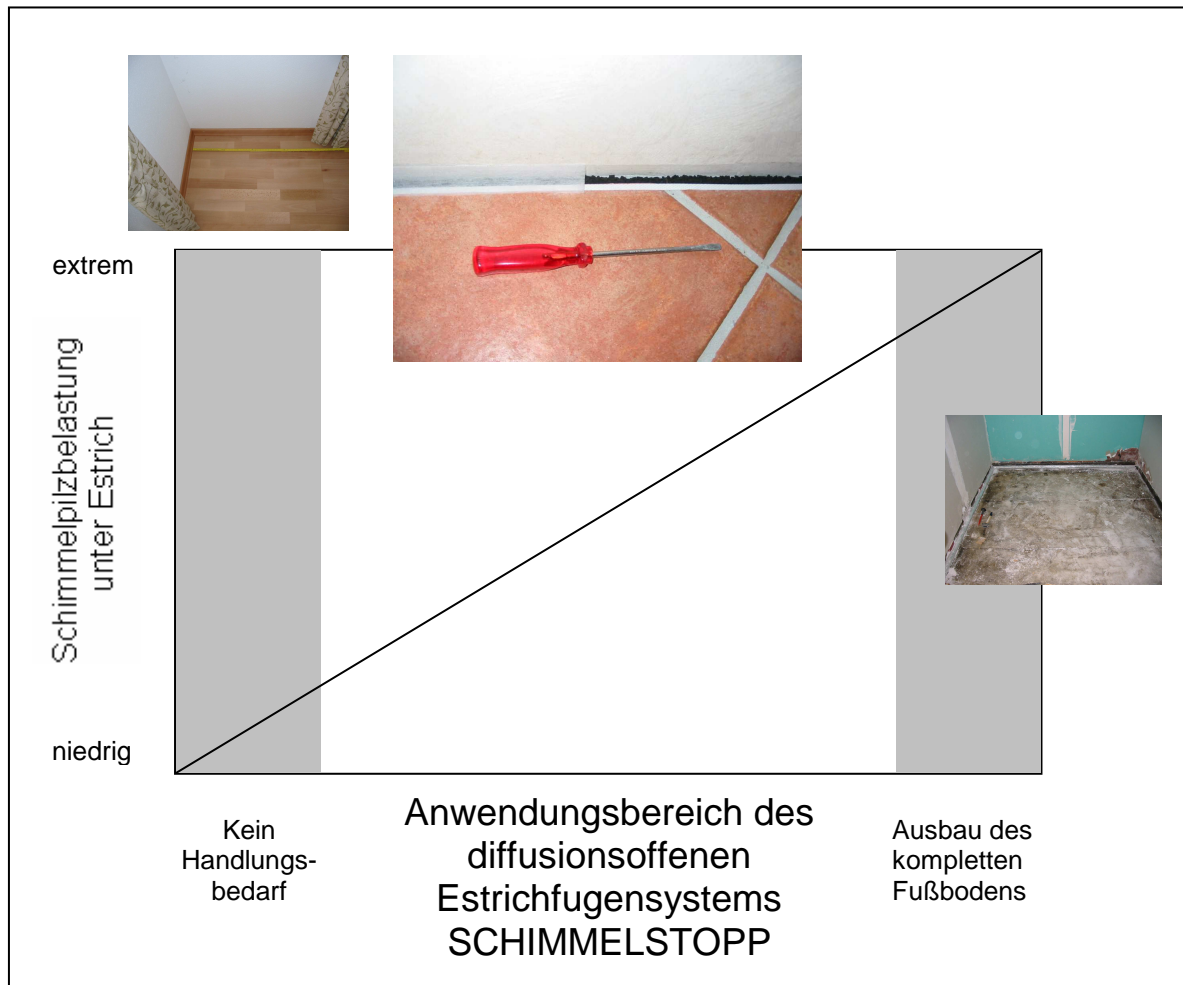


Abb. 4: Einsatzbereich des diffusionsoffenen Estrichfugensystems SCHIMMELSTOPP

Literatur

- **Berg A, 2005:** Sanierung verdeckter Schimmelschäden, in: Tagungsband der 12. WaBoLu-Innenraumtage in Berlin, Hrsg.: Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V., Gelsenkirchen
- **Führer G, 2004:** Neues, kostengünstiges Sanierungsverfahren bei Schimmel-/ Bakterienbefall unter einem schwimmenden Estrich: diffusionsoffenes Fugenabdichtungssystem, in: Immobiliensanierung – Bauschäden und Instandsetzung, Instandhaltung und Modernisierung (Loseblattsammlung/ Nachschlagewerk). Hrsg: WRS Verlag/ Haufe Mediengruppe, München/Planegg (2 Seiten)
- **Führer G, 2004:** Schimmelpilze erkennen und richtig sanieren, Umwelt Medizin Gesellschaft 2/17, 148-150
- **Führer G, 2006:** Sachgerechte Sanierung von Schimmelschäden, in: Tagungsband „Umweltgerechtes und gesundes Bauen und Wohnen“, Hrsg: Bundesverband für Umweltberatung e. V., Bremen (6 Seiten)
- **Führer G, 2006:** Bestandserneuerung in Mehrfamilienhäusern – Innenraumcheck, Baustoffauswahl und Kosten, Die Wohnungswirtschaft, 8/2006, 62-65
- **welindo gmbh gesunde innenräume, 2006:** Broschüre „Diffusionsoffenes Estrichfugensystem SCHIMMELSTOPP“, www.welindo.de