Mikrobieller Befall in Wohnungen

Das Sick Building Syndrom (SBS) mit seinen unspezifischen Symptomen wie Augen-, Nasen- und Rachenreizungen, Ermüdungserscheinungen, Kopfschmerzen oder Schwindel ist schon seit längerem bekannt. Auslöser sind Innenraumnoxen wie Formaldehyddämpfe aus Spanplatten oder flüchtige organische Verbindungen (VOC = volatile organic compounds) aus großflächigem Einsatz von Klebern und Lacken.

Ein speziell trainierter Hund spürt verborgene Pilz- und Bakterienansammlungen auf und schlägt an verdächtigen Stellen an.

In letzter Zeit stoßen Wissenschaftler jedoch immer häufiger auf eine weitere mögliche Ursache: Mikrobieller Befall der Wohnräume mit Schimmelpilzen und Bakterien. Den Zusammenhang zwischen allergischen Reaktionen und mikrobieller Innenraumbelastung hat die Forschung bislang kaum beachtet. Insbesondere Umweltambulanzen, die sich bislang vorwiegend auf chemische Belastungen im Wohn- und Arbeitsbereich spezialisiert hatten, gehen zunehmend auch mikrobiellen Belastungen nach.

Für die Autoren:
Dipl.-Ing.
Klaus Peter Böge,
Wesloer Straße 112,
23568 Lübeck

Entstehung von Schimmelpilz- und Bakterienbefall

Hohe Feuchtigkeit ist die Hauptursache für Schimmelpilz- und Bakterienbefall. Vor allem die nach Ende der Ölkrise in den 70er Jahren eingeschlagene Energiepolitik ist für die überhöhte Luftfeuchtigkeit im Wohnraum verantwortlich. Neue Wärmedämm- und Bauverordnungen, beispielsweise für dichtschließende Fenster mit Lippendichtungen, verhindern seither einen kontinuierlichen Luftaustausch. Der eingeschränkte Luftwechsel führt zudem zur Anreicherung von Schadstoffen im Innenraum. Neben der Kombination aus falschem Lüftungsverhalten und modernen Fenstern gibt es für die hohe Feuchte noch eine Vielzahl weiterer Ursachen:

- **bauliche Wasserschäden:**

Schon allein durch die Verwendung von Zement und Mörtel läßt sich Feuchtigkeit beim Bauen kaum vermeiden. Aber auch bautechnische Mängel wie defekte Fallrohre, fehlender Spritzwasserschutz oder eine defekte Drainage bewirken, daß sich Baumaterialien langsam mit Wasser vollsaugen.

- **fehlende oder mangelhafte und/oder horizontale Abdichtungen zum Erdreich:**

Kapillarkräfte sorgen dafür, daß die Feuchtigkeit über das Erdreichniveau hinweg aufsteigen kann.

- **falsche Wärmedämmung von Außenbauteilen oder von innen angebrachte Dämmung sowie fehlender Außenputz:**

In Innenraumecken kommt es teilweise zu Temperaturabfällen. Folge: Ideale Kondensationsmöglichkeiten für die Luftfeuchtigkeit.

- **Wärmebrücken:**

Bestehen Außenwände aus Baumaterialien mit stark unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten, so bilden sich sogenannte Wärmebrücken, fälschlich oft als Kältebrücken bezeichnet. Auch hier entstehen gute Kondensationsflächen, da sich wiederum Zonen bilden, die kälter sind als der Rest der Wand. Wärmebrücken finden sich häufig an Fensterstürzen, an Balkonplatten aus Beton oder im Bereich eines ungedämmten Fallrohres.

- **hohe Luftfeuchtigkeit im Innenraum:**

Vor allem die Kombination aus Duschen, Kochen oder Waschen mit schlechter Durch-

skop ermitteln. Ergänzend zum kulturellen Verfahren ermöglicht eine zweite biochemische Färbung anschließend die Identifizierung der lebenden Mikroorganismen. Aus diesen über Materialproben erhaltenen Daten läßt sich unter Berücksichtigung der Wohnraumsituation eine Gefahrenabschätzung vornehmen.

Neu ist der Schadensnachweis über die aktive Luftprobenahme auf MVOC mit anschließender Laboranalyse. Dazu saugt eine Pumpe ein definiertes Luftvolumen aus dem Probenahmeraum durch ein aktivkohlegefülltes Röhrchen. Die Aktivkohle adsorbiert von Pilzen emittierte MVOC. Im Pegasus-Labor erfolgt anschließend wiederum die Desorption über Lösemittel. Qualitative und quantitative Zusammensetzung der Lösung lassen sich anschließend gaschromatografisch bestimmen[10].

