

FÜHRER, G.: Häufige Schadstoffquellen in Wohnungen und deren Nachweis

Arzneimittel-, Therapie-Kritik & Medizin und Umwelt (2009/Folge 1)
Hans Marseille Verlag GmbH München

Häufige Schadstoffquellen in Wohnungen und deren Nachweis

G. FÜHRER

Institut peridomus, Himmelstadt

Schadstoffe – Schimmel –
Wohnung – Gesundheit – Luftqualität

Einleitung

Experten schätzen, dass bis jetzt etwa 8000 chemische Verbindungen in Innenräumen nachgewiesen wurden und jede 2.–5. Wohnung einen Schimmelschaden (sichtbar oder versteckt) aufweist.

Während Faserbelastungen in den letzten Jahren rückläufig sind, nehmen elektromagnetische Faktoren u. a. auch wegen der modernen Kommunikationstechnologie zu. Weder Panikmache noch eine Verharmlosung im Umgang mit Schadfaktoren in Innenräumen ist der richtige Weg zur Lösung dieses Problems. Wesentlich ist der fachgerechte Umgang mit dem Thema auf einer wissenschaftlich-technischen Grundlage – verbunden mit fachübergreifendem Denken und Handeln.

Auf Dauer machen schadstoffbelastete Wohnungen und Gebäude deren Raumnutzer krank. Die Erkenntnisse des sog. »Frankfurter Holzschutzmittelprozesses« haben in den 1990er-Jahren zu einer ersten öffentlichen Diskussion über gebäudebedingte Erkrankungen geführt (1).

Seither wird der Zusammenhang zwischen Innenraumqualität und gesundheitlichen Beschwerden immer deutlicher: Eine Vielzahl an Studien belegt, dass durch dichtere Bauweisen zwecks Energieeinsparung, durch vermehrtes Einbringen von chemischen Verbindungen und durch ein ver-

MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
SVOC	Semi volatile organic compounds (schwer flüchtige organische Verbindungen)
VOC	Volatile organic compounds (flüchtige organische Verbindungen)
VVOC	Very volatile organic compounds (sehr flüchtige organische Verbindungen)

ändertes Nutzerverhalten der Mensch erhöhten Belastungen in seiner Wohnung ausgesetzt ist – und diese können bei längerem Einwirken zu gesundheitlichen Beschwerden führen (2–16).

In älteren Wohnungen und in Neubauten wurden und werden in der Regel unwissentlich Schadfaktoren eingebracht, oder sie sind nach Feuchtigkeitseintrag durch Schimmelpilz- bzw. Bakterienwachstum entstanden.

Die Hauptlast an chemischen Verbindungen gelangt über Baumaterialien in Gebäude. Aber auch Möbel und Putzmittel können eine Wohnung nachhaltig mit Schadstoffen belasten.

In Tab. 1 findet sich eine Zusammenfassung der häufigsten Schadfaktoren mit einer Gewichtung aufgrund vieljähriger Erfahrung des Autors.

Tab. 1
Die häufigsten Quellen für Schadfaktoren in Gebäuden bzw. Innenräumen und deren Relevanz für die Raumnutzer (Reihung aufgrund vielfältiger Erfahrungen des Autors)

<p>Schimmelpilze und Bakterien Feuchtigkeit durch Baumängel, Wärmebrücken, Nutzerverhalten, Wasserschaden etc.</p>
<p>Chemische Verbindungen Baumaterialien, Ausstattung, Möbel, Nutzerverhalten</p>
<p>Physikalische Faktoren Fasern und elektromagnetische Effekte; hausinterne und hausesexterne Quellen</p>

Vorsicht mit Verallgemeinerungen:

- Es muss die individuelle Situation von Gebäude zu Gebäude und von Wohnung zu Wohnung berücksichtigt werden.
- Es finden sich in der Regel verschiedene Schadfaktoren nebeneinander.

Schimmelpilze und Bakterien

Mindestens jede 5. deutsche Wohnung weist nach einer Studie der Universität Jena (17) einen Feuchte- bzw. Schimmelschaden auf. Praktiker sprechen davon, dass in jeder 2. Wohnung ein mikrobielles Problem vorliegen könnte.

Im Gegensatz zu sichtbarem Wachstum ist eine versteckte Schimmelpilzbelastung in einer Wohnung bzw. in einem Gebäude nicht immer einfach zu erkennen. Es gibt verschiedene Faktoren, die einen Verdacht auf einen versteckten, nicht-sichtbaren Schimmelpilzschaden in Innenräumen begründen (Tab. 2).

Besteht Feuchtigkeit über einen Zeitraum von mehreren Tagen, so führt dies in der Regel zu mikrobieller Aktivität. Dabei ist keine Nässe oder gar stehendes Wasser nötig. Eine hohe Materialfeuchte, die nur vorübergehend oder phasenweise auftritt, reicht für ein Schimmelpilzwachstum.

In Innenräumen können ~ 100 verschiedene Schimmelpilzarten auftreten. Darunter sind sowohl »Allerweltsschimmelpilze« als auch humanpathogene Arten. Während die einen »nur« ein allergenes Potenzial besitzen, können die anderen hochtoxische Schimmelpilzgifte abgeben.

Das Wissen über Bakterien in Gebäuden ist noch relativ gering. Aktuell werden Bakterienbelastungen wie Schimmelpilzbelastungen bewertet. Typische Beschwerden bei Schimmelpilz- bzw. Bakterienvorkommen in Gebäuden sind unspezifische Symptome wie Kopfschmerzen, Müdigkeit, erhöhte Infektanfälligkeit, Reizung von Augen, Nase bzw. Rachen, aber auch Allergie- und Atemwegserkrankungen.

Allgemein	
Gerüche mit unbekannter Ursache in der Raumluft	<input type="checkbox"/>
Gerüche in der Randfuge am Übergang von Fußboden zu Wand	<input type="checkbox"/>
Verfärbung hinter Fußbodenrandleiste mit schimmelpilzartigen Strukturen	<input type="checkbox"/>
Ehemaliger oder aktueller Wasserschaden (Feuchtigkeit unter dem Fußboden führt innerhalb weniger Tage zu einer Schimmelpilzbelastung)	<input type="checkbox"/>
Gesundheitliche Beschwerden der Raumnutzer (z. B. in Zusammenhang mit Umzug in neue Wohnung, Einbau neuer Fenster oder nach Wasserschaden)	<input type="checkbox"/>
(Mikro-)Biologie	
Ehemaliger oder aktueller sichtbarer Schimmelbefall (neben dieser »Spitze des Eisberges« sind häufig Hohlräume belastet)	<input type="checkbox"/>
Auftreten von tierischen Feuchtindikatoren (Silberfischchen, Kellerasseln)	<input type="checkbox"/>
Erhöhte Konzentration an Sporen oder Stoffwechselprodukten von Schimmelpilzen bzw. Bakterien in der Raumluft	<input type="checkbox"/>
Auffälliges Markierungsverhalten eines Schimmelspürhundes	<input type="checkbox"/>
Bauphysik	
Wärmebrücken am Auflager von massiven Geschossdecken im Bereich der Außenwand	<input type="checkbox"/>
Erdgeschosswohnung über »kaltem« Keller oder über Tiefgarage	<input type="checkbox"/>
Wandbauplatten oder Dämmtapeten an der Innenseite von Außenwänden (allgemein: vorliegende Innendämmungen)	<input type="checkbox"/>
Ältere Leichtbauweise, ältere Fertighäuser ohne funktionierende Dampfsperre	<input type="checkbox"/>
Ausführungsmängel, Luftundichtigkeiten in der Dampfsperre zur Dachdämmung	<input type="checkbox"/>
Nachweisbare Materialfeuchte in Hohlräumen wie gedämmten Ständerwänden, Dämmebenen unter schwimmend verlegten Estrichen oder Dachdämmungen	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> ○ Bereits bei einem einzigen Kreuzchen besteht der begründete Verdacht auf eine versteckte, nicht-sichtbare Schimmelpilzbelastung ○ Um einen versteckten, nicht-sichtbaren Schimmelschaden sicher nachzuweisen oder auszuschließen, ist die mikrobiologische Untersuchung von Materialproben mit geeigneten Methoden nötig 	