Das Ergebnis erlaubt eine erste Schadensabschätzung. Vorteil dieser Methode: Es lassen sich auch verdeckte Schäden erkennen, da MVOC durch die meisten Materialien hindurchdiffundieren können und sich in der Raumluft anreichern. Die qualitative Zusammensetzung der MVOC kann möglicherweise Rückschlüsse auf die Art des befallenen Materials erlauben.

3-Methyl-1-butanol etwa deutet auf befallene 3-Methylcellulose hin. Methylcellulose steckt beispielsweise in Tapetenkleister oder Fertigzement[10]. Die Nachweis- und Detektionsverfahren zeigen, wie wichtig ein durchdachtes, geplantes Vorgehen ist, um einen Schaden ermitteln und richtig bewerten zu können[11].

Vorgehensweise bei der Schadensermittlung

Durch Wohngifte ausgelöste Beschwerden überschneiden sich häufig, zumal es sich meist um unspezifische Symptome handelt. Die Symptomatik erlaubt daher häufig keinen eindeutigen Rückschluß auf den auslösenden Schadstoff beziehungsweise die Schadstoffquelle. Eine Wohnungsbegutachtung ist in der Regel unumgänglich.

Um die Ursache besser eingrenzen zu können, sollen die Bewohner zu Beginn jeder Wohnungsinspektion ihre Symptome schildern. Daraufhin wird die Wohnung auf potentielle Schadstoffquellen hin untersucht. Ist eine verdächtige Quelle erst identifiziert, leiten sich daraus die günstigsten Meßstrategien ab, um schließlich den Verdacht erhärten zu können.

Bei deutlich erkennbarem oberflächlichen mikrobiellen Befall werden Materialproben gezogen. Anhand der Proben lassen sich Schadensausmaß sowie die vorhandenen Bakterien- und Schimmelpilzarten bestimmen. Die Suche nach einem verdeckten Befall ist dagegen häufig schwieriger, besonders wenn die Bewohner keinerlei Hinweise geben oder Vermutungen äußern.

Seit kurzem kann in solchen Fällen eine ungewöhnliche Methode weiterhelfen: Ein speziell trainierter Hund spürt verborgene Pilze und Bakterien mittels seiner empfindlichen Nase auf. Das Tier schnüffelt durch die Wohnung, bis es an verdächtigen Stellen anschlägt.

Der hervorragende Geruchssinn und eine sorgfältige Ausbildung verhelfen dem Spürhund zu einer Trefferquote über 90 Prozent. Hat der Schnüffler schließlich eine verdächtige Stelle geortet, müssen Materialproben und Laboranalysen Aufschluß über das Schadensausmaß geben.

Auf alle Fälle sollte die Ursache des Feuchteschadens ermittelt und beseitigt werden, da sie die Grundlage für jeden mikrobiellen Befall ist. Hierzu bieten Umweltambulanzen Feuchtemessungen an und geben darüber hinaus Sanierungsempfehlungen. Bei komplexeren Schäden sollten die Betroffenen im Zweifelsfall einen Bau-Sachverständigen hinzuziehen.

Ausblick

Es ist davon auszugehen, daß in den nächsten Jahren der Stellenwert mikrobieller Schäden als Ursache für Beschwerden im Zusammenhang mit dem Sick Building Syndrom und der Building Releated Illness (BRI) weiter zunimmt[1]. Parallel müssen sich besonders auf medizinischer Seite Untersuchungsmethoden und Bewertungskriterien verbessern, damit die oben geschilderten Zusammenhänge zum gesundheitlichen Wohl der Bevölkerung schneller und leichter erkannt werden können.

DIPL.-ING. KLAUS PETER BÖGE
DR. RER. NAT. STEFAN OHM
DR. RER. NAT. URBAN PALMGREN

lüftung des Raums kann hohe Luftfeuchtigkeiten herbeiführen.

- **feuchtigkeitsabsperrende Innenverkleidungen wie Lackanstriche oder Kunststofftapeten:**

Es bildet sich Staufeuchte zwischen Wand und Tapete. Außerdem verschlechtern solche Verkleidungen das Raumklima, indem sie die Pufferkapazität der Wand erheblich einschränken.

- **mangelhafte Bauaustrocknung:**

Neubauten trocknen häufig nicht genügend aus und der Mörtel hat noch nicht ausreichend abgebunden. Früher wurden Neubauten mit Kohlenfeuer getrocknet, um zum einen die Feuchte aus dem Material zu entfernen und zum anderen den Abbindungsprozeß von Kalziumhydroxid aus dem Mörtel mit dem Kohlendioxid des Kohlenfeuers zu Kalziumkarbonat und Wasser zu beschleunigen.