Tab. 2

Einige der wichtigsten Faktoren, die einen Verdacht auf einen versteckten, nicht-sichtbaren Schimmelschaden im Innenraum begründen (bei »ja« ankreuzen)

Während die Feuchtigkeit als Grundlage für jede mikrobielle Aktivität beseitigt werden kann (trocknen), müssen Schimmelschäden (ob sichtbare oder versteckte) im Sinne einer gesundheitlichen Vorsorge **a k t i v** beseitigt oder sicher von der Raum-

luft abgetrennt werden. Versteckte, nicht-sichtbare Schimmelpilz- und Bakterienbelastungen liegen oftmals hinter Decken- oder Wandbauplatten, in Dämmebenen oder unter dem Fußboden vor. Da Wasser nach unten läuft, sind Fußböden bei Was-



Abb. 1
Die Frage, ob ein versteckter Schimmelpilzbefall unter dem Fußboden vorhanden ist, kann im konkreten Fall nach dem Blick hinter die Fußbodenrandleiste mit »ja« beantwortet werden



Abb. 2
Materialproben aus der Dämmebene von Fußböden zeigen häufig keine typischen Verfärbungen mit schimmelpilzartigen Strukturen, obwohl eine mikrobielle Belastung vorliegt. Erst eine mikrobiologische Untersuchung bringt Klarheit



Abb. 3
Wurde die Verbretterung an der Schlafzimmerwand mit Holzschutzmittelwirkstoffen behandelt?

Abb. 4
Sind Formaldehyd, länger-
kettige Aldehyde, länger-
kettige Aldehyde oder
flüchtige organische Ver-
bindungen in der Raumluft
in unauffälliger, erhöhter
oder hoher Konzentration
vorhanden?



Abb. 5
Ist der Teppichboden aus
Naturmaterial mit einem
gesundheitlich bedenk-
lichen Mottenschutzmittel
versehen?



Abb. 6
Belastet der schwarze
Parkettkleber die Wohnung
mit polyzyklischen
aromatischen Kohlen-
wasserstoffen incl. dem
als krebserzeugend ein-
gestuften Benzo[a]pyren?



erschäden am häufigsten und stärksten betroffen (Abb. 1 und 2).

Schimmelpilze bestehen aus partikelartigen Bestandteilen wie Sporen oder Zellwandbruchstücken. Der Bodenbelag bzw. Estrich hält als abdeckendes Bauteil jede Art von Partikeln aus dem Dämmbereich des Fußbodens weitgehend zurück.

Im Gegensatz dazu können gasförmige Schimmelpilz-Emissionen wie Stoffwechselprodukte, Schimmelpilzgerüche, gegebenenfalls auch Mykotoxine (Schimmelpilzgifte), durch den sich bildenden Dampfdruck in der Randfuge am Übergang von Fußboden zur Wand aus dem Unterboden in die Raumluft gelangen und die Raumnutzer belasten.

Chemische Verbindungen

Viele Millionen Quadratmeter Wand- und Deckenbretter wurden mit Holzschutzmitteln gestrichen (Abb. 3). Täglich werden Kubikmeter an Lösungsmitteln in Farben, Lacken und Klebern in Innenräumen verarbeitet oder in Baumaterialien eingebracht, woraus auch längerfristig hohe Raumluftkonzentrationen von Aldehyden oder flüchtigen organischen Verbindungen (volatile organic compounds [VOC]) resultieren können (Abb. 4). Pro Jahr werden des Weiteren Hunderttausende von Tonnen Weichmacher für innenraumrelevante (Bau-)Materialien produziert.

Bundesweit werden von Kammerjägern oder im Eigenversuch unzählige Wohnungen »desinfiziert« – es werden mit Insektiziden ausgerüstete Teppiche (Abb. 5) und Putzmittel mit gesundheitlich bedenklichen Inhaltsstoffen in Innenräume eingebracht.

Bereits vom Gesetzgeber verbotene oder mit Richt- und Orientierungswerten versehene Materialien wie polychlorierte Biphenyle (PCB) oder die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) können als »Altlasten« wegen ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften in Gebäuden noch immer in gesundheitlich relevanten Konzentrationen vorliegen (Abb. 6).

In Tab. 3 ist eine Zusammenstellung von (Bau-)Materialien und deren möglicher Inhaltsstoffe zu finden, die in den Innenraum abgegeben werden können.

Chemische Verbindungen sind in jedem Raum und Gebäude nachweisbar. Ob eine Verbindung ein Schadstoff ist und die Gesundheit beeinträchtigen oder sogar nachhaltig schädigen kann, hängt von mehreren Faktoren ab:

- Beispielsweise von der Raumluftkonzentration der Verbindung und von den Wechselwirkungen mit weiteren Faktoren;
- von den chemisch-physikalischen Eigenschaften der jeweiligen Verbindung;
- von der Aufenthaltsdauer in den Räumen (Expositionszeit).

Leichtflüchtige Komponenten mit niedrigem Siedepunkt (VOC und VVOC) führen in der Regel zu höheren Konzentrationen in der Raumluft und zu kürzeren Ausgasungszeiten. Schwerer flüchtige Verbindungen (SVOC) wie Holzschutzmittel oder Flammenschutzmittel sind in der Raumluft in geringerer Konzentration nachweisbar. Dafür ist ihre Ausgasungszeit deutlich länger.

Pyrethroide und (Schwer-)Metalle sind typischerweise an Staub und Schwebstäube gebunden.

Bei Radon handelt es sich um ein radioaktives Edelgas, das in der Regel aus dem Untergrund über nicht abgedichtete Keller in das Gebäude gelangt. Radon ist ein Schadfaktor in Innenräumen, bei dem ein kausaler Zusammenhang zwischen der Einwirkung in Gebäuden und der Ausprägung gesundheitlicher Beschwerden belegt ist: Jedes Jahr erkranken etwa 3000 Menschen neu an Lungenkrebs durch Radonvorkommen in Gebäuden (18, 19).

Physikalische Faktoren

Elektrischer Strom und Mobilfunk sind aus dem täglichen Leben heute nicht mehr wegzudenken. Diese Faktoren führen auch zu elektromagnetischer Umweltverschmutzung (»Elektrosmog«), da bei

<p>Formaldehyd Holzwerkstoffe, Lacke, Harnstoff-Formaldehyd-Schäume, Dämmstoffe, Spachtelmassen, Möbel, Textilien, Spanplatten etc.</p> <p>Längerkettige Aldehyde Trocknende Öle, Alkydharze, Linoleumbeläge</p> <p>Aliphaten Alle Lösungsmittelhaltigen Produkte (z. B. Lacke, Kleber etc.), Testbenzin, Verdüner, Reinigungsmittel, Teppichböden, Isoaliphaten in Naturharzlacken</p> <p>Aromaten Lösungsmittelhaltige Produkte (z. B. Nitro- und Kunstharze, Kleber, Verdüner, Teppichböden)</p> <p>Styrol Dämmstoffe, Beschichtungen auf der Basis ungesättigter Polyesterharze, Teppichböden, Lacke</p> <p>Heterocyclen Kunstharzlacke, Lösungsmittel, Teppichböden etc.</p> <p>Halogenkohlenwasserstoffe Abbeizer, Treibmittel in Dämmstoffen etc.</p> <p>Terpene Holz, Holzwerkstoffe, Naturharz-, Alkydharz- und Einbrennlacke, Reinigungsmittel etc.</p> <p>Ketone Produkte auf Wasser- und auf Lösungsmittelbasis (z. B. Lacke, Kleber), Abbeizer</p> <p>Alkohole und Ester einwertiger Alkohole Produkte auf Wasser und auf Lösungsmittelbasis (z. B. Lacke, Kleber), Abbeizer, PUR-Schaum, Reparaturspachtelmassen</p>	<p>Trimere Isobutene Teppichböden (Schaumrücken), alle kautschukhaltigen Produkte</p> <p>Pyrrolidonderivate Abbeizer, Lacke, Wasserlacke etc.</p> <p>Glykole Produkte auf Wasserbasis (z. B. Acryllacke, Kleber, Fugendichtungsmaterialien), Einbrennlacke, Holzbeizen, Dispersionsfarben, Weichmacherzusätze in verschiedenen Kunststoffen</p> <p>Phthalate Weichmacher in (Latex-)Farben, Kleber, Lacke, Weichbodenbeläge, Teppichböden, Kunststoffe</p> <p>Biozide Holzschutzmittel, Naturstoffbeläge, Leder, Teppiche, Teppichböden; ehemalige Insektenbekämpfung etc.</p> <p>Flammschutzmittel Teppichböden, textile Ausstattung, Glasfasertapeten, Brandschutzanstriche, Flammschutzbewürfe, EDV-Anlagen etc.</p> <p>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) Ältere schwarze Kleber und Estriche, alte Korkdämmplatten etc.</p> <p>Polychlorierte Biphenyle (PCB) Ältere Fugendichtungsmassen, ältere (Brandschutz-)Anstriche, alte Neonlampen etc.</p> <p>Radon Undichter Keller, Gebäudestandort, Baumaterialien</p>
--	--