Die allgegenwärtigen Pilzsporen gelangen normalerweise beim Lüften zusammen mit der Frischluft in den Wohnraum und setzen sich auf sämtlichen Materialien ab. Als sogenannte heterotrophe Organismen[2] bauen die meisten Schimmelpilzarten totes biologisches Material ab.

Um erfolgreich siedeln zu können, benötigen Schimmelpilze und viele Bakterien neben der hohen Feuchtigkeit also einen guten Nährboden. Die wichtigsten Kohlenstoffquellen sind Kohlenhydrate. Pilze können aber auch Alkohole, Kohlenwasserstoffe, Glycerole und Stärke verarbeiten.

Viele Baumaterialien sind ideale Nährböden für Mikroorganismen. Um dem Pilzbefall vorzubeugen, rüsten viele Hersteller ihre Produkte mit entsprechenden pilztötenden Mitteln aus. Solche Fungizide rufen allerdings häufig andere gesundheitliche Probleme beim Menschen hervor.

Wirkung auf den Menschen

Pilze und Bakterien können direkt oder über mikrobielle Substanzen auf den Menschen wirken. Schimmelpilze können beispielsweise allergische Reaktionen auslösen und verursachen[4]. Sie sind Erreger von Pilzerkrankungen[3] und produzieren spezielle Mykotoxine[2] wie Aflatoxine oder Anthrachinone.

Umweltambulanzen spüren zunehmend auch mikrobielle Belastungen auf.

FOTOS: BÖGE

Bei Menschen mit geschwächtem Immunsystem können Schimmelpilze Endomykosen hervorrufen. Schimmelpilzbestandteile, beispielsweise bestimmte Eiweißkomplexe, sind häufig für allergische Reaktionen wie Rhinitis, Asthma bronchiale oder Alveolitis verantwortlich. Genaue Zusammenhänge sind meist noch nicht aufgeklärt, da viele sensibilisierende Bestandteile der Pilze bislang nicht identifiziert sind. Mykotoxine sind wahrscheinlich die Ursache für unspezifische gesundheitliche Probleme wie Kopf- und Gliederschmerzen oder Müdigkeit. Es lassen sich aber auch Schleimhautreizungen und eine erhöhte Infektanfälligkeit beobachten. Bei oraler Aufnahme können Pilzgifte zu massiven Vergiftungen, im Extremfall sogar zum Tode führen.

Wie gefährlich Schimmelpilze und Bakterien für die Gesundheit sind, hängt darüber hinaus stark von der Spezies ab. Besonders riskant sollen die Schimmelpilze Aspergillus fumigatus, Chaetonium, Paecilomyces, Stachybotrys sowie Wallemia sein. Unter den Bakterien gelten vor allem Streptomyces als bedenklich.

Literatur:

1) R. Keller, Gesunde Innenräume – hygienische Grundlagen. Präsentiert auf: Belastung des Innenraums – Gefahren für die Gesundheit. Hamburg, 1996.

2) M. Wainwright, Biotechnologie mit Pilzen: Eine Einführung. Springer-Verlag, 1995.

3) H. Gemeinhardt, Endomykosen: Schleimhaut, Organ- und Systemmykosen. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1989.

4) K. Senkpiel, H. Ohgke, Gesundheitliche Schädigungen durch Inhalation von Schimmelpilz- und Thermoactinomyceten-Sporen in der Raumluft. In: VDI Berichte Nr. 1122, 1994, 903-913.

5) G. Ström et al., The sick building syndrom – An effect of microbial growth in building constructions? In: Indoor-air 90, D. S. Walkingshaw ed. Vol 1, 1990, 173-178.

6) J. Jaakkola et al., Home dampness and molds as determinants of respiratory systems and asthma in pre-school children. J. Exp. Anal. Env. Epid., Vol 3, Suppl. 1, 1993, 129-142.

7) Urban Palmgren in der Pegasus Mitteilung Nr. 1: Pegasus Labor Hamburg.

8) G. Ström et al., Microbial volatile organic compounds (MVOC). In: Int. Conf. on Building Design, Technology and Occupant Well-being, ASHARE, 1993, 351-357.

9) K. Senkpiel, Bestimmung der Schimmelpilzsporenkonzentration in der Raumluft und ihre gesundheitliche Bedeutung. Präsentiert auf: Belastung des Innenraums - Gefahren für die Gesundheit. Hamburg, 1996.

10) B. Wessén, G. Ström, K. O. Schoeps, MVOC-profiles-a tool for indoor-air-quality assessment. Workshop: Indoor Air-An Integrated approach, Gold Coast (Australia), 1994.

11) S. Dewey, H. Sagunski, U. Palmgren, B. Wildeboer, Mikrobielle flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft: Ein neuer diagnostischer Ansatz bei feuchten und verschimmelten Wohnräumen. Zbl. Hyg., 1995, 504-515.