Tab. 3

Überblick über chemische Innenraumbelastungen und bauseitige Emissionsquellen; nach MORISKE und TUROWSKI (9), modifiziert durch den Autor

der Nutzung zwangsläufig elektrische und magnetische Wechselfelder bzw. hochfrequente Strahlung entstehen. Deren Wirkungen auf den menschlichen Organismus waren und sind Gegenstand vieler internationaler Untersuchungen.

Die politische Diskussion über das Thema »Elektrosmog – schädlich oder nicht?« erinnert an das jahrelange Hin und Her in Sachen Asbest, dessen gesundheitsschädigende Wirkung heute eindeutig belegt ist. Auch wenn man in Bezug auf Elektrosmog nicht in Panik verfallen sollte, ist es sinnvoll, die persönliche Belastung so gering wie möglich zu halten, da die »hausgemachten« Quellen oft stärkere Belastungen als Hochspannungsleitungen oder Traföhäuschen verursachen, die außerhalb des Einflussbereichs des Immobilieneigentümers liegen.

Notwendig ist eine Versachlichung der oftmals emotional geführten Diskussion, was durch physikalische Messungen bewerkstelligt werden kann. Die Bewertung der Ergebnisse bezüglich elektromagnetischer Belastungen ist allerdings häufig abhängig von der Interessensseite.

Weitere physikalische Faktoren, wie z. B. Asbest und künstliche Mineralfasern, seien an dieser Stelle nur erwähnt. Für das Erkennen und den Umgang mit faserhaltigen Materialien gibt es entsprechende Regeln und Richtlinien.

Wohnung und Gesundheit

Gebäudebedingte Erkrankungen sind teilweise leicht, teilweise aber auch schwer zu erkennen. Manche Betroffene verbringen einige Stunden bis wenige Tage außer Haus und fühlen sich deutlich besser bzw. sind frei von Beschwerden. Treten die Symptome nach der Rückkehr in die Wohnung erneut auf, so sind dies erste Hinweise auf »hausgemachte« Probleme.

Belastungen – z. B. mit Schimmelpilzen, Lösungs- oder Flammschutzmitteln – können kurzfristige Reaktionen des Organismus auslösen. Die wirksamste Therapie ist eine Expositionsaussetzung.

Schwieriger wird es bei einer jahrelangen Einwirkung (z. B. von Holzschutzmitteln oder mehreren Faktoren) – auch längere Aufenthalte außer Haus müssen keine Linderung nach sich ziehen: Was sich über Jahre im Körper anreichern konnte, benötigt u. U. ebenso lange, bis es wieder abgebaut ist.

Liegen unspezifische Symptome vor, besteht eine chronische Erkrankung, ist eine Heilbehandlung bisher erfolglos geblieben und/oder ist die Ursache der Erkrankung unbekannt, dann sind dies weitere Hinweise auf eine möglicherweise vorliegende Innenraumproblematik. Zeitliche oder räumliche Zusammenhänge sind zusätzliche Indizien, dass die Ursache der Beschwerden in den eigenen vier Wänden zu finden sein könnte.

Das systematische und konsequente Zusammentragen einzelner Teile wie bei einem Puzzlespiel ergibt oftmals ein erstaunlich rundes Bild in Bezug auf das Vorliegen einer gebäudebedingten Erkrankung. Der schädigende Innenraumfaktor ist dann »nur« noch nachzuweisen und zu quantifizieren (häufig sind es mehrere Faktoren).

Der Innenraumcheck

Einzelnachweise von Substanzen oder chemischen Verbindungsklassen erlauben keine umfassende Aussage über den möglichen Schadstoffgehalt von (Büro-)Räumen, Wohnungen oder Gebäuden. Und: Keine Schimmelpilze zu sehen, heißt nicht, dass tatsächlich keine vorhanden sind!

Wie kann die Raumqualität unter innenraumhygienischen und damit unter gesundheitlichen Gesichtspunkten charakterisiert werden?

Zur Beantwortung dieser Frage wurde ein »Gebäude-Gesundheits-Check« oder kurz **I n n e n r a u m c h e c k** entwickelt – dies ist ein relativ neues Instrument, um Schadfaktoren in Innenräumen zu erkennen. Mit möglichst geringem Aufwand wird eine Vielzahl an relevanten Schadfaktoren über-

prüft und einer Bewertung unter innenraumhygienischen/gesundheitlichen Gesichtspunkten zugänglich gemacht (20).

Optimierung und Standardisierung der Probennahme werden durch ein patentrechtlich geschütztes Verfahren erreicht. Beim Innenraumcheck wird durch eine systematische Vorgehensweise ein umfassender qualitativer und quantitativer Nachweis von chemischen Verbindungen in Kombination mit der Erfassung von oft versteckten, nicht-sichtbaren Schimmelpilzbelastungen ermöglicht. Die für Innenräume relevanten Konzentrationen liegen in unterschiedlichsten Bereichen: »%« bis »mg/kg« in Material- und Staubproben, » $\mu\text{g}/\text{m}^3$ « bis » ng/m^3 « in Raumluftproben. Zu berücksichtigen sind auch verschiedene chemisch-physikalische Stoffeigenschaften wie Siedepunkt, Dampfdruck und Flüchtigkeit.

Für die standardisierte Probennahme mit technischen Geräten wie Pumpe und geeichter Gasuhr ist ein Fachkundiger nötig. Nach der Gewinnung werden die Proben laboranalytisch untersucht. Zum Einsatz kommen dabei modernste biochemische, chromatographische und spektroskopische Verfahren. Die Untersuchungsergebnisse werden nachfolgend unter innenraumhygienischen und damit gesundheitlichen Gesichtspunkten bewertet.

Bewertung von Messergebnissen

Messen ist vergleichsweise einfach. Wie aber sind die erhaltenen Ergebnisse zu bewerten – welche Schlussfolgerungen sind daraus zu ziehen? Werden bei chemischen Belastungen die MAK-Werte (maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen; diese gelten für den Umgang mit Arbeitsstoffen) zugrunde gelegt, dann sind nahezu alle Wohnungen und Büroräume als gesundheitlich unbedenklich einzustufen.