Außerdem produzieren Mikroorganismen flüchtige organische Verbindungen, sogenannte „Microbial Volatile Organic Compounds" (MVOC), die unseres Wissens in Europa nur das Pegasus-Labor in Schweden untersucht. Die MVOC gleichen in Struktur und Molgewicht zum Teil flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen, viele sind für Mikroorganismen spezifisch.

Welche Wirkung MVOC auf den menschlichen Organismus haben ist noch nicht eindeutig geklärt. Es hat sich aber gezeigt, daß sie sich besser mit Krankheitssymptomen korrelieren lassen als etwa luftgetragene Sporen[5]. Das gleiche gilt zudem für den typischen Schimmelgeruch[6].

MVOC kommen im Wohnraum in der Regel in deutlich geringeren Konzentrationen vor als VOC. Wegen ihrer extrem niedrigen Geruchsschwelle lassen sich die Verbindungen oft trotzdem wahrnehmen. Substanzen wie Geosmin, 1-Okten-3-ol oder 3-Methylfuran sorgen für den typischen Erdkeller- beziehungsweise Waldpilzgeruch in belasteten Räumen.

Zudem beeinträchtigen die Verbindungen das Raumklima[7]. Sie können durch Kunststofffolien und viele andere Baumaterialien diffundieren und treten daher in der Raumluft auf, obwohl der Schaden in der Konstruktion oder hinter einer Tapete verborgen liegt[8].

Erkennung und Analytik im Wohnraum

Es gibt verschiedene Methoden zur Messung und Bewertung eines Mikroorganismenbefalls im Wohnraum. Die Messung setzt sich in der Regel aus der Probenahme vor Ort und anschließender Analyse beziehungsweise Detektion im Labor zusammen. Dabei sind die anfallenden Kosten einer Untersuchung sehr unterschiedlich. Sie richten sich nach der eingesetzten Methode sowie dem Umfang von Analytik und Detektion.

Ein Weg zur Schadensermittlung ist die Messung von Sporen und luftgetragenen Mikroorganismen in der Raumluft. Für die aktiven Luftprobennahmen gibt es drei verschiedene Verfahren[9]: Bei der Filtration saugt eine Pumpe die Luft durch einen Membranfilter, beim Impingementverfahreren durch eine Flüssigkeit. Bei der Impaktion schließlich strömt die angesogene Raumluft über einen festen Nährboden. Die Ergebnisse aus einer aktiven Luftprobenahme auf Sporen und luftgetragene Keime sollten parallel immer mit Außenluftproben verglichen werden. Grund: Nur so läßt sich sicherstellen, daß ein positiver Befund nicht von einer mikrobiellen Belastung der Außenluft herrührt.

Sind die Schäden jedoch verdeckt, schweben nur sehr wenige oder keine Sporen durch die Raumluft. Hier ist die Methode der aktiven Luftprobennahme auf Sporen häufig nicht empfindlich genug. Da der Sporenflug selbst bei einem offenen Schaden nicht kontinuierlich verläuft, ist der Zeitpunkt und die Länge der Probenahme von entscheidener Bedeutung für das Gesamtergebnis und die Bewertung des Schadens.

Nach eigener Erfahrung treten in etwa 50 Prozent der Messungen Fehlbefunde auf. Liegt ein eindeutiger offener Schaden vor, ist die Luftanalyse in der Regel überflüssig. Statt dessen sollten Proben des befallenen Materials untersucht werden.

Zur Erkennung der gesammelten Sporen in aktiven Luftproben, dienen meist sogenannte kulturelle Nachweisverfahren. Die Sporen wachsen unter definierten Bedingungen wie Inkubationszeit und Temperatur auf unterschiedlichen Nährböden. Die Zahl koloniebildender Einheiten gibt schließlich Auskunft über den Grad der Wohnraumbelastung. Variationen der Kulturbedingungen ermöglichen zudem qualitative Bestimmungen.

Mit unterschiedlichen Bebrütungstemperaturen lassen sich die Mikroorganismen beispielsweise in mesophile, thermotolerante sowie thermophile Spezies einordnen. Die geschilderte Methode erfaßt allerdings keine Bestandteile bereits gestorbener Mikroorganismen aus alten, ausgetrockneten Schäden.

Eine gründliche Gefährdungsabschätzung sollte die abgestorbene Biomasse jedoch auf alle Fälle mit berücksichtigen, da sie im Wohnraum noch über Jahre zu gesundheitlichen Problemen führen kann.

Die Gesamtmenge an lebenden und abgestorbenen Keimen läßt sich mit Hilfe von Fluoreszenzfarbstoffen unter einem Mikro-