Für Schadstoffbelastungen in Innenräumen könnte auch § 5 (alte Arbeitsstättenverordnung) herangezogen werden. Dort wird hervorgehoben, dass die Luft am

Arbeitsplatz »gesundheitlich zuträglich« sein soll. Eine gesundheitlich zuträgliche Atemluft ist in Innenräumen demgemäß dann vorhanden, wenn die Raumluft im Wesentlichen der Außenluftqualität entspricht (Anmerkung: Typischerweise ist die Innenraumluft stärker belastet als die Außenluft). Dieser sinnvolle Ansatz kann auf Wohnräume übertragen werden.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit – eine unverzichtbare Voraussetzung

Die Untersuchungsergebnisse bilden zusammen mit einer angepassten Ergebnisbewertung die Grundlage für die weitere Vorgehensweise (21). In welchen Fällen innenraumhygienische Auffälligkeiten für die Beschwerden der Raumnutzer ursächlich, verstärkend oder ohne Relevanz sind, ist – soweit möglich – vom behandelnden Arzt zu entscheiden.

Unabhängig davon besteht im Sinne einer gesundheitlichen Vorsorge bei auffälligen oder hohen Schadstoffkonzentrationen Klärungs- bzw. Handlungsbedarf entsprechend dem Minimierungsgebot. Bei konsequenter Durchführung von Sanierungen unter gesundheitlichen Gesichtspunkten sind manchmal einfache Lösungen zielführend.

Bisweilen sind allerdings auch drastische Maßnahmen nötig, die mit entsprechend hohem finanziellen Aufwand einhergehen können. Deshalb sind zur Planungs- und Kostensicherheit im Vorfeld einer vorhersehbaren umfangreicheren Sanierung die Schadstoffquellen und deren Konzentration (z. B. über Materialanalysen) eindeutig zu bestimmen, auch um eventuell nötige Arbeitsschutzmaßnahmen für die ausführenden Handwerker zu berücksichtigen.

Fazit

Wegen komplexer Zusammenhänge ist bei dem Thema »Schadfaktoren in Gebäuden« eine interdisziplinäre Denk- und Arbeitsweise nötig, bei der – zum Werterhalt des

Gebäudes und zum Wohle der Raumnutzer – Arzt, Innenraumanalytiker und die Bauberufe zusammenarbeiten müssen.

Zusammenfassung

Im Vergleich zu früher hat sich die Qualität unserer Innenräume durch eine Vielzahl möglicher Schadfaktoren verändert: Motenschutzmittel in Teppichen und Ledersofas, Formaldehyd in Möbeln und Deckenverkleidungen, Lösungsmittel in Farben, Lacken und Klebern, aber auch versteckte Schimmelpilzbelastungen, beispielsweise hinter Wandbauplatten oder in der Dämmebene des Fußbodens, sind Beispiele dafür.

Mittlerweile sind viele der möglichen Faktoren bekannt, die in Gebäuden in gesundheitlich relevanter Konzentration vorliegen können. Heute stellt sich nur noch die Frage: Welche chemischen Verbindungen in welcher Konzentration und in welcher Kombination sind vorhanden?

Die (scheinbare) Wohnraumqualität mit unsichtbaren Gefährdungspotenzialen hat zur Folge, dass viele der gesundheitlichen Beschwerden »hausgemacht« sind oder durch das häusliche Umfeld verstärkt werden. Für das Erkennen von Schadfaktoren in Wohnungen ist eine chemisch-analytische sowie mikrobiologische Bestandsaufnahme der Innenräume nötig, gegebenenfalls ergänzt durch physikalisch-messtechnische Untersuchungen.

Erst mit diesem Wissen kann der Faktor »Wohnung« als Ursache für eine Erkrankung ausgeschlossen oder in den therapeutischen Ansatz einbezogen werden.

FÜHRER, G.: Prevalent sources of indoor air pollution and the determination thereof

Summary: Compared with the past, the quality of our indoor living spaces has changed owing to a large number of possible pollutants. Examples in-

clude mothproofing agents in carpets and leather couches, formaldehyde in furniture and ceiling panels, solvents in paints, lacquers, adhesives and hidden mold infestations, e.g. behind partitions or in floor insulation. In the meantime, many pollutants are known that could exist in buildings in health-relevant concentrations. The question that remains today is what chemical compounds are present and in what concentrations?

A consequence of the invisible risk potential of what appears to be quality living space is that many health complaints are »home-grown« or are intensified by the home environment. Identifying indoor air pollution in living spaces requires a chemical-analytical and microbiological inventory of the interiors, possibly supplemented by physical-technical measurements.

Once this knowledge has been obtained, the living space can either be ruled out as a causal factor of a disease or included in the therapeutic approach.

Key words: *Indoor air pollution – mold – living space – health – air quality*

Literatur

1. Schöndorf E. Von Menschen und Ratten. Göttingen: Die Werkstatt; 1998.
2. Botzenhart K, Müller HE, Strubelt O. Innenraum-Luftverunreinigungen. Renningen: Expert; 2001.
3. Coutalides R, Ganz R, Sträuli W. Innenraumklima. Zürich: Werd; 2002.
4. Führer G, Gänsmantel J. Schimmelbildung in Gebäuden. Merching: Forum Verlag Herkert; 2003.
5. Führer G. Innenraumanalytik und Schadstoffe. In: Deckert WD, et al., Hrsg. Immobiliensanierung – Bauschäden und Instandsetzung, Instandhaltung und Modernisierung (Loseblattsammlung/Nachschlagewerk). München-Planegg: WRS Verlag/Haufe Mediengruppe; 2004.
6. Führer G. Bestandserneuerung in Mehrfamilienwohnhäusern – Innenraumcheck, Baustoffauswahl und Kosten. Die Wohnungswirtschaft 2006; 8: 62–65.
7. Ingerowski G, Friedle A, Thumulla J. Chlorinated ethyl and isopropyl phosphoric acid triesters in the in-door environment – an inter-laboratory exposure study. Indoor Air 2001; 11: 145–149.

8. Katalyse. PCB-Belastung in Gebäuden: Erkennen, bewerten, sanieren. Wiesbaden-Berlin: Bauverlag; 1995.
9. Moriske HJ, Turowski E. Handbuch für Bioklima und Lüfthygiene. Landsberg/Lech: Ecomed; 1998.
10. Moriske HJ, Beuermann R. Schadstoffe in Wohnungen. Berlin: Grundeigentum-Verlag; 2004.
11. Moriske HJ. Schimmel. Fogging und weitere Innenraumprobleme. Stuttgart: Fraunhofer IRB; 2007.
12. Pöhner A, et al. Hintergrundbelastung des Hausstaubes von Privathaushalten mit mittel- und schwerflüchtigen organischen Schadstoffen. *Z Umweltmed* 1998; 6: 337–345.
13. Radünz A. Bauprodukte und gebäudebedingte Erkrankungen. Berlin-Heidelberg: Springer; 1998.
14. Sagunski H, Heinzow B. Richtwerte für die Innenraumluft: Bicyclische Terpene (Leitsubstanz α -Pinen). *Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz* 2003; 46: 346–352.
15. Seifert B. Richtwerte für die Innenraumluft. Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Werte). *Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz* 1999; 42: 270–278.
16. Zwiener G. Handbuch Gebäudeschadstoffe. Köln: Rudolf Müller; 1997.
17. Brasche S, et al. Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen – Ergebnisse einer repräsentativen Wohnungsstudie in Deutschland. *Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz* 2003; 46/8: 683–693.
18. Radon-Handbuch Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und Bundesamt für Strahlenschutz, Hrsg. Braunschweig: Braunschweig-Druck; 2001.
19. Guhr A, Leißring B. Gesundheitsrisiko infolge natürlicher Radioaktivität in Wohn- und Aufenthaltsräumen. *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2005; 18: 126–129.
20. Führer G, Innenraumcheck (neue technische Entwicklungen). In: Deckert WD, et al., Hrsg. Immobilien-sanierung – Bauschäden und Instandsetzung, Instandhaltung und Modernisierung (Loseblattsammlung/Nachschlagewerk). München/Planegg: WRS Verlag; 2004.
21. Führer G. Wohnung und Gesundheit. *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2005; 18: 265–273.

Dr. G. FÜHRER
Institut peridomus
Mausbergerstraße 9
97267 Himmelstadt
info@peridomus.de